

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
НУК «Инженерный бизнес и менеджмент»
Кафедра «Экономика и организация производства»



ПЯТНАДЦАТЫЕ ЧАРНОВСКИЕ ЧТЕНИЯ

Сборник трудов XV Всероссийской научной
конференции по организации производства

5 декабря 2025 года

г. Москва

2025 г.

УДК 658.5, ББК 655.9, Ч 91

Пятнадцатые Чарновские Чтения. Сборник трудов XV Всероссийской научной конференции по организации производства. Москва, 5 декабря 2025 г. – М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, НП «Объединение контроллеров», 2025. – 687 с.

ISBN 978-5-906526-40-3

В научных трудах XV Чарновских чтений — Всероссийской научной конференции по организации производства — опубликованы доклады и сообщения ученых из классических и технических университетов России. В них освещаются вопросы развития современной промышленности России, состояния и развития жизненных циклов технологических систем, а также развитие современных наукоемких производств, технической подготовки производства и некоторые вопросы контроллинга на промышленном предприятии.

Редакторы-составители: С. Г. Фалько, А. Д. Кузьмичёв, Ю. Г. Тимофеева

© Факультет «Инженерный бизнес и менеджмент» МГТУ им. Н. Э. Баумана;
© Коллектив авторов

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел I. Организация и управление производством на промышленном предприятии	11
<i>Алексеев Д.В., Волкова М.В., Ляхович Д.Г.</i>	
Организационные структуры управления снабжением промышленного предприятия	12
<i>Анисимова М.И.</i>	
Интеллектуальная оценка технологических производственных инноваций в нефтегазовой отрасли	20
<i>Астиева Л.М., Матвеев С.Г.</i>	
Применение инструментов контроллинга для планирования закупок запасных частей на складах сервиса транспортных средств	30
<i>Бабкина А.К., Матвеев С.Г.</i>	
Сравнительная технико-экономическая оценка беспилотного и пилотируемого вариантов зерноуборочного комбайна	41
<i>Бабошкин Г.Н., Орлов А.И.</i>	
Приоритетные направления автоматизации в интенсивных садах и виноградниках	51
<i>Барашкина Д.В., Герцик Ю.Г.</i>	
Анализ результатов исследования международного рынка и технологий SWIR-камер	58
<i>Безуглая Е.В., Волкова М.В., Лютикова А.А.</i>	
Применение теории массового обслуживания в организации производства	68
<i>Мешалкин В.П., Болдырев В.С., Меньшиков В.В., Байбикова В.В., Тишкин В.В.</i>	
Алгоритм подбора оптимального аппаратурного состава многоассортиментных химико-технологических систем производства лакокрасочных материалов	75
<i>Войтова Е.А., Козлова Т.А.</i>	
Производительность предприятия как системный показатель уровня эффективности современных производственных предприятий: систематический обзор литературы	84
<i>Волкова М.В., Сорокина Э.В., Срывалина Ю.В.</i>	
Методы системного анализа в логистике	92
<i>Галактионов А.В.</i>	
Механизмы и факторы выдвижения кандидатов из кадрового резерва на должности руководителей среднего уровня в инновационных организациях	99

<i>Гарнов А.П.</i>	
Современные парадигмы менеджмента в части развития бизнеса на промышленных предприятиях	106
<i>Гарнова В.Ю.</i>	
Механизмы управления симбиозом предприятий в экопромышленных парках	116
<i>Гашиникова Д.А.</i>	
Генеративный ИИ в системе проактивного управления качеством	122
<i>Гашиникова Ю.А.</i>	
Расчет пропускной способности производственного процесса в условиях многономенклатурного производства	125
<i>Гизетдинова П.А. Матвеев С.Г.</i>	
Оптимизация плана выпуска продукции с учётом ресурсных ограничений на производственном предприятии высокой технологичной сложности	132
<i>Данилов М.Д., Фалько С.Г.</i>	
Подход к проектированию методики стратегического планирования в вертикальных интегрированных структурах	144
<i>Денисов А.О., Славянов А.С.</i>	
Перспективы внедрения поточных линий по переработке реголита при создании лунной инфраструктуры	153
<i>Динуров И.Р., Матвеев С.Г.</i>	
Системное проектирование промышленной вентиляции с учетом акустического резонанса воздуховодов и вентиляторов.....	163
<i>Долгина В.В., Матвеева О.П., Матвеев С.Г.</i>	
Технико-экономическое обоснование выбора принципиально нового варианта охлаждения топлив при наземной эксплуатации летательных аппаратов	173
<i>Егоров А.С., Яценко Р.Д.</i>	
Возможности и перспективы Agile-практик в управлении проектами промышленных предприятий	179
<i>Жеков М.И., Матвеев С.Г.</i>	
Обоснование управленческого решения по снижению длительности процесса комплектования заказов на складе АО «МБ РУС».....	186
<i>Жокабине Н.Ф.</i>	
Модернизация системы управления промышленных предприятий в цифровой экономической среде.....	195

<i>Завозина О.Ю., Панченко О.А.</i>	
Подход к имитационному моделированию процесса сгущения для выбора приводов горнообогатительного оборудования.....	202
<i>Золотова В.А.</i>	
Подходы к применению метода стратегий заинтересованных сторон в российских промышленных организациях	208
<i>Зотов Ф.П.</i>	
Разработка оптимизационной модели для расчета предельно возможной производительности проектной команды крупного аудиторского предприятия	214
<i>Калюга Д.В.</i>	
Управление производственной деятельностью организаций развития и стандартизации телекоммуникаций на основе критериев сбалансированности бюджета	223
<i>Кланица С.Б., Яценко В.В.</i>	
Анализ подходов к оценке уровня проектной зрелости организации	231
<i>Клементьева С.В., Никонова А.А.</i>	
Оценка технологического суверенитета через призму локализации автомобилестроения	237
<i>Комиссарова М.А., Москвинов В.В.</i>	
Перспективы развития нефтегазового комплекса в условиях цифровых трансформаций.....	243
<i>Коневский М.В., Фалько С.Г.</i>	
Анализ подходов к кооперации аэрокосмических предприятий различных стран и разработка предложений по совершенствованию системы производственной кооперации в отечественной ракетно-космической промышленности	250
<i>Коротаев Г.Н., Масленникова Ю.Л., Терентьев А.И.</i>	
Описание сквозных процессов разработки и производства изделия в организациях полного цикла	254
<i>Косолап Е.Ю.</i>	
Феномен себестоимости и ее значение при цифровой трансформации на современных предприятиях	260
<i>Кузькокова К.А., Герцик Ю.Г.</i>	
Развитие производства интраокулярных линз в России: государственно-частное партнерство в здравоохранении	269

<i>Кузьминов И.Д., Немеров Е.М., Чугунов В.С.</i>	
Применение ИИ агентов при реализации системы технического обслуживания и ремонта оборудования с функцией предиктивной аналитики	275
<i>Кузьмичёв А.Д.</i>	
Мы, нижеподписавшиеся, имеем честь рекомендовать инженера-механика Н.Ф. Чарновского... ..	285
<i>Куликова Е.В., Кромский Г.А.</i>	
Особенности рисков в сфере информационной безопасности	294
<i>Кучеров Е.А., Третьяк К.В., Платонов А.В., Соколянский В.В.</i>	
The Boeing Company как согласованные бизнес-процессы в системе организации производства	302
<i>Мамедов Р.Р., Аренков И.А.</i>	
Автоматизация процессного управления в нефтегазовом научно-исследовательском институте	310
<i>Мержоев М.К.</i>	
Формирование цифровых компетенций персонала электросетевых предприятий.....	318
<i>Мешалкин В.П., Болдырев В.С., Меньшиков В.В., Байбикова В.В., Тишкин В.В.</i>	
Интеллектуальные системы управления как элемент повышения эффективности прикладной научно-исследовательской деятельности научно-производственного предприятия.....	325
<i>Нечаев М.В., Герцик Ю.Г.</i>	
Исследование текущего состояния и перспектив российского и зарубежного рынков турбореактивных двигателей	336
<i>Никируй А.Э.</i>	
Формирование современного подхода к организации производства на ранних этапах проектирования высокотехнологичных изделий при НИОКР в машиностроении.....	344
<i>Павленков И.М.</i>	
Метод отбора инвестиционных проектов.....	350
<i>Павленков М.Н., Павленкова И.Н.</i>	
Факторы неопределенности прогнозирования социально-экономического развития муниципальных образований.....	353
<i>Панова Е.А.</i>	
Принципы организации промышленного производства с использованием вторичных материалов	356

<i>Петухов И.Д., Постникова Е.С.</i>	
Совершенствование оперативного управления производственным блоком в секторе электроники	361
<i>Погорелова Л.А.</i>	
От методологии к результатам: внедрение принципов Индустрии 5.0 на примере производства теплоотражательных комплектов ТОК-200.....	369
<i>Погребинская Е. А., Рыбина Г.А., Арнаут В.В.</i>	
Альтернативные механизмы финансирования инноваций в условиях кризиса рынка венчурных инвестиций.	378
<i>Погребинская Е. А., Гаврилова Л.А., Ясевич И.П.</i>	
Государственное регулирование платформенной и неформальной занятости в условиях цифровизации и региональных различий	387
<i>Поморцев И.А., Алексеева Е.В.</i>	
Подготовка исходных данных для моделирования бизнес-процесса медицинских осмотров сотрудников	396
<i>Поморцев И.А., Матвеев С.Г.</i>	
Детерминированная модель оптимизации пропускной способности процесса обязательного медицинского осмотра	405
<i>Постникова Е.С., Титов Д.С.</i>	
Рациональный выбор оборудования с ЧПУ для предприятий ракетно-космической отрасли	417
<i>Постникова Е.С., Титов Д.С., Постников А.В.</i>	
Метод отбора предприятий в состав интегрированной производственной структуры	428
<i>Постникова Е.С., Яроцкая Н.А.</i>	
Особенности расчета производительности оборудования по критериям качества продукции.....	442
<i>Ромашова А.И., Герцик Ю.Г.</i>	
Анализ российской нефтехимической отрасли в контексте экологической трансформации и устойчивого развития.....	455
<i>Ряховская О.Н., Бояркин С.В.</i>	
Исследование подходов к оценке инвестиционной привлекательности регионов России для банковской деятельности	462
<i>Ряховская О.Н., Леус А.М.</i>	
Анализ барьеров внедрения новых технологий в России и их влияние на технологический суверенитет	468
<i>Сажин Ю.Б.</i>	
Менеджмент и разделение труда	476

<i>Самойлова И.А.</i>	
Цифровая трансформация промышленности: от дизапта к экосистемной конкуренции.....	482
<i>Серов Д.Е., Власова Л.Г.</i>	
Электронный документооборот как основа эффективного управления современным предприятием	487
<i>Славянов А.С.</i>	
Мобильные технологические модули в поточных линиях.....	494
<i>Тимофеева Ю.Г.</i>	
Экономические особенности простого производственного процесса.....	499
<i>Третьякова В.А.</i>	
Проблемы в организации производства промышленных предприятий в условиях конкурентной среды	505
<i>Филатов М.Д., Волкова М.В., Кузнецов А.С.</i>	
Совершенствование конструкторско-технологической подготовки мелкосерийного производства полимерных изделий	514
<i>Чеканский А.В.</i>	
Управление производственными проектами в ТЭК на основе цифровых технологий.....	520
<i>Чижикова Е.А., Ряховская О.Н.</i>	
Искусственный интеллект в промышленности России: нормативные основы и практики внедрения	530
<i>Чугунов В.С., Ожогин Г.А.</i>	
Об адаптации проектного управления в ракетно-космической отрасли..	537
<i>Яценко Р.Д., Щелокова А.Н.</i>	
Технологические инновации как фактор трансформации производственной системы предприятия	544
<i>Шиболденков В.А.</i>	
Опережающее планирование архитектурного стека технологической конкурентоспособности наукоемкого производства	551
<i>Шишов Д.Н.</i>	
ИИ-модификация инструментов оценки промышленных активов при организации производства	561
Раздел II. Контроллинг на промышленном предприятии	569
<i>Бушина Филип</i>	
Контроллинг 5.0: человек как архитектор доверия в экономических решениях.....	570

<i>Золотова В.А.</i>	
Управление общехозяйственными затратами предприятия промышленности России.....	578
<i>Косолап Е.Ю.</i>	
Эволюция себестоимости как зеркало экономического развития	587
<i>Кузнецов Я.В., Чугунов В.С.</i>	
Цифровые модели как инструмент анализа обоснованности оперативных решений в управлении запасами предприятия.....	593
<i>Маева Л.С.</i>	
Особенности формирования информационной базы прогнозирования твердых коммунальных отходов.....	602
<i>Павленков М.Н.</i>	
Разработка информационно-аналитической базы для прогнозирования социально-экономического развития муниципалитетов	607
<i>Пилюгина А.В., Потапова А.Д., Сидорова М.А.</i>	
Управление затратами при производстве распределенных волоконно-оптических датчиков	610
<i>Смекалова Е.Э., Матвеев С.Г.</i>	
Классификация экономических эффектов от использования данных дистанционного зондирования Земли	619
<i>Тарасенко А.О., Матвеев С.Г.</i>	
Предпосылки внедрения системы бизнес-аналитики на предприятии	627
<i>Тарасенко А.О., Матвеев С.Г.</i>	
Разработка системы информационных панелей для мониторинга деятельности предприятия-поставщика электротехнической продукции	633
<i>Чернявская А.Ю., Орлов А.А., Орлов А.И.</i>	
Методы активации интуиции для решения задач управления промышленным предприятием	642
<i>Шкарабейников М.А.</i>	
Подход к построению модели оптимизации размеров муниципальных образований	656
Раздел III. Студенческая секция.....	662
<i>Ильенко Н.И.</i>	
Интеллектуальная собственность как инструмент контроллинга инноваций: государственное управление технологическим обменом в условиях реализации стратегических проектов без нарушения конкуренции.....	663

Колесников В.Д.

Анализ видов и последствий отказов (FMEA) как инструмент оценки рисков 670

Кулиди М.Н.

Ключевые направления трансформации современной промышленной политики Российской Федерации.....678

Раздел I

Организация и управление производством на промышленном предприятии

УДК 658.7, JEL Classification: D23

Организационные структуры управления снабжением промышленного предприятия

Алексеев Д.В.¹, Волкова М.В.², Ляхович Д.Г.³

¹студент кафедры «Промышленная логистика» МГТУ им. Н.Э. Баумана, adv20b026@student.bmstu.ru.

²к.э.н., доцент кафедры «Промышленная логистика» МГТУ им. Н.Э. Баумана, mvvvolkova@bmstu.ru.

³старший преподаватель кафедры «Промышленная логистика» МГТУ им. Н.Э. Баумана, dlyakhovich@bmstu.ru.

Аннотация. В статье рассмотрены ключевые функции, определены основные параметры оценки эффективности материально-технического снабжения промышленного предприятия.

Приведены преимущества и недостатки различных систем управления снабжением. Зафиксированы критерии выбора между централизованной, децентрализованной и смешанной организационными структурами управления снабжением производства, которые зависят от специфики предприятия, масштабов производства и особенностей производственного процесса.

Ключевые слова: снабжение, материально-техническое снабжение, организационная структура, управление снабжением.

Organizational structures of supply management of an industrial enterprise

Alekseev D.V.¹, Volkova M.V.², Lyakhovich D.G.³

¹Student of the Department of Industrial Logistics, Bauman University, Moscow.

²Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Industrial Logistics, Bauman University, Moscow.

³Senior Lecturer of the Department of Industrial Logistics, Bauman University, Moscow.

Abstract. The article discusses the key functions and identifies the main parameters for evaluating the effectiveness of logistics management in an industrial enterprise. It also presents the advantages and disadvantages of various supply management systems. The article outlines the criteria for choosing between centralized, decentralized, and mixed organizational structures for production logistics management, which depend on the specific characteristics of the enterprise, the scale of production, and the features of the production process.

Keywords: supply, logistics, organizational structure, supply management.

История и эволюция управления МТС в промышленности

Управление материально-техническим снабжением (МТС) как самостоятельная функция предприятия формировалось вместе с индустриализацией производства. В конце XIX – начале XX в. основную роль играли стандартизация и конвейерная сборка. Так, основатель Cadillac Г. Лиланд в 1908 году внедрил унификацию деталей и строжайший контроль качества на каждом этапе производства. А в 1913 г. Г. Форд применил конвейерную сборку из унифицированных комплектующих, что резко увеличило скорость производства и потребовало новых подходов к снабжению – организациям централизованно планировать, закупать и доставлять тысячи однотипных деталей [3, 5, 16].

В середине XX века появилась концепция логистики как интеграции управленческих функций, хотя на многих предприятиях это было «фрагментарно»: отдельные отделы занимались снабжением, складированием или транспортом, не будучи связаны общей стратегией. Так, в 20–50-е гг. XX в. идея комплексной логистики ещё не была востребована, и «отдельные логистические активности были важны... например, в материально-техническом снабжении». [15, 18, 19].

В СССР и странах плановой экономики управление снабжением осуществлялось централизованно: существовали Наркомснаб (Народный комиссариат снабжения) и Госкомснаб СССР, обеспечивавшие распределение ресурсов по планам. Однако в 1990-е гг. разрушение прежних систем привело к серьезным сбоям: упразднение старого подхода без готовой альтернативы вызвало дефициты и резкий рост цен. Исследования тех лет отмечают, что реформы 90-х «способствовали распаду прежней системы снабжения, ее неадекватному совершенствованию или отсутствию новой системы... что в итоге привело к значительному удорожанию продукции». Это показало, что надёжное МТС требует системного подхода и современных методов управления [17].

В общем виде содержание снабженческой деятельности через призму эволюционных изменений можно представить в виде таблицы 1.

Таблица 1. Эволюция основных аспектов снабжения [3, 5, 15-19].

Аспект	Традиционный вариант	Современные изменения
Структура управления	– Вертикальная, иерархическая, функциональная ориентация – Закупочная деятельность рассматривается как самостоятельная функция	– Горизонтальная, более плоская, координированные взаимоотношения – Закупки рассматриваются как часть интегрированного управления в цепи поставок
Процедуры	– На бумажной основе – Медленные транзакции, высокие издержки – Все снабжение осуществлялось через закупочную деятельность	– На основе прикладных информационных технологий. Оперативная деятельность с оптимальными затратами – Повышенное внимание к снабжению пользователей, управляемому из центра

Аспект	Традиционный вариант	Современные изменения
Факторы, учитываемые при закупках	– Только цена – Приобретается то, что не изготавливается самостоятельно	– Общие издержки на получение и использование предметов снабжения – Субподряд или аутсорсинг неключевых видов снабженческой деятельности
Поставки	– Множество источников – Локальные или национальные	– Сокращение базы поставщиков – Глобальный подход к источникам поставок
Отношения с поставщиками	– Краткосрочные – Негативные и конфронтационные – Ограниченное информирование	– Долгосрочные – Партнерство и сотрудничество – Постоянный обмен информацией
Качество и спецификация	– Спецификации покупателя по проекту и качеству – Проверка товаров при их получении	– Спецификации поставщика по проекту и качеству – Сертификация поставщиков
Запасы и время выполнения	– Высокие запасы для обеспечения надежности работы – Большое время выполнения заказа	– Низкие уровни запасов, в результате чего устраняются потери через сокращение затрат на содержание запасов и их устаревание – Менее длительное время выполнения заказа
Показатели закупочной деятельности	– Оцениваются в основном по разнице цен и полученной экономии	– Оцениваются прежде всего по видам деятельности, добавляющим ценность как часть в общей цепи поставок

Таким образом, современный вектор развития управления снабжением в коммерческой деятельности направлен на [5, 10, 16, 19]:

1. Гармонизацию снабженческих процессов со стратегическими целями компании, обеспечивая при этом учёт потребностей производства и сбыта и стопроцентное соответствие закупаемых ресурсов этим потребностям.

2. Интеграцию всех этапов снабженческой деятельности — от планирования потребностей и выбора поставщиков до приёмки, хранения и доставки материальных ресурсов с минимальными издержками, а также обеспечение подразделений внутренними ресурсами «под ключ».

3. Укрепление конкурентных преимуществ предприятия посредством выстраивания эффективных партнёрских отношений с поставщиками, совместного повышения качества и ценности поставляемой продукции для конечного потребителя.

4. Внедрение цифровых платформ и ИТ-решений, создающих единую информационную среду для управления снабжением, автоматизации закупочных операций, мониторинга выполнения договоров и оперативного принятия решений.

Основные функции и зоны ответственности в системе МТС

МТС – это система функций, обеспечивающих предприятие всеми необходимыми материалами и комплектующими для непрерывного

производства [17]. Ключевые функции МТС приведены в таблице 2.

Все эти функции реализуются во взаимосвязи со службами маркетинга, производства, бухгалтерии, финансового управления и юридической поддержки предприятия.

Таблица 2. Ключевые функции МТС [1, 4, 11, 12, 14].

Функция	Содержание
Нормирование и планирование потребностей	Разработка норм расхода материалов – «начальная фаза» снабжения, определяющая точность расчёта потребности и объёмы запасов. На основе норм составляется план закупок, обеспечивающий бесперебойность основных и вспомогательных производств. Также выполняется прогнозирование: анализируются тенденции цен, изменения рынка поставщиков и новых типов материалов.
Учёт и хранение запасов	Организация складского хозяйства включает приёмку материалов, их хранение по установленным правилам и учёт остатков. Службы МТС контролируют сохранность товарно-материальных ценностей на центральных и распределительных складах, ведут складской учёт и проводят инвентаризацию.
Логистика и доставка	Планируется и осуществляется транспортировка сырья от поставщика на склады предприятия и далее – до производственных участков. Определяются режимы доставки, выбираются виды транспорта и маршруты, обеспечивается синхронизация поставок с производственным графиком.
Контроль и координация	Включает контроль комплектности и качества поступающей продукции, контроль за рациональным использованием ресурсов на участке, анализ отклонений и принятие корректирующих мер.
Экономический анализ и оценка эффективности	Включает анализ структуры и динамики затрат, оценка ключевых показателей эффективности, анализ отклонений и причинно-следственных связей, корректирующие управленческие решения, формирование отчётности и прогнозов.

Оценка эффективности системы МТС

Эффективное управление закупками в российском машиностроении требует комплексного подхода к выбору поставщиков и материалов, основанного на четко определенных критериях и применении формализованных методов анализа. Выбор правильных критериев имеет решающее значение, поскольку он определяет, какие аспекты будут рассматриваться при оценке потенциальных партнеров, и напрямую влияет на качество принимаемых решений. Анализ доступных данных показывает, что критерии можно условно разделить на несколько групп: технико-технологические, финансовые, организационные и стратегические [1, 2, 6, 13, 14].

Ключевые критерии выбора поставщиков, применимые для машиностроительной отрасли, включают [4, 8]:

1. Технические компетенции — это одна из самых важных категорий в машиностроении. Она включает производственный потенциал, наличие сертификатов, таких как ISO 9001, возможности для исследований и разработок, а также способность поставщика выполнять сложные технические требования.

2. Финансовая устойчивость — стабильность поставщика имеет

решающее значение для долгосрочных проектов. При оценке уделяется внимание его финансовой отчетности, кредитному рейтингу и денежным потокам.

3. Качество продукции — такие показатели, как процент брака, соответствие сертификатам и результаты лабораторных испытаний, являются обязательными для контроля.

4. Надежность и сроки поставки — история выполнения контрактов, опыт управления проектами и логистическая система напрямую влияют на соблюдение сроков.

5. Цена и условия оплаты — сравнительный анализ цен, калькуляция себестоимости и учет скидок за объем являются стандартными практиками.

6. Логистические возможности — это инфраструктура, опыт работы с транспортными компаниями и удаленность от производственного центра.

7. Инновационный потенциал — это способность поставщика внедрять новые технологии и сотрудничать с научными учреждениями.

8. Экологическая и социальная ответственность — хотя этот критерий пока не так часто используется в России, он становится все более актуальным, особенно в контексте международных проектов и принципов концепции устойчивого развития бизнеса.

Выбор организационной структуры управления снабжением

Выбор между централизованной, децентрализованной и смешанной организационными структурами управления МТО зависит от специфики предприятия, масштабов производства и особенностей производственного процесса. Каждая из систем управления имеет свои преимущества и недостатки (Табл. 3), которые следует учитывать для достижения максимальной эффективности [2, 4–8].

Таблица 3. Преимущества и недостатки различных систем управления снабжением

Система	Плюсы	Минусы
Централизованная	- Экономия за счёт масштаба при закупке крупных партий. - Упрощение контроля и управления запасами. - Высокая стандартизация.	- Низкая гибкость в реагировании на локальные потребности подразделений. - Возможное увеличение бюрократии.
Децентрализованная	- Оперативность и гибкость в реагировании на изменения спроса. - Учет специфических потребностей каждого подразделения.	- Сложность контроля и координации закупок. - Возможное увеличение затрат из-за дублирования функций.
Смешанная	- Комбинированный подход, позволяющий использовать преимущества централизованного и децентрализованного управления.	- Сложность в управлении и риски возникновения конфликтов между центральным отделом снабжения и отдельными подразделениями.

На основе данных таблицы 3 можно сделать вывод, что централизованная организационная структура оптимальна для компаний, где важна стандартизация и контроль затрат, но ей недостает гибкости. Децентрализованная организационная структура позволяет быстро реагировать на изменения, но затрудняет контроль. Смешанная организационная структура предлагает баланс между этими подходами, что делает её подходящей для предприятий с разнообразными потребностями [9, 17].

Выбор между централизованной, децентрализованной и смешанной системами зависит от конкретных критериев, приведенных в таблице 4.

Таблица 4. Критерии выбора системы управления МТО

Критерий	Организационная структура управления снабжением			Предприятия
	Централизованная	Децентрализованная	Смешанная	
Цена закупки	Экономия за счёт масштаба	Меньшие партии, возможность выбора локальных поставщиков	Зависит от категории закупаемых МТР	Крупные производственные компании, работающие с однородной продукцией
Скорость закупки	Процесс согласования может занимать много времени	Высокая оперативность в удовлетворении потребностей подразделений	Комбинация скорости для разных категорий МТР	Компании с высокой динамикой спроса
Адаптивность к изменениям спроса	Сложно быстро реагировать на изменения	Оперативное реагирование на изменения	Гибкость в сочетании со стабильностью	Компании в быстро меняющихся отраслях
Уровень контроля	Единый центр управления, высокая прозрачность	Сложность контроля, риск несоблюдения стандартов	Баланс между контролем и автономией	Крупные корпорации с множеством подразделений
Административные расходы	Возможны высокие издержки из-за бюрократии	Упрощение процедур, но риск увеличения затрат	Зависит от эффективности настройки системы	Средние компании, где важен баланс между затратами и качеством услуг
Уровень сервиса для подразделений	Стандартизация, но возможен недостаток учёта специфики	Высокая ориентация на потребности подразделений	Баланс между стандартизацией и гибкостью	Компании с разными направлениями деятельности, требующими индивидуального подхода
Риск коррупции	Централизованный контроль снижает риск	Возможны сложности контроля за поставщиками	Зависит от корпоративной культуры и контроля	Большие организации, где важна прозрачность и контроль

Заключение

Процесс выбора структуры обычно начинается с оценки текущего состояния: оценивают распределение обязанностей, полноту функций, загруженность персонала, ресурсобеспечение и четкость бизнес-процессов. Применяются инструменты вроде SWOT-анализа или сбалансированной картины процессов: по направлениям «организация», «персонал», «ресурсы», «процессы» сравнивают фактическую и желаемую модель работы. По результатам анализа руководство принимает решение (централизовать или децентрализовать функции, укрупнить отделы, ввести новые подразделения и т.д.), ориентируясь на стратегические цели и возможности предприятия. Формирование управленческого решения опирается на баланс «затрат – эффекта».

Выбор между централизованной, децентрализованной и смешанной системами зависит от конкретных критериев, таких как цена, скорость, уровень контроля и адаптивность к изменениям. Централизованная система позволяет достигнуть экономии и высокого уровня контроля, но уступает в гибкости и скорости. Децентрализованная система лучше реагирует на изменения, но увеличивает административные издержки. Смешанная система позволяет находить компромисс между контролем и гибкостью, но требует внимательного управления.

Литература

1. Алексеев Д.В., Волкова М.В. Материально-техническое обеспечение и управление предприятиями ракетно-космической промышленности // В книге: XLIX академические чтения по космонавтике. Сборник тезисов, посвященные памяти академика С.П. Королёва и других выдающихся отечественных ученых - пионеров освоения космического пространства. В 2-х томах. Москва, 2025. С. 295–296.
2. Банзекуливахо Ж.М. Оптимизация управления цепями поставок // Cyberleninka.ru. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/optimizatsiya-upravleniya-tsepyami-postavok> (дата обращения: 12.06.2025)
3. Баранова Ю. В. Особенности структуры службы материально-технического снабжения на предприятии // Инновационная наука. 2018. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-struktury-sluzhby-materialno-tehnicheskogo-snabzheniya-na-predpriyatii> (дата обращения: 14.06.2025).
4. Валяев К.П., Волкова М.В. Организация службы логистики на промышленных предприятиях // Вопросы экономических наук. 2018. № 4 (92). С. 22–26.
5. Ветошкин А. А. Специфика организации современного снабжения и обеспечения для автопроизводства (на примере АВТОВАЗа и его организации производства Ларгусов, и затем Ниссанов и Рено на этих же мощностях) // Молодой ученый. — 2016. — № 13 (117). — С. Т.1. 15–20. — URL: <https://moluch.ru/archive/117/28931/> (дата обращения: 14.06.2025).
6. Волкова М. В. Оценка эффективности организации функции снабжения на промышленном предприятии // В сборнике: Контроллинг в экономике, организации производства и управлении: экологические аспекты. Материалы VIII международного конгресса по контроллингу. 2018. С. 27–30.
7. Волкова М.В. Выбор формы организации этапа снабжения основного производства комплектующими изделиями // В сборнике: Будущее машиностроения России. сборник докладов. Союз машиностроителей России, Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана. 2018. С. 780–784.
8. Волкова М.В., Мамедова В.А. Организация этапа снабжения производственного процесса предприятия как элемента цепи поставок // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Экономика. 2018. № 1. С. 33–41.

9. Волкова М.В., Постникова Е.С. Характеристика системы снабжения промышленного предприятия // Экономика и управление: проблемы, решения. 2025. Т. 11. № 1 (154). С. 28–35.
10. Журо́ва Н. Тренды машиностроения в России: вызовы и возможности 2024 года // Ancor.ru. URL: <https://ancor.ru/press/insights/trendy-mashinostroeniya-v-rossii-vyzovy-i-vozmozhnosti-2024-goda/> (дата обращения: 12.06.2025)
11. Закурин К.И., Волкова М.В. Особенности контроллинга снабжения // В сборнике: Устойчивое развитие и новая индустриализация: наука, экономика, образование. Материалы конференции. Москва, 2021. С. 226–231.
12. Закурин К.И., Волкова М.В., Кузнецов А.С. Система снабжения промышленного предприятия // В сборнике: Четырнадцатые Чарновские чтения. Сборник трудов XIV Всероссийской научной конференции по организации производства. Москва, 2024. С. 77–85.
13. Мамедова В.А., Волкова М.В. Оценка устойчивости развития предприятия в рамках организации функции снабжения // Вопросы экономических наук. 2017. № 4 (86). С. 57–59.
14. Омельченко И., Волкова М. Организация и эффективность работы службы закупок на машиностроительном предприятии // В сборнике: Контроллинг в экономике, организации производства и управлении: цифровизация в экономике. Сборник научных трудов: материалы VIII международной конференции по контроллингу. 2019. С. 196–201.
15. Оптимизация цепи поставок // anyLogistix. URL: <https://www.anylogistix.ru/features/supply-chain-network-optimization/> (дата обращения: 12.06.2025)
16. Рогулин Р.С. Обзор методов управления цепочками поставок: будущие, настоящие и прошлые подходы к моделированию // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и Экологический менеджмент». 2023. №2. С. 164–179 URL: [obzor-metodov-upravleniya-tsepochkami-postavok-buduschie-nastoyaschie-i-proshlye-podhody-k-modelirovaniyu](https://www.itmo.ru/science/journal/ekonomika-i-ekologicheskij-menedzhment/2023/2/164-179) (дата обращения: 14.06.2025)
17. Сергеев В.И., Эльяшевич И.П. Логистика снабжения : учеб. для бакалавриата и магистратуры / под общ. ред. В.И. Сергеева. 2-е изд., перераб. и доп. Москва : Юрайт, 2016. 398 с.
18. Снабжение машиностроительного холдинга // Портал машиностроения. URL: <https://mashportal.ru/analytics/solutions-230.aspx> (дата обращения: 14.06.2025)
19. Современные модели и методы закупок и снабжения // ЦНТИ Прогресс. URL: <https://www.cntiproggress.ru/seminarsforcolumn/24426.aspx> (дата обращения: 14.06.2025).

УДК 65.011.56; JEL Classification: D2

Интеллектуальная оценка технологических производственных инноваций в нефтегазовой отрасли

Анисимова М.И.

соискатель кафедры бизнес-информатики МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва,
aspirant-anisimovami@mail.ru

Аннотация. В данной статье представлена концептуальная рамки ИИ-оценки технологических производственных инноваций в нефтегазовой отрасли. Рассмотрены методические и технико-экономические аспекты оценки инноваций. Описан подход на основе оценки общих и частных показателей производительности рассматриваемых инноваций.

Ключевые слова: цифровизация производства, цифровая трансформация, цифровые технологии, цифровые двойники, ТЭК.

Intellectual assessment of technological production innovations in the oil and gas industry

Anisimova M.I.

Candidate of the Department of Business Informatics, Bauman University, Moscow

Abstract. This article presents a conceptual framework for the AI assessment of technological production innovations in the oil and gas industry. Methodological and technical-economic aspects of innovation assessment are considered. An approach based on the assessment of general and specific performance indicators of the innovations under consideration is described.

Keywords: digitalization of production, digital transformation, digital technologies, digital twins, fuel and energy complex.

Введение, актуальность и проблема исследования

Современная нефтегазовая отрасль переживает этап структурной трансформации под воздействием цифровизации, ужесточения экологических требований и волатильности глобальных рынков [1]. В этих условиях возрастает значимость объективной и воспроизводимой оценки технологических производственных инноваций, позволяющей согласовать стратегию развития с операционными возможностями и ограничениями производственных систем [2,3].

Инструменты искусственного интеллекта (ИИ) открывают возможности для интеграции разнородных данных — от параметров скважин и состояния оборудования до логистики и метрик устойчивого развития — формируя основу для более точной, своевременной и экономически обоснованной поддержки

управленческих решений [4].

Актуальность исследования обусловлена, во-первых, необходимостью ускоренного внедрения инноваций в условиях повышенных требований к безопасности, надежности и энергоэффективности производственных процессов [5]. Традиционные методы экспертной оценки зачастую не успевают за темпом технологических изменений, зависят от субъективности и ограничены масштабируемостью, тогда как ИИ-подходы позволяют систематизировать знания и данные, выявлять скрытые закономерности и оценивать эффект инноваций на уровне всей цепочки создания стоимости [6,7].

Во-вторых, усиливается запрос на прозрачные, воспроизводимые и верифицируемые методики приоритизации инвестиционных проектов: капиталоемкость нефтегазовых активов и риск технологической неопределенности требуют инструментов, способных моделировать сценарии, учитывать вариативность геолого-технических условий и сопрягать технические метрики с экономическими и экологическими KPI [8].

Проблема заключается в отсутствии стандартизированного, интегрированного и в то же время адаптивного подхода к ИИ-оценке производственных инноваций, который одновременно учитывал бы технологическую зрелость решений, их совместимость с существующей организацией производства, влияние на устойчивость операций и совокупную экономическую эффективность.

Существующие практики либо фрагментарны (фокус на отдельных узлах — добыча, транспорт, переработка), либо избыточно сложны для оперативного применения на уровне производственных подразделений [9,10].

Целью работы является разработка концептуальной рамки ИИ-оценки, объединяющей данные производственного контроля, модели надежности и рисков, цифровые двойники и финансово-экологические индикаторы для обоснования внедрения инноваций и управления их жизненным циклом.

Гипотеза состоит в том, что использование ИИ-моделей на базе мультифакторных признаков и сквозной интеграции данных снизит неопределенность при отборе и масштабировании инноваций, обеспечив прирост операционной эффективности и устойчивости без ухудшения показателей безопасности и соответствия нормативным требованиям.

Основные положения

Технологические производственные инновации в нефтегазовой отрасли — это совокупность новых или существенно улучшенных решений, которые изменяют способы подготовки, добычи, переработки и логистики углеводородов, а также поддержку этих процессов цифровыми и организационно-техническими механизмами [5,7]. К ним относятся модернизация оборудования и скважинной архитектуры, внедрение автоматизированных систем управления, развитие интеллектуальных месторождений, повышение точности геолого-технических решений за счет сенсорики и моделирования, а также переход к более гибким и устойчивым производственным схемам.

Их отличают измеримая операционная ценность (снижение удельных затрат, энергии и выбросов, рост нефтеотдачи, стабильность качества продукции), воспроизводимость в разных производственных кластерах и интеграция в нормативно-техническую среду предприятия [5,7].

Ключевым является не только новизна артефакта, но и его встраиваемость в цепочку создания стоимости: насколько инновация готова к промышленной эксплуатации, как она сочетается с существующим фондом скважин и инфраструктурой, и способна ли обеспечить управляемость рисков.

ИИ-оценка таких инноваций опирается на сопряжение разнородных данных — от скважинных телеметрий, диагностик оборудования и планов ремонтов до текстов регламентов и отчетности — с последующим извлечением признаков, релевантных эффективности и надежности.

Модели машинного обучения позволяют отделять технологический эффект от фоновых факторов, выявлять скрытые закономерности в режимах работы, прогнозировать устойчивость инновации к изменению сырьевой базы и условий пласта, а также формировать количественные метрики готовности к масштабированию [9].

На этой основе предприятие получает верифицируемую картину влияния нововведений на производственную организацию: оптимизацию графиков добычи и закачки, переаллокацию бригад и сервисов, корректировку KPI оборудования и планов CAPEX/OPEX. Таким образом, технологические производственные инновации предстают не как точечные «гаджеты», а как управляемые изменения архитектуры производства, чья ценность выявляется через систематическую ИИ-поддержанную оценку, сопряженную с требованиями безопасности, надежности и экономической эффективности [10].

В современном нефтегазовом производстве оценка технологических инноваций требует перехода от разрозненных экспертных суждений к системной ИИ-поддержке решений, интегрирующей данные скважин, объектов подготовки, транспорта и переработки в едином контуре управления производством [11]. Сквозная цифровизация, датчики нового поколения и развитая телеметрия позволяют формировать непрерывные массивы данных о состоянии фонтанной арматуры, насосно-компрессорного оборудования, компрессоров, теплообменников и резервуарных парков, а также фиксировать отклонения в режимах добычи, энергопотреблении и качества продукции [8]. На этой основе ИИ-оценка становится инструментом выявления скрытых закономерностей, прогнозирования отказов и количественного сравнения инноваций с учетом технологических, экономических, экологических и нормативных ограничений, характерных для сложной многоузловой производственной системы [8].

Ключевым положением является трактовка инновации не как точечного решения, а как изменяющего систему набора взаимосвязанных воздействий на потоки сырья, энергии и информации. Любая новая технология — от интеллектуальных систем геолого-технологических исследований и автоматизированного контроля за обводненностью до катализаторов глубокой переработки и низкоуглеродных решений — должна оцениваться в ее влиянии на совокупную производственную функцию и цепочку создания стоимости.

ИИ-подход позволяет строить причинно-следственные модели, которые

связывают изменение режимов эксплуатации и стратегии ТОиР с метриками дебита, коэффициентом извлечения, удельной энергоемкостью, выбросами и операционными рисками, что обеспечивает сопоставимость альтернатив на единой шкале эффективности [12].

Важной методологической опорой является использование цифровых двойников как вычислительного полигона для быстрой проверки гипотез и сценарного анализа без вмешательства в реальное производство. Связка цифрового двойника с потоками реальных данных и ИИ-алгоритмами позволяет регулярно пересчитывать параметры модели, уточнять допущения и получать оперативные рекомендации по настройке технологических режимов, переносу нагрузок, перенастройке насосных кривых или изменению конфигурации узлов подготовки. При этом оценка инноваций становится итеративной: каждая волна внедрения порождает новые данные, на которых ИИ уточняет прогнозы надежности, прогноз дебита и NPV, а также компромиссы между производственной гибкостью и безопасностью [13].

Экономическая интерпретация ИИ-оценки строится на совмещении потоков технико-технологических индикаторов с финансовыми моделями жизненного цикла. Алгоритмы не ограничиваются статическим сравнением капитальных и операционных затрат: они учитывают неопределенности ценовых конъюнктур, графики остановов, ресурсные ограничения, сроки поставок и эффекты обучаемости персонала. В таких условиях более информативной становится метрика ожидаемой приведенной ценности с учетом риска, дополненная стресс-тестированием планов внедрения. Это позволяет объективно ранжировать инновации по влиянию на операционную маржу, устойчивость к внешним шокам и способность сокращать удельные издержки при сохранении требований промышленной безопасности и качества.

Организационный контекст определяет границы применимости ИИ-оценки. Без согласованной роли функций добычи, подготовки, энергетики, ремонта, ИТ и HSE, а также без регламентов по качеству данных, единых справочников и политики MDM алгоритмические рекомендации не достигают цехового уровня. Практика показывает, что эффект возникает при наличии замкнутого контура: от постановки целей и стандартизации датчиков — к сбору и очистке данных, моделям и витринам показателей — и далее к процедурам оперативного управления и инвестиционным комитетам. При таком устройстве инновации перестают быть пилотами «в себе» и переводятся в масштабируемые регламенты, где ИИ обеспечивает воспроизводимость результатов и прозрачность принятия решений.

Наконец, качество ИИ-оценки определяется управлением неопределенностью и этикой данных. Для промышленной среды принципиальны верифицируемость моделей, устойчивость к дрейфу данных, интерпретируемость ключевых факторов и защита от предвзятостей, возникающих из-за дисбаланса наблюдений (например, редких отказов критического оборудования). Применение байесовских обновлений, доверительных интервалов для прогнозов, регулярной перекалибровки и независимого аудита моделей позволяет удерживать баланс между точностью и надежностью. В результате ИИ-оценка технологических производственных инноваций становится не разовой экспертизой, а встроенной функцией

организации производства, обеспечивающей планомерное повышение эффективности и устойчивости на всем жизненном цикле активов.

Методы исследования

Работа опирается на комплексный системный анализ, объединяющий стратегическую, технологическую и организационную перспективы оценки инноваций в нефтегазовой отрасли [14-16].

В качестве первичных источников использовались корпоративные и отраслевые отчеты о производственных показателях, данные по внедрению цифровых решений на промыслах, а также результаты пилотных проектов с зафиксированными метриками эффекта, что позволило связать технологические изменения с управленческими решениями и операционными режимами [17]. Для снижения смещения от неоднородности активов применялись приемы стратификации по типам месторождений, зрелости фонда скважин и уровню автоматизации, а устойчивость выводов проверялась через перекрестную валидацию на разнородных массивах данных [18-20].

Ключевым элементом методики выступили современные GPT-системы как инструмент расширенной аналитики текстов и полуструктурированных данных. Они использовались для нормализации терминологии в отчетах, извлечения причинно-следственных связей между вмешательствами и наблюдаемыми производственными откликами, а также для генерации гипотез о механизмах эффекта, которые затем проходили количественную проверку [2,3]. Для контроля качества применялась схема «двойного чтения», когда результаты автоматической интерпретации сопоставлялись с экспертными комментариями производственных подразделений, а расхождения разрешались путем дополнительного обзора первичных документов и логов технологических событий. Такой контур позволил уменьшить вероятность галлюцинаций моделей и повысить воспроизводимость интерпретаций [21]. Интеграция этих методов с ИИ-инструментами обработки текста обеспечила связность качественных и количественных результатов.

Результаты

Любая новая технология в нефтегазовой отрасли должна рассматриваться через призму ее вклада в совокупную производственную функцию, где выпуск определяется не только масштабами капитала и труда, но и качеством организационных и цифровых практик [2,3].

Встраивание ИИ-оценки позволяет количественно выявлять предельный продукт (предельную эффективность) инновации, отделяя эффект технологии от шума эксплуатационных режимов и сезонной изменчивости, что достигается через сопоставление «до/после» на уровне скважин, установок и логистических узлов с учетом гетерогенности фонда и ограничений инфраструктуры [22].

Одновременно важно измерять влияние на цепочку создания стоимости: от геологоразведки и бурения до подготовки, транспорта и сбыта. Изменение профиля риска, времени цикла, отказоустойчивости и энергоэффективности транслируется в маржинальность через снижение удельных издержек, потерь и простоев, а также через повышение качества прогноза дебита и загрузки мощностей [23].

Метрики должны связывать технологические KPI (точность моделей, полноту обнаружения аномалий, степень автоматизации) с экономическими показателями (OPEX, CAPEX, NPV, IRR) и операционной безопасностью.

ИИ-оценка технологических производственных инноваций в нефтегазовой отрасли опирается на систематическое сопоставление общих и частных показателей производительности, позволяя соотнести локальные эффекты с итоговым влиянием на организацию производства.

В качестве общих показателей рассматриваются интегральные метрики, отражающие устойчивость и эффективность производственной системы: динамика добычи и утилизации попутного газа, коэффициенты извлечения и простоя фонда скважин, энергоемкость на единицу продукции, удельные CAPEX/OPEX и операционная маржинальность. Эти индикаторы оцениваются в сквозных временных разрезах до и после внедрения, с учетом фоновых изменений сырьевой базы, режима работы пласта и календаря ремонтов. Для исключения смешения эффектов применяются методы квазиэкспериментального анализа, корректировка по сезонности и погодным факторам, а также байесовские и причинно-следственные модели, позволяющие разделить вклад инновации и внешних шоков. Результатом служит количественная оценка прироста системной эффективности и его доверительных интервалов, пригодная для сопоставления альтернативных решений и планирования масштабирования.

Частные показатели фокусируются на узловых элементах технологической цепочки и позволяют уточнить механизмы действия инноваций и их совместимость с существующей архитектурой производства. Для добычных технологий анализируются, в частности, изменение профиля дебита и обводненности по стадиям, устойчивость к колебаниям пластового давления, надежность оборудования по наработке до отказа, чувствительность к вариативности химико-физических свойств флюидов и к качеству сервиса вахтовых бригад. Для переработки и транспортировки учитываются селективность и выход целевых фракций, баланс тепломассообмена, стабильность каталитической активности, гидравлические потери и частота внеплановых вмешательств. ИИ-модели объединяют эти частные метрики с общими показателями в единую причинно-ориентированную структуру, формируя прогноз эксплуатационной устойчивости, экономического эффекта и рисков безопасности при переносе инновации на другие кластеры месторождений. Такой подход обеспечивает воспроизводимую и верифицируемую оценку, снижает неопределенность инвестиционных решений и интегрирует инновации в контур оперативного управления производством без нарушения регламентов промышленной безопасности и экологических ограничений.

Корректная оценка ИИ в производстве требует управляемого эксперимента и прозрачной каузальной атрибуции. Регулярная перекалибровка моделей и мониторинг дрейфа поддерживают стабильность качества, а учет ограничений изменений процессов и обучение персонала предотвращают срывы внедрения. Такой контур позволяет принимать решения о масштабировании на основе воспроизводимых фактов.

Масштабирование оправдано, когда доказана прибавка к выпуску и снижение вариативности. В этом случае внедрение технологий становится элементом системной оптимизации производства, а не разовой инициативой.

Обсуждение

Полученные результаты демонстрируют, что оценка технологических производственных инноваций с использованием методов искусственного интеллекта в нефтегазовой отрасли становится эффективной лишь при интеграции в контур организации производства, где экспериментальные протоколы и управленческая практика связаны единым циклом [21].

Ключевым условием здесь выступает каузальная атрибуция эффектов: модели, оптимизирующие режимы добычи, подготовки и транспорта, должны проверяться на данных, отражающих фактические ограничения фонда скважин, инфраструктурные узкие места и регламентные окна обслуживания. В таких условиях корректность метрик – от прироста дебита и снижения удельных энергозатрат до уменьшения вариативности технологических параметров – зависит не только от качества исходных данных и архитектуры алгоритмов, но и от согласованности производственного расписания, доступности оперативной обратной связи и формализованных правил изменения настроек. Практика показывает, что переносимость решений между кластерами месторождений без переоценки контекста приводит к завышенным ожиданиям: различия в профилях пластов, составе флюидов и конфигурации обвязки искажают оценку вклада ИИ и требуют адаптивной перекалибровки [24].

Важным результатом исследования является выявление роли управляемого эксперимента в подтверждении устойчивых эффектов. Рандомизация по объектам и временным интервалам, квазиэкспериментальные схемы с синтетическим контролем и сквозная валидация на оперативно-производственных данных позволяют отделить влияние модели от фоновых колебаний спроса и внешних факторов, включая сезонность и планово-предупредительные остановки. При этом долгосрочная ценность ИИ-подходов определяется не мгновенными выигрышами, а снижением дисперсии ключевых показателей и повышением предсказуемости производственного цикла [25]. Регулярный мониторинг дрейфа данных, контроль версий функций стоимости и управленческих правил, а также корректировки целевых метрик с учетом изменения стимула операторов формируют основу для воспроизводимости. Встраивание таких процедур в регламенты производственного планирования и технического надзора позволяет минимизировать риск ложных сигналов и обеспечить согласованность решений на уровне предприятия.

Наконец, исследование подтверждает, что масштабирование ИИ-инициатив оправдано только после достижения доказуемого эффекта на пилотных площадках и демонстрации переносимости в похожих организационно-технических условиях [24,25]. Когда наряду с приростом выпуска фиксируется стабильное снижение вариативности и повышение операционной дисциплины, внедрение перестает быть разовой инициативой и превращается в элемент системной оптимизации, что требует кадровой и процессной готовности: обучение персонала принципам интерпретации моделей

и управлению по данным, четкого распределения ответственности за изменение режимов, а также прозрачной схемы эскалации при отклонениях. В таком формате ИИ выступает не автономным инструментом, а частью производственной архитектуры, обеспечивая согласование локальных оптимизаций с целями по безопасности, надежности и экономической эффективности.

Заключение

Таким образом, результаты ИИ-оценки показывают, что эффективность технологических производственных инноваций в нефтегазовой отрасли определяется не только точностью моделей и качеством данных, но и согласованностью организационных контуров — от регламентов сменного управления до механики принятия решений на уровне актива и холдинга.

Наибольший прирост создается там, где цифровые сигналы напрямую связаны с управляемыми производственными лимитами, а метрики качества (достоверность прогнозов, устойчивость к дрейфу данных, полнота наблюдений) встроены в КРІ операционных и инженерных команд. При этом критически важны прозрачность трактовок, воспроизводимость экспериментов и верифицируемость экономического эффекта, что позволяет избежать локальной оптимизации в ущерб технологической безопасности и надежности фонда скважин и инфраструктуры.

Ограничения исследования связаны с неоднородностью исходных данных между площадками, вариативностью практик учета простоев и вмешательств, а также с эффектами внешней конъюнктуры, искажающими оценку вклада отдельных инициатив. Даже при использовании продвинутых методов нормализации и причинно-следственного анализа сохраняется риск смещения, если организационные изменения (например, перераспределение бригад, обновление регламентов) происходят одновременно с внедрением моделей.

Дополнительный источник неопределенности — различия в зрелости ИТ-ландшафта и уровне телеметрии, что влияет на полноту признаков и глубину обратной связи в цикле “данные — решение — эффект”.

Дальнейшие исследования целесообразно направить на разработку сквозных протоколов экспериментирования, которые объединяют дизайн пилотов, методы стратифицированной оценки эффекта и механизмы переноса моделей между активами с контролем контекстных факторов.

Перспективны гибридные подходы, сочетающие физико-технические модели с вероятностной ИИ-оценкой для повышения устойчивости к режимным сдвигам, а также создание эталонных наборов данных с маркировкой вмешательств и событий управления. Отдельное направление — формализация оргдизайна “человек-в-контуре” с метриками доверия к рекомендациям, требованиями к объяснимости и регламентами отключения, что позволит масштабировать инновации без потери качества и управляемости производственной системы.

Литература

1. Дрогзов П.А., Шиболденков В.А., Харин Н.И. Учет факторов зрелости и экологичности технологий при оценке инвестиционных проектов в нефтегазовой отрасли промышленности // Аудит и финансовый анализ. 2021. №2. С. 78-84
2. Экономика технологических изменений: монография / Е.Н. Горлачева, А.В. Гутенев, Е.А. Капогузов, М.Ю. Шерешева, В.А. Шиболденков. Москва: Первое экономическое издательство, 2025. 270 с.
3. Горлачева Е. Н., Шиболденков В. А., Герцик Ю. Г. Когнитивная экономика: монография / Горлачева Е. Н., Шиболденков В. А., Герцик Ю. Г. - М.: Первое экономическое издательство, 2024. - 182 с. Библиогр.: с. 149-165. ISBN 978-5-91292-504-7.
4. Шиболденков В.А. и др. Мультимодальный анализ слабоструктурированной деловой информации при оценке влияния медийного контекста на рынок / В. А. Шиболденков, М. И. Анисимова, А. А. Маломуж, К. Ю. Колосова // Экономика, предпринимательство и право. 2025. Т. 15, № 5. С. 3167-3186. DOI 10.18334/epp.15.5.123078. EDN OCZFDD.
5. Wang, J., Luo, X., Zhang, X., & Du, S. (2025). Artificial General Intelligence (AGI) Applications and Prospect in Oil and Gas Reservoir Development. Processes. <https://doi.org/10.3390/pr13051413>.
6. Póvoas, M., Moreira, J., Neto, S., Da Silva Carvalho, C., Cezario, B., Guedes, A., & Lima, G. (2025). Artificial Intelligence in the Oil and Gas Industry: Applications, Challenges, and Future Directions. Applied Sciences. <https://doi.org/10.3390/app15147918>.
7. Onuegb, V., Arinze, C., Izionworu, V., , O., Isong, D., Dominic, C., , D., & Adefemi, A. (2024). Integrating artificial intelligence into engineering processes for improved efficiency and safety in oil and gas operations. Open Access Research Journal of Engineering and Technology. <https://doi.org/10.53022/oarjet.2024.6.1.0012>.
8. Choubey, S., & Karmakar, G. (2020). Artificial intelligence techniques and their application in oil and gas industry. Artificial Intelligence Review, 54, 3665 - 3683. <https://doi.org/10.1007/s10462-020-09935-1>.
9. Arinez, J., Chang, Q., Gao, R., Xu, C., & Zhang, J. (2020). Artificial Intelligence in Advanced Manufacturing: Current Status and Future Outlook. Journal of Manufacturing Science and Engineering. <https://doi.org/10.1115/1.4047855>.
10. Elahi, M., Afolaranmi, S., Lastra, J., & García, J. (2023). A comprehensive literature review of the applications of AI techniques through the lifecycle of industrial equipment. Discover Artificial Intelligence, 3. <https://doi.org/10.1007/s44163-023-00089-x>.
11. Павлов, М. А. Когнитивный подход к бизнес-аналитике при оценке цифровых рисков безопасности в процессе внедрения новых технологий / М. А. Павлов, В. А. Шиболденков // Экономика, предпринимательство и право. 2025. Т. 15, № 3. С. 1433-1452. DOI 10.18334/epp.15.3.122783. EDN XZLKLN.
12. Yao, L., & Ge, Z. (2023). Causal variable selection for industrial process quality prediction via attention-based GRU network. Eng. Appl. Artif. Intell., 118, 105658. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2022.105658>.
13. Sun, Y., Pan, Y., Liu, L., Gao, Z., & Qin, W. (2024). Reconstructing causal networks from data for the analysis, prediction, and optimization of complex industrial processes. Eng. Appl. Artif. Intell., 138, 109494. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2024.109494>.
14. Al-Hajri, A., Hamouda, A., & Abdella, G. (2025). Sustainability-Based Strategic Framework for Digital Transformation in the Oil and Gas Industry. IEEE Access, 13, 52114-52133. <https://doi.org/10.1109/access.2025.3548960>.
15. Bereznoi, A. (2021). Global Oil & Gas Corporations in the Race for Technological Superiority. World Economy and International Relations, 65, 59-67. <https://doi.org/10.20542/0131-2227-2021-65-5-59-67>.
16. Elele, T., Nwulu, E., Erhueh, O., Akano, O., & Aderamo, A. (2024). Digital transformation in the oil and gas industry: A comprehensive review of operational efficiencies and case studies. International Journal of Applied Research in Social Sciences. <https://doi.org/10.51594/ijarss.v6i11.1692>.
17. Stelmach, A. (2025). Digital Transformation: Impact of Modern Technologies and Project Management on Optimization of Production Processes in Era of Industry 4.0. Decision Making in Manufacturing and Services. <https://doi.org/10.7494/dmms.2024.si.6650>.

18. Шиболденков, В. А. Обзор аналитических моделей диффузии инноваций в процессе принятия технологий / В. А. Шиболденков, И. Е. Черенков, А. А. Щекалева // Инновации. 2024. № 4(300). С. 39-47. EDN BZNOOK.
19. Артеменко Д. В., Косарев В. А., Шиболденков В. А. Подходы к моделированию жизненного цикла цифровых инноваций // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024. № 6. Т. 2. С. 197–210; <https://doi.org/10.36871/ek.ur.p.r.2024.06.02.022>
20. Харин Н. И., Шиболденков В. А. Модель изменения стоимости владения при освоении новых технологий на основе функций производительности и кривой обучения // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024. № 6. Т. 2. С. 15–29.
21. Yin, S., Fu, C., Zhao, S., Xu, T., Wang, H., Sui, D., Shen, Y., Li, K., Sun, X., & Chen, E. (2023). Woodpecker: Hallucination Correction for Multimodal Large Language Models. *Sci. China Inf. Sci.*, 67. <https://doi.org/10.1007/s11432-024-4251-x>.
22. Anaba, D., Kess-Momoh, A., & Ayodeji, S. (2024). Digital transformation in oil and gas production: Enhancing efficiency and reducing costs. *International Journal of Management & Entrepreneurship Research*. <https://doi.org/10.51594/ijmer.v6i7.1263>.
23. Hoseinzadeh, S., & Garcia, D. (2024). Ai-driven innovations in greenhouse agriculture: Reanalysis of sustainability and energy efficiency impacts. *Energy Conversion and Management*: X. <https://doi.org/10.1016/j.ecmx.2024.100701>.
24. Chen, F., Sun, L., Jiang, B., Huo, X., Pan, X., Feng, C., & Zhang, Z. (2025). A Review of AI Applications in Unconventional Oil and Gas Exploration and Development. *Energies*. <https://doi.org/10.3390/en18020391>.
25. Fan, D., Lai, S., Sun, H., Yang, Y., Yang, C., Fan, N., & Wang, M. (2025). Review of Machine Learning Methods for Steady State Capacity and Transient Production Forecasting in Oil and Gas Reservoir. *Energies*. <https://doi.org/10.3390/en18040842>.

УДК 658.7, JEL Classification: M11

Применение инструментов контроллинга для планирования закупок запасных частей на складах сервиса транспортных средств

Аспиева Л. М.¹, Матвеев С. Г.²

¹студентка магистратуры кафедры «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана, loliaspieva2507@gmail.com;

²доцент, к.т.н., доцент кафедры «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана, matveevsg@bmstu.ru.

Аннотация. В условиях интенсивного развития транспортной отрасли и роста объемов технического обслуживания транспортных средств вопросы эффективного управления запасными частями приобретают особую важность. Надежное и рациональное управление складскими запасами способствует снижению издержек, повышению качества обслуживания клиентов и уменьшению времени простоя техники. В связи с этим внедрение современных инструментов контроллинга в решении задач управления запасами запасных частей становится актуальной задачей для сервисных транспортных предприятий, поскольку оно позволяет обеспечить прозрачность процессов, повысить их точность и снизить расходы ресурсов.

Ключевые слова: производственная система, предприятие, сервис, затраты, управление запасами, ABC-анализ, XYZ-анализ, планирование запасов, учет, контроллинг, системное проектирование.

Application of cost control tools for planning spare parts purchases in vehicle service warehouses

Loli Aspieva¹, Sergey Matveev²

¹Master's student of the Department of Economics and Production Organization, Bauman Moscow State Technical University, Moscow.

²Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Economics and Production Organization, Bauman Moscow State Technical University, Moscow.

Abstract. In the context of the intensive development of the transport industry and the growing volume of vehicle maintenance, the issue of effective spare parts management has become particularly important. Reliable and efficient inventory management helps to reduce costs, improve customer service, and minimize equipment downtime. Therefore, the implementation of modern control tools for managing spare parts inventory has become a crucial task for service transport companies, as it allows for transparent processes, increased accuracy, and reduced resource consumption.

Keywords: *production system, enterprise, service, costs, inventory management, ABC-analysis, XYZ-analysis, inventory planning, accounting, control, system engineering.*

Введение

Эффективное управление складскими запасами запасных частей является критически важным фактором для конкурентоспособности и финансовой устойчивости сервисных компаний транспортного сектора. Современные автотранспортные средства представляют собой сложные производственные системы, состоящие из тысяч элементов, что формирует высокие требования к их материально-техническому обеспечению [1].

Ключевой проблемой для многих предприятий является противоречие между необходимостью обеспечения бесперебойного сервиса и сокращением затрат на хранение запасов. Это приводит к ситуациям, когда склады одновременно переполнены неликвидами и испытывают дефицит критически важных деталей [1]. Усугубляет ситуацию рост цен на сырье и комплектующие, разрывы логистических цепочек и необходимость импортозамещения, вынуждающие компании искать новых поставщиков и заново выстраивать процессы закупок [2].

Традиционные системы бухгалтерского и складского учета часто не обеспечивают менеджмент своевременной и релевантной информацией для принятия стратегических решений, поскольку носят ретроспективный характер и не ориентированы на будущее [3]. Особую значимость приобретают риски, связанные с приобретением некачественных запасных частей, доля которых на современном рынке, по некоторым оценкам, достигает 30% от общей партии [4].

Целью настоящего исследования является разработка теоретически обоснованного и практико-ориентированного методического подхода к внедрению инструментов контроллинга для совершенствования системы учета и управления запасными частями на складах сервисных компаний транспортных средств. Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие задачи: раскрыть сущность контроллинга и систематизировать его инструменты, применимые для управления запасами в сервисных компаниях, выявить и проанализировать типичные проблемы, возникающие в процессе учета запасных частей в транспортном секторе, разработать методику применения ключевых инструментов контроллинга для построения эффективной системы учета запасов, оценить потенциальную экономическую и операционную эффективность предложенной методики.

Инструменты контроллинга в управлении запасами

Сегодня контроллинг рассматривается как информационная поддержка процессов и мероприятий, интегрирующая в себя планирование, контроль, учет и аналитическую работу для достижения стратегических и оперативных целей предприятия [5]. Его сущность заключается в переходе от простого контроля к системной координации и интеграции всех элементов управления, что обеспечивает долгосрочную эффективность и адаптивность организации. Для сервисных компаний, где запасы часто представлены расходными материалами

и запасными частями, применение контроллинга позволяет найти баланс между сокращением издержек хранения и недопущением дефицита, способного парализовать основную деятельность [6].

Основой для построения такой сбалансированной системы служит ABC-анализ, который выполняет функцию первоначальной диагностики и классификации запасов. Данный метод предполагает разделение всей номенклатуры на три категории по степени их влияния на общие затраты: А (наиболее ценные позиции), В (промежуточные) и С (наименее ценные, но многочисленные) [7]. Такой подход позволяет дифференцировать управленческое внимание, однако для формирования полноценной стратегии управления требуется более глубокое понимание характера потребления этих запасов.

Именно эту задачу решает XYZ-анализ, логически дополняющий ABC-классификацию оценкой прогнозируемости потребления. В его основе лежит расчет коэффициента вариации спроса, позволяющего выделить группы со стабильным (Х), нерегулярным (Y) и непредсказуемым (Z) потреблением [8]. Комбинирование этих двух методов создает надежный фундамент для дальнейшего планирования, поскольку сформированные девять однородных групп требуют различных подходов к нормированию и контролю.

На основе полученной классификации может быть эффективно применен метод планирования потребностей (MRP), который трансформирует качественные выводы анализа в конкретные количественные показатели. Данный алгоритм, основанный на плане оказания услуг, спецификациях материалов и текущем состоянии запасов, вычисляет объем и сроки необходимых закупок [9]. Таким образом, система MRP обеспечивает практическую реализацию тех стратегических ориентиров, которые были определены на этапе аналитической работы.

Однако даже самая совершенная система планирования требует надежного механизма контроля за фактическим состоянием запасов. Эту функцию выполняет циклическая инвентаризация (Cycle Counting), являющаяся альтернативой единовременной полной инвентаризации. Ее ключевое преимущество заключается в непрерывном поддержании точности данных учета без остановки операционной деятельности [10]. При этом частота пересчета позиции напрямую зависит от ее принадлежности к категории ABC, что демонстрирует преемственность и взаимосвязь различных инструментов контроллинга.

Для оперативного регулирования процессов пополнения и расходования материальных ресурсов применяются логистические модели управления запасами. Выбор между моделью с фиксированным размером заказа и моделью с фиксированной периодичностью заказа определяется на основе данных, полученных в результате ABC/XYZ-анализа, а также возможностей системы MRP [11]. Эта взаимосвязь обеспечивает согласованность тактических решений со стратегическими установками системы контроллинга.

Завершает управленческий цикл анализ ключевых показателей эффективности (KPI), который обеспечивает оценку результативности выбранной политики. Для сервисной компании наиболее релевантными являются показатель оборачиваемости запасов, уровень обслуживания и

коэффициент доступности критически важных материалов [12]. Мониторинг этих индикаторов не только позволяет оценить текущее состояние системы, но и формирует информационную базу для корректировки классификации запасов и параметров планирования, замыкая тем самым контур непрерывного улучшения системы управления запасами в сервисной компании.

Проблемы учета запасных частей в транспортном секторе

В процессе учета запасных частей в транспортном секторе организации сталкиваются с комплексом взаимосвязанных проблем, которые затрагивают как операционное управление, так и методологию бухгалтерского учета. Анализ научных публикаций позволяет выявить и систематизировать наиболее типичные из них.

Фундаментальной проблемой является неэффективное управление запасами, которое проявляется в двух крайностях: образовании излишков (неликвидов) и возникновении дефицита необходимых деталей. Оба сценария приводят к значительным экономическим издержкам: в первом случае происходит замораживание оборотных средств и рост затрат на хранение, во втором — к прямым убыткам от простоя подвижного состава и срыву договорных обязательств [13]. Эта проблема усугубляется тем, что выход из строя узлов и агрегатов в реальных условиях эксплуатации носит случайный характер, а ресурс деталей может существенно отличаться от заявленных производителем норм из-за климатических и дорожных особенностей, что делает прогнозирование потребности крайне затруднительным [14].

На оперативном уровне ключевой вызов связан со сложностью прогнозирования спроса и рационализации уровня запасов. В отличие от продукции серийного производства, спрос на запасные части является спорадическим и непредсказуемым [13]. Неточность прогнозов напрямую влияет на ключевые показатели эффективности работы автотранспортного предприятия, такие как коэффициент технической готовности подвижного состава. Для решения этой задачи предлагаются различные методики расчета норм расхода, основанные на ресурсе до первой замены детали, числе замен за срок службы автомобиля или с учетом вариации ресурса деталей. Однако их практическое применение часто сталкивается с недостатком достоверной статистической информации об отказах, необходимой для построения обоснованных прогнозов [14].

Серьезные проблемы существуют и в методологии бухгалтерского учета. Исследования указывают на ряд недостатков общепринятого порядка учета. В частности, отмечается, что субсчет 10–5 «Запасные части» оказывается перегруженным, поскольку на нем учитываются как собственно запчасти, так и автошины, что снижает прозрачность информации. Специфика учета запасных частей обуславливает большое количество внутренних учетных записей, что приводит к необходимости открытия субсчетов второго порядка, нагромождению внутренних оборотов и повышению трудоемкости учетных процессов. Кроме того, существующие методики в большей степени ориентированы на крупные автотранспортные хозяйства и зачастую не учитывают особенности субъектов малого предпринимательства [15].

В качестве одного из комплексных направлений совершенствования учета затрат, в том числе и на запасные части, рассматривается децентрализация управления и разукрупнение автотранспортных предприятий. Создание холдинговой структуры, где услуги автоперевозок, ремонта и торговли запчастями выделены в отдельные юридические лица, позволяет повысить прозрачность учета и расчетов, упростить бухгалтерские процедуры, снизить удельный вес накладных расходов и облегчить процесс калькулирования себестоимости автотранспортных услуг [15].

Таким образом, проблемы учета запасных частей в транспортном секторе носят системный характер, требующий интегрированного подхода, который сочетает внедрение научно обоснованных методов прогнозирования и управления запасами, адаптацию управленческого учета к специфике транспортных услуг и организационную трансформацию предприятий для повышения эффективности и прозрачности финансовых потоков.

Разработка предложений по использованию методов планирования выполнения различных групп запасов и оценка эффективности предложенных решений

Для проведения всех расчетов необходима отправная точка. Используем данные о продажах и цены за единицу одного из сервисных предприятий транспортного сектора (Табл. 1).

Табл. 1. Исходные данные об объемах продаж запчастей сервисным предприятием за год по месяцам, шт.

Месяцы года	Масляный фильтр (0001)	Тормозная колодка (0002)	Турбокомпрессор (0003)
Январь	105	18	0
Февраль	98	22	1
Март	110	20	0
Апрель	92	19	2
Май	115	25	0
Июнь	105	21	1
Июль	88	17	0
Август	102	23	1
Сентябрь	95	18	0
Октябрь	108	24	1
Ноябрь	112	20	0
Декабрь	100	23	2
Всего	1230	250	8

Проведем комплексный ABC- и XYZ-анализ.

Согласно ABC-анализу необходимо проранжировать все единицы запасов по их вкладу в общие финансовые потоки. Это позволяет сконцентрировать управленческое внимание и ресурсы на наиболее значимых позициях

(категория А), в то время как для менее значимых (категория С) можно использовать упрощенные, менее трудозатратные методы управления. Классическое правило Парето гласит, что примерно 20% ассортимента дают 80% оборота.

Результаты расчета годового объема продаж запчастей в денежном выражении для каждой позиции, их кумулятивная доля и отнесение к категории в ABC-анализе приведены в Табл. 2.

Таблица 2. Результаты расчета годового объема продаж запчастей в денежном выражении для каждой позиции, их кумулятивная доля и отнесение к категории в ABC-анализе

Наименование запчастей	Годовой спрос, шт.	Цена, руб./шт.	Годовой объем продаж, тыс. руб./год	Кумулятивная доля, %	Категория в ABC-анализе
Масляный фильтр	1230	800	984	41,62	А
Турбокомпрессор	8	110 000	880	37,23	А
Тормозная колодка	250	2 000	500	21,15	С
Сумма			2 364	100,00	

С использованием XYZ-анализа проведена классификация запасов по степени предсказуемости и стабильности их потребления. Это критически важно для выбора правильной модели прогнозирования и управления запасами. Позиция с нестабильным спросом (Z) требует иного подхода, чем позиция со стабильным спросом (X), даже если они относятся к одной категории ABC.

Результаты расчета стандартного отклонения спроса для каждой позиции, коэффициент вариации спроса и отнесение к категории в XYZ-анализе приведены в Табл. 3.

Таблица 3. Результаты расчета стандартного отклонения спроса для каждой позиции, коэффициент вариации спроса и отнесение к категории в XYZ-анализе

Наименование запчастей	Среднемесячный спрос, шт.	Стандартное отклонение спроса, шт.	Коэффициент вариации спроса, %	Категория в XYZ-анализе
Масляный фильтр	102,5	7,9	7,7	Х
Турбокомпрессор	0,67	0,75	111,9	Z
Тормозная колодка	20,83	2,48	11,9	Х

В Табл. 4 приведена итоговая матрица полученных сводных результатов.

Таблица 4. Итоговая матрица ABC- и XYZ-анализа

	X	Y	Z
A	Масляный фильтр		Турбокомпрессор
B			
C	Тормозная колодка		

Перейдем к нормированию и планированию запасов. Позиция AX (масляный фильтр)— дорогая и со стабильным спросом. Это идеальный кандидат для модели EOQ (Economic Order Quantity) с фиксированным размером заказа. Эта модель математически точно балансирует затраты на размещение заказов и затраты на хранение, обеспечивая минимальные совокупные издержки. Постоянный мониторинг уровня запаса для такой важной позиции оправдан.

Рассчитаем необходимые параметры модели EOQ. Оптимальный размер заказа (EOQ):

$$EOQ = \sqrt{\frac{(2 \cdot S \cdot O)}{H}},$$

где S — годовая потребность в шт.;

O — затраты на размещение одного заказа (примем 1500 руб., исходя из затрат на работы менеджера, транспорта, обработки документов);

H — затраты на хранение единицы товара в год.

$$H = P \cdot i,$$

где i — годовой процент затрат на хранение (примем 20%);

P — цена за единицу товара.

Таким образом, получаем:

$$H = 800 \cdot 0,2 = 160 \frac{\text{руб.}}{\text{шт}} \text{ в год};$$

$$EOQ = \sqrt{\frac{(2 \cdot 1230 \cdot 1500)}{160}} = 151,87 \approx 152 \text{ шт.}$$

Далее определим страховой запас, который необходим для защиты от двух рисков: колебания спроса выше среднего и задержки в поставке. Для стабильного спроса (X) он может быть небольшим.

Метод расчета основан на времени выполнения заказа. Время выполнения заказа L примем равным 14 дням.

Среднедневной спрос:

$$D = \frac{1230}{365} = 3,37 \text{ шт. в день.}$$

Ожидаемый спрос за время поставки:

$$D_L = D \cdot L,$$

где L — длительность выполнения заказа (примем 14 дней);

$$D_L = 3,37 \cdot 14 = 47,18.$$

Определим уровень запаса, при достижении которого необходимо разместить новый заказ:

$$ROP = D_L + SS,$$

где SS — страховой запас (примем как 10% от ожидаемого спроса за время поставки).

Тогда величина запаса, при достижении которого необходимо разместить новый заказ составит:

$$ROP = 47,18 + 0,1 \cdot 47,18 \approx 52 \text{ шт.}$$

Таким образом, система работает так: постоянно отслеживается величина остатков запчастей на складе. Когда на складе остается 52 шт., мы размещаем новый заказ на поставку новой партии размером 152 шт.

Позиция СХ (тормозная колодка) малоценная, но со стабильным спросом. Основная цель — уменьшение управленческих усилий. Постоянно отслеживать уровень запаса для такой позиции и рассчитывать точку заказа нерационально. Гораздо эффективнее использовать модель с фиксированной периодичностью заказа (Р-модель), когда заказы размещаются через равные, заранее определенные промежутки времени.

Необходимо установить период между заказами (эмпирически). Для позиций С часто используют период в 2 недели или 1 месяц.

Ожидаемый спрос за период:

$$D_T = D \cdot T;$$

$$D_T = 0,684 \cdot 14 \approx 10 \text{ шт.}$$

Целевой уровень запаса:

$$U = D_T + SS.$$

Принимая страховой запас равным 50% от ожидаемого спроса за период, получаем целевой уровень запаса:

$$U = 10 + 0,5 \cdot 10 = 15 \text{ шт.}$$

Это максимальный уровень, до которого необходимо пополнять запас в каждый момент заказа.

Следовательно, система работает так: раз в 14 дней проверяется остаток тормозных колодок. Размер заказа равен 15 шт. за вычетом текущего остатка запасов.

Позиция AZ (турбокомпрессор) — дорогостоящая с абсолютно непредсказуемым спросом. Классические модели (EOQ, Р-модель) здесь неприменимы, так как они основаны на предположении о постоянном спросе. Спрос здесь "разрывной" (lumpy demand). Основная задача — обеспечение доступности при минимизации риска замораживания средств в дорогом, редко востребованном запасе.

Решение принимается на основе качественной оценки риска. Цена простоя автомобиля из-за отсутствия турбокомпрессора очень высока. Поэтому предприятие готово нести затраты на хранение одной единицы для быстрого реагирования.

Поскольку спрос возникает редко и единично, не представляется возможным опереться на средний спрос за период. Модель предельно проста: как только страховой запас тратится (происходит единственная поломка), немедленно размещается заказ на поставку новой единицы для его восстановления.

Следовательно:

$$SS = 1 \text{ шт.};$$

$$ROP = 1 \text{ шт.}$$

Таким образом, на складе постоянно поддерживается запас в 1 шт. турбокомпрессора. После его продажи или установки на ремонтируемый автомобиль (остаток падает до 0) система автоматически или распоряжением менеджера инициирует заказ на приобретение 1 шт.

Для оценки эффективности выбранной политики и системы в целом проведен расчет коэффициента оборачиваемости запасов. Данный показатель демонстрирует, сколько раз за период средний запас превращается в деньги и обратно. Высокая оборачиваемость указывает на эффективное использование оборотных средств.

$$\text{Оборачиваемость} = \frac{\text{Годовой объем в рублях}}{\text{Средний запас в рублях}}.$$

Масляный фильтр (АХ):

$$\text{Средний запас} = \frac{EOQ}{2} + SS = \frac{152}{2} + 5 = 81 \text{ шт.};$$

$$\text{Оборачиваемость} = \frac{984000}{81 \cdot 800} \approx 15,2 \text{ об/год.}$$

Аналогично проводятся расчеты для тормозной колодки и турбокомпрессора.

Проведем расчет среднего запаса комплектующих до внедрения разработанной методики (Табл. 5).

Таблица 5. Средний запас компании до внедрения разработанной методики

Наименование	Средний запас до внедрения, шт.	Средний запас до внедрения, руб.
Масляный фильтр	200	$200 \times 800 = 160\,000$
Тормозная колодка	40	$40 \times 2\,000 = 80\,000$
Турбокомпрессор	1	$1 \times 110\,000 = 110\,000$

Проведем расчет коэффициента оборачиваемости до внедрения инструментов контроллинга.

Масляный фильтр (АХ):

$$\text{Оборачиваемость} = \frac{984000}{160000} = 6,15 \text{ об/год.}$$

Аналогично проведены расчеты для тормозной колодки и турбокомпрессора.

Для сравнения коэффициенты оборачиваемости до и после внедрения инструментов контроллинга приведены в Табл. 6.

Таблица 6. Сводная таблица оборачиваемости до и после внедрения инструментов контроллинга

Наименование	Оборачиваемость до (об/год)	Оборачиваемость после (об/год)
Масляный фильтр (АХ)	6,15	15,2
Тормозная колодка (СХ)	6,25	25
Турбокомпрессор (АЗ)	8	8

Резкое увеличение оборачиваемости по основным позициям (АХ и СХ) напрямую указывает на то, что для поддержания операционной деятельности компании теперь требуется значительно меньше денег, "замороженных" в запасах. Эти средства могут быть направлены на развитие, инвестиции или погашение кредитов.

Меньший средний запас – это прямая экономия на аренде складских площадей, страховании, налогах на имущество и других сопутствующих издержках.

Несмотря на сокращение запасов, система страховых запасов и точек заказа гарантирует, что критически важные детали (как турбокомпрессор) всегда доступны, а по стабильным позициям риск дефицита уменьшен. Это ведет к сокращению времени простоя транспорта и повышению лояльности клиентов.

Взаимосвязанное комплексное применение различных инструментов контроллинга позволило заменить интуитивные решения ("закупить побольше") на научно обоснованные модели, зависящие от объективных характеристик каждой товарной позиции (ее цены и предсказуемости спроса).

Данное пошаговое обоснование демонстрирует, что система контроллинга запасов — это не набор случайных формул, а логически выстроенный процесс, где каждый следующий шаг основан на результатах предыдущего, а выбор методов диктуется характеристиками самих запасов.

Выводы

На основании проведенного исследования можно сделать вывод, что внедрение инструментов контроллинга в систему управления запасами запасных частей на складах сервисных компаний транспортного сектора является не только целесообразным, но и необходимым для повышения их конкурентоспособности. Результаты работы демонстрируют, что традиционные методы учета и управления запасами зачастую не справляются с современными вызовами, такими как нестабильность спроса, рост затрат и необходимость обеспечения бесперебойного сервиса.

Практическая реализация предложенного подхода, основанного на комбинации ABC- и XYZ-анализа, позволила дифференцировать методы управления в зависимости от цены запчасти и прогнозируемости спроса на каждую позицию. Это дало возможность перейти от интуитивных решений к научно обоснованным моделям, таким как EOQ для стабильных и ценных позиций, модель с фиксированной периодичностью заказа (Р-модель) для малоценных запчастей, и индивидуальные подходы для позиций с непредсказуемым спросом.

Результаты расчетов наглядно показали значительное повышение эффективности использования оборотных средств. Увеличилась оборачиваемость запасов по ключевым позициям, что свидетельствует о высвобождении финансовых ресурсов, ранее замороженных в избыточных запасах. При этом система страховых запасов и точек заказа обеспечила сохранение необходимого уровня доступности критически важных запасных частей, уменьшив риски простоя обслуживаемых предприятием транспортных средств.

Литература

1. Оптимизация и управление складом запасных частей на предприятиях обслуживающих и эксплуатирующих АТС. URL: <https://www.dissercat.com/content/optimizatsiya-i-upravlenie-skladom-zapasnykh-chastei-na-predpriyatiyakh-obslyuzhivayushchikh> (дата обращения: 20.11.2025)
2. Оптимизация управления запасами на предприятии // Klerk.ru : блог. – 2023. – URL: <https://www.klerk.ru/blogs/kskgroup/576953/> (дата обращения: 20.11.2025)
3. Скляров, И. Ю., Фролов, А. В., & Гутякулова, Б. Б. Эффективное управление запасами: способы оптимизации учета тмц экономического субъекта. Современная экономика: проблемы и решения, 2023. № 8. С. 103-117.
4. Булатов С. В., Горбачёв С. В., Кеян Е. Г., Фаскиев Р. С., Хасанов И. Х. К вопросу разработки стратегии управления рисками при приобретении запасных частей автотранспортными предприятиями в современных рыночных условиях // Воронежский научно-технический вестник, 2024. № 1. С. 70-76.
5. Фалько С.Г. Контроллинг в процессе внедрения и оптимизации производственных систем. Контроллинг, 2017. №1. С. 2-5.
6. Boff E., Silva C.P. Inventory control and management in industry // Trends in Supply Chain Management, 2013. Vol. 12. No 3. P. 45-52.
7. Тебекин А.Н. ABC-анализ как инструмент оптимизации управления запасами в логистической системе предприятия // Логистика и управление цепями поставок, 2020. № 2 (91). С. 15-22.
8. Иванов Г.В. Совершенствование управления запасами на основе комбинированного применения ABC и XYZ анализа // Российское предпринимательство, 2019. Т. 20. № 4. С. 923-938.
9. Соколов Д.В. Методы планирования потребностей в системах управления запасами промышленных предприятий // Бизнес-информатика, 2018. № 1 (43). С. 55-63.
10. Drohomeretski E., Souza F. Cycle counting and inventory accuracy // Journal of Logistics Management, 2012. Vol. 5. No 1. P. 12-19.
11. Клочкова А.Н. Логистические модели управления запасами: сравнительный анализ и выбор оптимальной стратегии // Вестник университета, 2021. № 1. С. 78-85.
12. Петрова Л.А. Ключевые показатели эффективности системы управления запасами в сфере услуг // Экономика и управление: проблемы, решения, 2020. Т. 2. № 8 (104). С. 64-70.
13. Бочкарев А. А., Замалетдинова Д. А. Проблема снабжения запасными частями автотранспортных предприятий и подходы к ее решению. Часть II // Логистика, 2015. № 12(109). С. 32–39.
14. Верительник Е. А. Совершенствование методов определения потребности в запасных частях на предприятиях грузового автомобильного транспорта: дис. ... канд. наук. 2022. 269 с.
15. Совершенствование учета затрат автотранспортных организаций // Российское предпринимательство, 2008. № 11-1 (122). С. 1-5.

УДК 631.372:338.3; JEL Classification: M15

Сравнительная технико-экономическая оценка беспилотного и пилотируемого вариантов зерноуборочного комбайна

Бабкина А. К.¹, Матвеев С. Г.²

¹студентка магистратуры кафедры «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана, babkinaarina@ya.ru.

²к.т.н., доцент кафедры «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана, matveevsg@bmstu.ru.

Аннотация. В статье рассмотрена актуальная проблема внедрения беспилотных технологий в сельскохозяйственную технику на примере зерноуборочного комбайна Ростсельмаш TORUM. Проведён анализ двух вариантов эксплуатации: с участием оператора и в автономном (беспилотном) режиме. На основе принципов контроллинга и технико-экономической оценки сформирована целевая функция минимизации совокупных затрат жизненного цикла, включающая затраты на проектирование, изготовление и эксплуатацию комбайна. Рассчитаны показатели затрат и экономического эффекта, учитывающие затраты на разработку программного обеспечения, технических систем управления, заработную плату операторов, топливную эффективность и обслуживание. Представлены выводы и рекомендации по организационно-экономическому внедрению автономных технологий в производство сельскохозяйственной техники.

Ключевые слова: беспилотные технологии, зерноуборочный комбайн, организация производства, контроллинг, технико-экономическая оценка, жизненный цикл, целевая функция, автоматизация сельского хозяйства.

Comparative technical and economic assessment of unmanned and manned combine harvester

Arina Babkina¹, Sergey Matveev²

¹Master's student of the Department of Economics and Production Organization, Bauman Moscow State Technical University, Moscow.

²Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Economics and Production Organization, Bauman Moscow State Technical University, Moscow.

Abstract. This article examines the pressing issue of implementing unmanned technologies in agricultural machinery using the Rostselmash TORUM grain harvester as an example. Two operating scenarios are analyzed: with operator involvement and in autonomous (unmanned) mode. Based on the principles of controlling and technical and economic assessment, a target function for

minimizing total lifecycle costs is developed, including the costs of designing, manufacturing, and operating costs. Cost and economic impact indicators are calculated, considering the costs of developing software, technical control systems, operator salaries, fuel efficiency, and maintenance. Conclusions and recommendations for the organizational and economic implementation of autonomous technologies in agricultural machinery production are presented.

Keywords: *unmanned technologies, grain harvester, production organization, controlling, technical and economic assessment, life cycle, target function, automation of agriculture.*

Введение

В настоящее время в аграрном секторе отечественной экономики наблюдается острый дефицит квалифицированных кадров, отмечается высокие затраты на оплату труда и необходимость повышения урожайности [1]. Зерноуборочные комбайны требуют опытных механизаторов, чья средняя зарплата в России по итогам весны 2024 г. достигает 250–300 тыс. руб. в месяц [2]. В то же время растут требования к эффективности, качеству и точности сельхозработ. В этих условиях развитие автономного вождения сельхозтехники рассматривается как путь снижения издержек и увеличения производительности. Ростсельмаш запустил проект, включающий беспилотные комбайны TORUM с автопилотом на базе технологии машинного зрения [3]. Аналоги на Западе в настоящее время ограничены. Российская система Cognitive Agro Pilot проходит испытания с 2019 г. на комбайнах Rostselmash Acros [4].

Цель настоящей работы – комплексное сравнение двух вариантов зерноуборочного комбайна TORUM с механизатором и в полностью беспилотном режиме с оценкой суммарных затрат на жизненный цикл. Для этого ставятся задачи: дать техническое описание комбайна TORUM, описать структуру и технологии систем управления в обоих вариантах, провести количественные расчёты затрат на разработку и производство систем. При этом необходимо учитывать топливную эффективность и экономию на оплате труда, определить целевую функцию суммарных затрат и найти оптимальный вариант. Исследование опирается на официальные данные Ростсельмаша, отраслевые источники и нормативную информацию.

Описание объекта: комбайн TORUM

Зерноуборочный комбайн – это сложная многофункциональная машина, предназначенная для механизированного сбора зерновых культур. Он сочетает в себе ряд узлов и систем, выполняющих полный цикл уборки урожая: срезание стеблей, обмолот колосьев, сепарацию зерна от соломы, очистку и накопление зерна в бункере. К основным компонентам комбайна относятся жатка (режущий аппарат) для среза растений, наклонная камера для подачи массы, молотильный барабан и деки для вымолота зерна, системы сепарации (соломотряс или ротор) и очистки зерна (вентиляторы и решета), зерновой бункер для сбора очищенного зерна, двигатель, рама, трансмиссия, а также кабина оператора. Традиционный зерноуборочный комбайн управляется механизатором, поэтому кабина оснащается всем необходимым для работы человека: эргономичное сиденье и панель приборов, рулевое управление, рычаги и педали для трансмиссии,

системы климат-контроля, шумо- и виброизоляция, обзорные зеркала и камеры для контроля окружения. Конструкция предусматривает средства пассивной безопасности для оператора (прочный каркас, огнетушители и пр.). Таким образом, присутствие человека требует значительной части ресурсов машины, не участвующих напрямую в процессе уборки, но обеспечивающих комфорт и контроль. Кабина и связанные с ней системы существенно увеличивают себестоимость машины – по некоторым данным, у мини-тракторов кабина может повышать цену на 30–50% [5].

Для крупных комбайнов доля кабины в себестоимости ниже, но её исключение в беспилотном варианте позволяет снизить затраты на производство. Комбайн Rostselmash TORUM (рис. 1) является флагманским образцом современной зерноуборочной техники российского производства. В частности, модель TORUM 785 оснащена роторной молотильно-сепарирующей системой и двигателем мощностью до 520 л. с. (383 кВт), а объём зернового бункера составляет около 12 000 л [6]. Производительность комбайна достигает 40–45 т/ч при уборке зерновых в оптимальных условиях [6]. В спецификации указано, что система автоматического вождения может устанавливаться как опция на комбайн TORUM (проект «Agrotronic Pilot» или RSM Explorer Plus).



Рис. 1. Зерноуборочный комбайн Ростсельмаш TORUM

Выбор TORUM для анализа обусловлен его распространённостью в крупных хозяйствах, наличием у Ростсельмаша собственной платформы автопилота и высоким ресурсом этой модели, что при её высокой производительности усиливает экономическую значимость параметров эксплуатации.

Целевая функция для сравнительной технико-экономической оценки

В качестве целевой функции для принятия управленческого решения о выборе наилучшего варианта комбайна используем сумму затрат на жизненный цикл комбайна. Без учета коэффициента дисконтирования целевая функция $Z(i)$ может быть представлена для каждого из двух вариантов i ($i=1$ – вариант с пилотом, $i=2$ – беспилотный вариант) как:

$$Z(i) = C_{\text{дор}}(i) + C_{\text{пр}}(i) + C_{\text{экс}}(i),$$

где $C_{\text{дор}}(i)$ – **затраты** на доработку и внедрение системы (единичные, в расчёте на один комбайн); $C_{\text{пр}}(i)$ – **затраты** на производство комбайна; $C_{\text{экс}}(i)$, – суммарные расходы в ходе эксплуатации за жизненный цикл эксплуатации комбайна (топливо/энергия, обслуживание, ремонт, оплата труда, прочие операционные издержки). Наилучшим (предпочтительным или оптимальным) считается вариант i с минимальным значением интегрального показателя $Z(i)$.

Вариант комбайна с механизатором (пилотом)

В классическом варианте комбайн TORUM управляется оператором (механизатором), находящимся в кабине. Структура системы управления включает рулевое колесо, рычаги и педали трансмиссии, панель приборов, блоки безопасности, а также систему видеонаблюдения [7] и платформу телеметрии Agrotronic [8], позволяющую осуществлять удалённый мониторинг параметров работы машины. Кабина соответствует современным требованиям эргономики: она оборудована регулируемым сиденьем, системой климат-контроля, шумоизоляцией и обеспечивает хороший обзор поля. Комбайн комплектуется бортовым компьютером Adviser III [9], а также электронными ассистентами — например, система RSM AutoSharp регулирует параметры обмолота для повышения эффективности, а система RSM AutoCrop подстраивает скорость движения в зависимости от нагрузки на молотильный механизм. Навигация возможна по сигналам GPS/ГЛОНАСС с использованием RTK-коррекции, а система RSM AutoDriver обеспечивает параллельное вождение с точностью до 2,5 см. Также в стандартную комплектацию входят датчики холостого хода и остановки, система выравнивания наклона платформы RSM Level Control и модуль картирования урожайности Yield Mapping, обеспечивающий визуализацию собранного зерна на карте поля. Таким образом, пилотируемый комбайн оснащён комплексом средств автоматизации поддержки принятия решений, однако ключевые действия по управлению выполняет человек.

Дополнительные конструкторские затраты на проектирование и изготовление варианта с пилотом при серийном производстве комбайнов TORUM с классической кабиной минимальны, поскольку базовая модель уже разработана. Для оценки примем условно затраты $C_{\text{дор}}(1)$ на доработку пилотного варианта под конкретную комплектацию в размере $C_{\text{дор}}(1) = 1,0$ млн руб. Основная часть затрат приходится на само изготовление машины. Закупочная цена $C_{\text{пр}}(1)$ серийного комбайна TORUM «как есть» составляет 18 млн руб. (по открытым данным: модификация TORUM-750 – 17,8 млн руб., TORUM-785 – 21,8 млн руб. [10]). Эти цифры соответствуют официальным прайс-листам Ростсельмаша на 2021 г. (цены с НДС) [10]. Следует отметить, что все необходимые для пилотируемого варианта компоненты (кабина, органы управления, датчики) уже учтены в указанной цене машины.

Операционные затраты при эксплуатации комбайна с пилотом (длительность жизненного цикла комбайна 10 лет) включают расходы на топливо, техническое обслуживание, амортизацию и оплату труда оператора. Примем типовой режим использования: сезон сбора урожая длится 4 месяца в году, уборка идет только в дневное время, по 12–13 часов в день (примем 12,5

часов). Отсюда следует, что комбайн работает 1000 моточасов в год (за весь жизненный цикл – 10 000 моточасов за 10 лет). За сезон (около 4 месяцев ежегодно) комбайн убирает 2000 га [11] со средней урожайностью 3 т/га, то есть 6 000 т зерна в год, или 60 000 т за 10 лет. Удельный расход дизельного топлива на уборку зерновых составляет 3 л на тонну убранного урожая [12]. Тогда суммарный расход топлива за 10 лет оценивается в 180 000 л. При средней цене дизельного топлива 71,48 руб./л (по данным Росстата, на июль 2025 г. [13]) это составит 13 млн руб. на десятилетний период.

Работа комбайнёра носит сезонный характер. Уборочная кампания длится около 4 месяцев в году, при этом заработная плата механизаторов достигала в 2024–2025 годах 250–300 тыс. руб. в месяц на Кубани и в Ростовской области в период уборки урожая [2, 14]. Таким образом, затраты на оплату труда оператора можно оценить в 1 млн руб. в год, или в 10 млн руб. за 10 лет. Техническое обслуживание и ремонт комбайна примем равными 5% от его первоначальной цены в год. Для машины стоимостью 18 млн руб. это 0,9 млн руб./год, или 9 млн руб. за 10 лет эксплуатации. Складывая основные статьи, получаем, что совокупные эксплуатационные затраты $C_{\text{экс}}(1)$ пилотируемого комбайна за 10 лет составляют:

$$C_{\text{экс}}(1) = 13 + 10 + 9 \approx 32 \text{ млн руб.}$$

В итоге целевая функция $Z(1)$ полных затрат жизненного цикла комбайна TORUM с механизатором (вариант $i=1$) можно определить как сумму затрат на доработку $C_{\text{дор}}(1)$, производство $C_{\text{пр}}(1)$ и эксплуатацию $C_{\text{экс}}(1)$:

$$Z(1) = C_{\text{дор}}(1) + C_{\text{пр}}(1) + C_{\text{экс}}(1) = 1 + 18 + 32 = 51 \text{ млн руб.}$$

Беспилотный вариант комбайна

В автономном («беспилотном») варианте вместо механизатора используется цифровая система управления и удалённый оператор-наблюдатель. Конструктивно кабина либо полностью отсутствует, либо выполняет вспомогательную функцию. Её место занимают компоненты автопилота: электронные блоки, датчики и модули связи. Основные компоненты такой системы включают: блок автономного управления (бортовой компьютер с нейропроцессором), оптические сенсоры (видеокамера, LiDAR-сканер, радар), средства мониторинга, беспроводные модули (радио или 4G/5G-модем) для связи с диспетчерским пунктом, а также серверные мощности для удалённой обработки данных. Используется высокоточная навигация: например, гибридная система Agrotronic Pilot 2.0 объединяет машинное зрение и GNSS-навигацию с RTK для автоматического вождения по заданному маршруту [15]. Однако в случае потери спутникового сигнала система способна ориентироваться по данным камеры и радара. Российский комплекс Cognitive Agro Pilot реализует подобный подход: в нём одна видеокамера и бортовой ИИ заменяют оператора, позволяя комбайну следовать по краю неубранного поля, объезжать препятствия и управлять основными функциями без участия человека [4]. Данная система испытывается с 2019 г. и не требует GPS-сигнала, полагаясь исключительно на машинное зрение и искусственный интеллект [4]. В беспилотном TORUM все технологические операции (движение, уборка, разгрузка бункера и пр.) выполняются автопилотом, а человек лишь удалённо контролирует параметры работы через телеметрию (платформа Agrotronic). При

необходимости оператор может вмешаться, но в штатном режиме его участие минимально.

Используемые технологии включают системы машинного зрения, LiDAR-сканеры и радары для обнаружения препятствий и навигации. Программное обеспечение автопилота строит оптимальную траекторию движения (например, алгоритм RSM Router вырабатывает маршрут без пропусков и пересечений), автоматически разворачивает комбайн на краю поля и поддерживает нужную скорость движения [16]. Автономный комбайн способен объезжать возникшие препятствия или останавливаться перед ними без участия человека [16]. Система мониторинга Agtronіc собирает телеметрию комбайна в реальном времени по защищённому каналу связи и передаёт на сервер хозяйства. Для функционирования беспилотного комплекса требуется также ИТ-инфраструктура: серверы для обработки данных, каналы передачи (сотовая связь, радиосети) и служба технической поддержки ПО.

Затраты на проектирование и изготовление беспилотного варианта ($i=2$) заметно выше базового беспилотного варианта. Требуются НИОКР по системе автономного управления, разработка или закупка специализированного ПО, интеграция датчиков в машину. Оценочно заложим затраты $C_{\text{дор}}(2)$ на проектные и опытно-конструкторские работы в размере $C_{\text{дор}}(2) = 2,0$ млн руб. на одну модификацию комбайна под автопилот. Затраты на изготовление беспилотной версии можно представить как цену базовой машины без кабины плюс расходы на приобретение датчиков и компьютеров автопилота. Базовый комбайн TORUM (с кабиной) стоит 18 млн руб., однако отсутствие кабины даст экономию. Кабина – дорогостоящий узел: например, для тракторов кабина может составлять до 30–50% цены [5]. Для комбайна доля ниже; оценим, что исключение кабины снизит затраты примерно на 10–12% (2 млн руб.) на единицу продукции. С другой стороны, в автономный комбайн необходимо добавить систему сенсоров. Комплект искусственного зрения Cognitive Agro Pilot по состоянию на 2021–2022 гг. стоил около 0,8–0,95 млн руб. [17]. Кроме того, требуются дополнительные устройства: трёхмерный LiDAR-сканер (1,0 млн руб.), несколько видеокамер и иных датчиков (0,5 млн руб.), высокоточный GNSS-модуль (0,1 млн руб.) и радиомодуль связи (0,1 млн руб.). В совокупности затраты на оснащение комбайна датчиками можно оценить в 3,7 млн руб. За вычетом экономии на кабине (2 млн руб.) чистый прирост затрат составит около 1,7 млн руб. на машину. Таким образом, можно оценить, что заводская цена $C_{\text{пр}}(2)$ беспилотного TORUM окажется $C_{\text{пр}}(2) = 19,7$ млн руб. (в расчёте 18 млн руб. + 1,7 млн руб.) за единицу техники.

Операционные затраты $C_{\text{экс}}(2)$ беспилотного комбайна (на 10 лет) включают топливо, техобслуживание, амортизацию, ИТ-инфраструктуру и частично – труд персонала (удалённых операторов). Благодаря рационализации маршрутов и режима работы автопилота расход топлива несколько снижается: по данным Cognitive Pilot, экономия топлива составляет до 5% [18]. В расчёте на наш сценарий (60 тыс. т зерна за 10 лет) это означает, что понадобится около 171 000 л дизельного топлива вместо 180 000 л в пилотируемом варианте, то есть 9 тыс. л экономии. Затраты на топливо за 10 лет будут составлять 12,2 млн руб. В денежном выражении экономия топлива составит 0,643 млн руб. за 10 лет.

Оплата труда персонала в беспилотном варианте резко сокращается. Один удалённый оператор способен контролировать одновременно несколько (до пяти) комбайнов [18]. Таким образом, на один беспилотный комбайн приходится лишь 0,2 ставки оператора. Если сезонная оплата оператора составляет 1 млн руб./год, то на одну машину придётся около 200 тыс. руб./год. За 10 лет это суммарно составит 2 млн руб. на один комбайн (вместо 10 млн руб. в пилотируемом варианте). Это оценка исходя из равной квалификации и оплаты труда операторов; на практике могут понадобиться операторы более высокой квалификации (ИТ-специалисты), но их труд распределяется на парк машин.

Расходы на техническое обслуживание автономного комбайна несколько выше из-за присутствия сложной электроники. Помимо стандартных расходов (5% от цены машины в год, как и ранее 0,9 млн руб./год), добавляются затраты на обслуживание датчиков и ПО. Они составят 2% в год от стоимости сенсорного оборудования (3,7 млн руб.) – это 0,074 млн руб./год, или 0,74 млн руб. за 10 лет. Тогда суммарные затраты на обслуживание составят 0,974 млн руб./год, или 9,75 млн руб. за десятилетие (против ~9 млн руб. у обычного комбайна).

Затраты на связь и ИТ инфраструктуру включают оборудование серверов, сетевого оборудования и оплату каналов связи. Предположительно, на один комбайн приходится, одновременно, около 0,2 млн руб. на развёртывание серверного ПО и закупку базового коммуникационного оборудования, а также 0,05–0,1 млн руб. ежегодно на связь (SIM-карты, трафик) и поддержку программного обеспечения. За 10 лет это может составить $0,2 + 10 \times 0,075 = 0,95$ млн руб. Суммарно эксплуатационные затраты беспилотного варианта $C_{\text{экс}}(2)$ за 10 лет складываются из затрат на топливо, оплату труда оператора, техническое обслуживание, связь и ИТ:

$$C_{\text{экс}}(2) = 12,2 + 2 + 9,8 + 0,95 = 25 \text{ млн руб.}$$

В сравнении с пилотным вариантом (32 млн руб.) получаем снижение операционных расходов на 22%. Основная экономия достигается за счёт топлива и фонда оплаты труда, тогда как техобслуживание и новые статьи (связь, ИТ) частично компенсируют выигрыш.

В итоге целевая функция $Z(2)$ полных затрат жизненного цикла комбайна TORUM в беспилотном варианте (вариант $i=2$) можно определить как сумму затрат на доработку $C_{\text{дор}}(2)$, производство $C_{\text{пр}}(2)$ и эксплуатацию $C_{\text{экс}}(2)$ [19]:

$$Z(2) = C_{\text{дор}}(2) + C_{\text{пр}}(2) + C_{\text{экс}}(2) = 2 + 19,7 + 25 = 47 \text{ млн руб.}$$

Выбор оптимального варианта

Результаты проведенных расчетов сведём в таблицу 1.

Представленные в таблице результаты расчетов отражают сравнительный анализ совокупных затрат на жизненный цикл зерноуборочного комбайна TORUM в пилотируемом и беспилотном исполнении на горизонте 10 лет. Как видно, эксплуатационные затраты беспилотного варианта ниже за счёт сокращения расходов на оплату труда (2 млн руб. против 10 млн руб.) и экономии топлива (0,6 млн руб.). Однако совокупные затраты на

проектирование и производство в беспилотной версии выше (21,7 млн руб. против 19 млн руб.) вследствие необходимости установки дополнительного оборудования и разработки системы автономного управления. В результате общие затраты по жизненному циклу беспилотного комбайна составляют 47 млн руб., что меньше, чем аналогичный показатель пилотируемой версии (51 млн руб.). Таким образом, экономическая эффективность беспилотной технологии выше, чем в варианте пилотируемого комбайна.

Таблица 1. Сравнение затрат на жизненный цикл зерноуборочного комбайна (10-летний период): пилотный и беспилотный вариант

Статья затрат	С пилотом, млн руб.	Беспилотный, млн руб.
Проектирование	1	2
Производство	18	19,7
Эксплуатация (10 лет)	32	25
– топливо	13	12,2
– зарплата оператора	10	2
– обслуживание	9	9,8
– связь и IT	0	0,95
Всего за жизненный цикл	51	47

Выводы

Проведённая сравнительная технико-экономическая оценка пилотируемого и беспилотного вариантов зерноуборочного комбайна TORUM показала, что внедрение автономных технологий позволяет достичь существенного снижения эксплуатационных затрат за счёт уменьшения расходов на оплату труда операторов, экономии топлива, а также рационализации технологических процессов. Совокупные эксплуатационные затраты в беспилотном варианте оказались ниже на 7 млн руб. за десятилетний период эксплуатации (–22% относительно пилотируемого). Это подтверждает экономическую эффективность беспилотных комбайнов для аграрных предприятий, особенно в условиях острого дефицита квалифицированных механизаторов и роста цен на ресурсы.

В то же время, расчёты показывают, что с позиции машиностроительных предприятий — производителей сельхозтехники — беспилотные решения пока остаются менее выгодными. Высокие затраты на проектирование, разработку программного обеспечения и закупку дорогостоящих сенсоров (лидаров, видеокамер, радаров) увеличивают затраты на производство одной машины. Несмотря на снижение затрат на кабину, общие капитальные вложения в беспилотный комбайн на стадии производства выше, чем у классического варианта.

Таким образом, на текущем этапе развития технологий экономический эффект от эксплуатации беспилотных машин в большей степени ощущается на стороне конечного пользователя — агропредприятия, в то время как производитель несёт повышенную инвестиционную нагрузку. Это создаёт необходимость в разработке новых моделей финансирования и стимулирования производства беспилотной техники, включая субсидирование НИОКР, налоговые льготы и внедрение модульных платформ, снижающих удельные

затраты на создание инновационных компонентов.

Перспективным направлением является технологическое удешевление систем автономного управления за счёт отказа от дорогостоящих лидаров и перехода к архитектурам, основанным на машинном зрении и недорогих радарных сенсорах. По мере роста масштабов серийного производства и накопления опыта интеграции таких решений, удельные затраты будут снижаться, что обеспечит устойчивое снижение полных затрат жизненного цикла, в том числе и в части затрат производителей.

С учётом выявленных факторов, внедрение беспилотных комбайнов следует реализовывать поэтапно: от машин с автоматическими ассистентами и присутствием механизатора до полностью автономных комплексов. Такой подход обеспечит адаптацию производственной инфраструктуры и снижение рисков при переходе к новым технологическим укладам в сельском хозяйстве.

Литература

1. Кто зарабатывает 200 тыс. рублей в сельском хозяйстве // РБК. Черноземье. 2024. URL: <https://chr.plus.rbc.ru/news/671606207a8aa985dc9f7171> (дата обращения 14.11.2025)
2. Статистика зарплат в Краснодарском крае за 2025 год — «Комбайнер» <https://agroexpert.press/numbers/kombajneriy-okazalis-v-chisle-samyh-vysokooplachivaemyh-rabotnikov-v-apk/> (дата обращения: 14.11.2025).
3. Ростсельмаш вывел в поле беспилотные комбайны // Город N. 2020. URL: https://gorodn.ru/razdel/novosti_kompaniy/novye_produkty/rostselmash-vyvel-v-pole-bespilotnye-kombayny/ (дата обращения: 14.11.2025)
4. Автономный комбайн на базе решения Cognitive Agro Pilot // RoboTrends. URL: <https://robotrends.ru/robopedia/zernoubrochnyy-kombayn-na-baze-resheniya-cognitive-agro-pilot> (дата обращения: 14.11.2025).
5. Минитракторы с кабиной – обзор // Garden-shop.ru. URL: <https://garden-shop.ru/> (дата обращения: 14.11.2025).
6. Ростсельмаш – официальный сайт. URL: <https://en.rostselmash.com/> (дата обращения: 14.11.2025).
7. Torum 770 – технические характеристики // Agrimar.pl. URL: https://agrimar.pl/wp-content/uploads/2018/05/Torum_770_A3_EN_2017_preview.pdf (дата обращения: 14.11.2025).
8. Agrotronic – цифровая платформа Ростсельмаш. URL: <https://www.rostselmash.com/products/digital/agrotronic> (дата обращения: 14.11.2025).
9. Adviser III – бортовой компьютер. URL: <https://www.rostselmash.com/products/digital/adviser-iii> (дата обращения: 14.11.2025).
10. Комбайн Ростсельмаш Torum 740–785 // АгроБаза. URL: https://www.agrobase.ru/catalog/machinery/machinery_8bc4ba19-9310-4261-b4b3-9057ed68bbb1 (дата обращения: 14.11.2025).
11. Отзывы о технике // ТК Европа. URL: <https://tk-europa.ru/reviews/?page=7> (дата обращения: 14.11.2025).
12. Мнения аграриев о комбайне TORUM 785 // Агроинвестор. URL: <https://www.agroinvestor.ru/tech/article/39976-torum-785-mneniya-agrariyev-o-zernouborochnom-kombayne-rostselmash/> (дата обращения: 14.11.2025).
13. Росстат. Средние потребительские цены на дизельное топливо. URL: http://ssl.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/104_09-07-2025.html (дата обращения: 14.11.2025).
14. Кто зарабатывает 200 тыс. рублей в сельском хозяйстве // Retail.ru. URL: <https://www.retail.ru/rbc/pressreleases/kto-zarabatyvaet-200-tys-rublej-v-selskom-khozyaystve/> (дата обращения: 14.11.2025).
15. Ростсельмаш представил главе правительства РФ умный высокоавтоматизированный комбайн // Агроинвестор. URL: <https://www.agroinvestor.ru/business-pages/34512-rostselmash-predstavil-glave-pravitelstva-rf-umnyy-vysokoavtomatizirovannyi-zernouborochnyy-kombayn/> (дата обращения: 14.11.2025).

16. Российские аграрии тестируют беспилотные комбайны // Ростовская газета. URL: <https://rostovgazeta.ru/news/2020-07-22/rossiyskie-agrarii-testiruyut-bespilotnye-kombayny-sobrannye-na-rostselmash-1305352> (дата обращения: 14.11.2025).
17. Cognitive Agro Pilot – AI-based autopilot for agricultural machinery // CognitivePilot.com. URL: <https://en.cognitivepilot.com/products/cognitive-agro-pilot/> (дата обращения: 14.11.2025).
18. Яндекс разработал собственные лидары для беспилотных автомобилей // VC.ru. 16.12.2019. URL: <https://vc.ru/transport/97355-yandex-razrabotal-sobstvennye-lidary-dlya-bespilotnyh-avtomobilei> (дата обращения: 14.11.2025).
19. Фалько С.Г. Контроллинг в процессе внедрения и оптимизации производственных систем. Контроллинг, 2017. - №1. С. 2-5.

УДК 631.1, JEL Classification Q16

Приоритетные направления автоматизации в интенсивных садах и виноградниках

Бабошкин Г.Н.¹; Орлов А.И.²

¹аспирант кафедры «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана, специалист ФГУП «НАМИ», baboshkingn@student.bmstu.ru.

²д.э.н., д.т.н., к.ф.-м.н., профессор кафедры «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана, prof-orlov@mail.ru.

Аннотация: Рассмотрены перспективы сельского хозяйства в России, проанализированы государственные программы, в рамках которых осуществляются работы по заданным направлениям развития. Выделен перечень технологических операций, выполняемых в интенсивных садах и виноградниках, экспертным путём определена годовая трудоёмкость регулярно осуществляемых операций. Приведены наиболее приоритетные для автоматизации технологические операции.

Ключевые слова: сельское хозяйство, производственные системы, автоматизация, интенсификация производства, модульные платформы, роботизированные комплексы, садоводство, виноградарство, экспертные оценки, трудоёмкость.

Priority Areas for Automation in Intensive Orchards and Vineyards

Baboshkin G.N.¹; Orlov A.I.²

¹Postgraduate student of the Department «Economics and Production Organization» Bauman University, Moscow, Specialist of FSUE «NAMI».

²Dr. Sc. Econ., Dr. Sc. Tech., Cand. Phys-Math. Sc., Professor of the Department of «Economics and Production Organization», Bauman University, Moscow.

Abstract: The prospects for agricultural development in Russia are examined, with analysis of state programs implementing work in key development areas. A list of technological operations performed in intensive orchards and vineyards is identified, and the annual labor intensity of regularly performed operations is determined through expert assessment. The most promising technological operations for automation are presented.

Keywords: agriculture, production systems, automation, production intensification, modular platforms, robotic complexes, horticulture, viticulture, expert assessments, labor intensity.

Введение

На сегодняшний день сельское хозяйство находится в условиях глобальных вызовов: влияния климатических изменений, деградации ресурсной

базы, роста численности населения планеты и его потребления. Так, в соответствии с прогнозами Продовольственной и сельскохозяйственной Организации Объединённых Наций и Организации экономического сотрудничества и развития среднегодовой темп прироста мирового объёма потребления продукции сельского хозяйства составит 1,3% на период до 2032 года [1]. В то же время, согласно прогнозу социально-экономического развития Российской Федерации, ожидается увеличение объёмов производства сельскохозяйственной продукции в среднем на 1,1% ежегодно до 2027 года, несмотря на сложившуюся геополитическую ситуацию [2].

При этом российскому агропромышленному комплексу (АПК) требуется обеспечить продовольственную безопасность страны в условиях существенного износа имеющегося парка машин. Поэтому анализ движущих сил и конкретных проявлений тенденций развития сельского хозяйства необходим для формирования стратегии развития АПК и обеспечения его устойчивости в долгосрочной перспективе.

Цель исследования — определение приоритетных направлений автоматизации в интенсивном садоводстве и виноградарстве путём анализа структуры трудозатрат.

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

- 1) выделить технологические операции с привязкой к рабочему оборудованию и средствам механизации, автоматизации;
- 2) провести сравнительный анализ трудоёмкости операций для определения минимального перечня функций модульного транспортно-технологического энергосредства;
- 3) выявить критические с точки зрения затрат труда технологические операции, представляющиеся перспективными для автоматизации.

Направления развития сельского хозяйства России

К основным направлениям, определяющим будущее сельского хозяйства, сформированным на основе государственных программ и проектов, можно отнести:

1. Развитие интернета вещей, облачных вычислений, обеспечивающих доступность сбора и обработки агроданных для широкого круга хозяйств, создающих основу для повсеместного внедрения технологий точного земледелия и формирования распределённых сетей мониторинга сельскохозяйственных объектов.
2. Реализацию отраслевого планирования на основе анализа больших массивов данных и использования искусственного интеллекта (ИИ), позволяющих спрогнозировать урожайность, вспышки заболеваний и атаки вредителей, что способствует переходу на предиктивную модель ведения сельского хозяйства.
3. Внедрение ресурсосберегающих агротехнологий, сочетающих принципы точного орошения на основе мониторинга влажности почвы с почвозащитными методами земледелия, что обеспечивает рациональное использование водных ресурсов и восстановление естественного плодородия земель при одновременном снижении экологической нагрузки.

4. Оснащение животноводческих ферм системами датчиков и компьютерного зрения для постоянного отслеживания состояния скота, что даёт возможность оперативно корректировать условия содержания и рационы кормления для поддержания здорового состояния животных, в том числе с помощью средств автоматизации.
5. Создание автономных мобильных платформ и роботизированных комплексов, выполняющих технологические операции в растениеводстве и обеспечивающих близкую к круглосуточной работу в требуемые агротехнические сроки при сокращении использования ручного труда.
6. Интеграцию данных от всех участников АПК в рамках единой информационной системы, позволяющей осуществить сквозную цифровизацию цепочек создания стоимости и внедрение предиктивного управления на основе комплексного анализа отраслевых данных.
7. Развитие биотехнологии и генной инженерии, направленное на создание новых сортов растений и пород животных с использованием методов селекции и геномного редактирования, обладающих устойчивостью к болезням и стрессовым факторам окружающей среды при сохранении или росте продуктивности.

Начиная с 2019 года, работа по всем направлениям, кроме 7-го, которое реализуется в рамках отдельной Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства в 2017–2030 годы, ведётся в проекте «Цифровое сельское хозяйство России». Ожидается, что по завершению цифровой трансформации сельского хозяйства производительность труда увеличится в 2 раза, доля материальных затрат в себестоимости хозяйственной продукции снизится с 65 до 43% [3]. Однако достижение заявленных результатов при оптимистичном сценарии представляется возможным не ранее 2030 года с учётом отставания от плановых целевых показателей в период 2019–2024 годов.

Перспективы автоматизации в интенсивных садах и виноградарниках

Одним из наиболее узких мест, в котором достигнуты наименьшие успехи в цифровой трансформации сельского хозяйства, является внедрение автономных мобильных платформ и роботизированных комплексов в растениеводстве. Так, по данным Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, в 2023 году не более 18% всех агропромышленных предприятий и фермерских хозяйств начали внедрять средства автоматизации [4]. При этом вопросы, связанные с развитием инфраструктуры, отодвинуты на 2-й план вследствие успешного завершения национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» в 2024 году.

Для эффективного внедрения автономных систем в растениеводстве требуется предварительный отбор наиболее стандартных технологических операций, характеризующихся высокой трудоёмкостью и повторяемостью, поскольку их автоматизация позволит получить максимальный экономический эффект при замене ручного труда. При этом применение автономных мобильных платформ и роботизированных комплексов вследствие модульности позволит выполнять несколько технологических операций на одной машине [5].

Так, в исследованиях [6-8] проанализированы технологические карты возделывания сельскохозяйственных культур в садоводстве и виноградарстве для определения исчерпывающего перечня выполняемых технологических операций с учётом их повторяемости. Для каждой операции выявлено требуемое рабочее оборудование, применяемые средства механизации и автоматизации исходя из практики работы российских и зарубежных агрофирм. С целью определения наиболее перспективных направлений для применения роботизированных транспортно-технологических энергосредств проведена серия индивидуальных экспертных оценок [9]: респондентам была представлена таблица с перечнем технологических операций и цикличностью их выполнения, в которой требовалось заполнить последний столбец с годовой трудоёмкостью так, чтобы сумма значений для регулярно осуществляемых операций равнялась 100. При этом отсутствие учёта работ, выполняемых один раз за время жизни садов и виноградников, объясняется существенным продуктивным периодом: от 15 до 30 лет для садов и от 30 до 50 лет для виноградников [10;11]. В роли экспертов выступали специалисты центра сельскохозяйственного машиностроения ФГУП «НАМИ», агрономы, трудящиеся на крупнейших интенсивных садах, виноградниках России. В результате исследования было опрошено 9 респондентов.

Результаты, полученные в ходе исследования, представлены в таблице 1.

Таблица 1. Технологические операции, выполняемые в интенсивных садах и виноградниках

Наименование технологической операции	Требуемое рабочее оборудование	Средство механизации, автоматизации	Цикличность выполнения	Годовая трудоёмкость, %*
Расчистка	Кусторез, корчеватель, фреза, борона, отвал, рыхлитель, ковш, мультчер	Трактор, бульдозер, самоходный мультчер	Единоразово	—
Глубокая вспашка (плантаж)	Плуг, чизель, глубокорыхлитель, щелерез	Трактор	Единоразово	—
Черновая планировка	Отвал, ковш, фреза, борона	Скрепер, бульдозер, трактор	Единоразово	—
Прокладка дренажа и магистралей	Траншеэскапатель	Трактор	Единоразово	—
Чистовая планировка	Планировщик	Трактор	Единоразово	—
Подготовка посадочных ям и траншей	Ямокопатель (бур), бороздонарезчик	Трактор	Единоразово	—
Установка опорных конструкций (шпалер)	Столбостав, размотчик шпалерной проволоки	Трактор	Единоразово	—
Посадка саженцев	Сажалка	Трактор	Единоразово	—

Наименование технологической операции	Требуемое рабочее оборудование	Средство механизации, автоматизации	Цикличность выполнения	Годовая трудоёмкость, %*
Мульчирование почвы	Мульчер, разбрасыватель	Трактор, самоходный мульчер, самоходный разбрасыватель	Как правило, ежегодно (зависит от типа мульчи)	4
Мониторинг состояния растений и почвы	—	Беспилотное наземное транспортное средство, беспилотный летательный аппарат (БПЛА)	Множественно	4
Полив	Распылитель	Самоходная (мобильная) капельная оросительная система**	Множественно	—
Опрыскивание	Опрыскиватель, распылитель	Трактор, самоходный опрыскиватель, БПЛА	Множественно	16
Подвязка, отгибание и фиксация	—	—	Ежегодно /множественно	6
Обрезка, чеканка	Обрезчик, измельчитель, чеканочная машина, пила	Трактор	Ежегодно или дважды в год	15
Подрезка корней	Корнеподрезчик	Трактор	Ежегодно	3
Обработка приствольной зоны	Фреза, борона-мотыга, рыхлитель, подметальщик	Трактор, мотокультиватор	Множественно	6
Подкормка, внесение удобрений	Разбрасыватель	Самоходная (мобильная) капельная оросительная система**, трактор, самоходный разбрасыватель **	Множественно	—
Залужение междурядий	Сеялка, разбрасыватель	Трактор, самоходная сеялка	Ежегодно или дважды в год	5
Скашивание междурядий	Косилка, косилка-мульчер	Трактор, самоходная косилка, самоходный мульчер	Множественно	5

Наименование технологической операции	Требуемое рабочее оборудование	Средство механизации, автоматизации	Цикличность выполнения	Годовая трудоёмкость, %*
Культивация междурядий	Фреза, борона-мотыга, рыхлитель, сгребатель, планировщик, культиватор	Трактор	Многokrратно	5
Искусственное опыление	Опылитель	Трактор	Ежегодно	3
Прореживание цветов и листьев	Прореживатель	Трактор	Ежегодно или дважды в год	4
Сбор урожая	Встряхиватель, стряхиватель, подборщик	Трактор, комбайн, самоходная машина для уборки падалицы	Ежегодно	20
Укрытие	—	—	Ежегодно	4

Примечание: * – годовая трудоёмкость указана для технологических операций, выполняемых на регулярной основе (ежегодно, многократно в течение сезона);

** – полив, подкормка, внесение удобрений в интенсивных садах и современных виноградниках преимущественно осуществляется посредством стационарного капельного орошения.

Таким образом, наиболее перспективные технологические операции для автоматизации – сбор урожая, опрыскивание, обрезка, суммарная трудоёмкость которых составляет более 50%. Следовательно, разработку автономных мобильных платформ и роботизированных комплексов приоритетно начать с модулей, выполняющих вышеназванные задачи.

Выводы

В работе выделены 7 направлений развития сельского хозяйства в России, описано наиболее узкое место реализации соответствующих государственных программ и проектов. На основе анализа технологических карт возделывания сельскохозяйственных культур выделен исчерпывающий перечень технологических операций с учётом их повторяемости, выполняемых в интенсивных садах и виноградниках. Для каждой операции выявлено требуемое рабочее оборудование, применяемые средства механизации, автоматизации. Экспертно рассчитана годовая трудоёмкость регулярно выполняемых операций в процентах. Определены 3 наиболее приоритетных для автоматизации технологические операции.

На основании концепции контроллинга полученные результаты являются обоснованием для принятия управленческих решений руководством предприятий по разработке новой высокотехнологичной продукции и созданию её производства [12].

Литература

1. Сельскохозяйственный прогноз ОЭСР–ФАО на 2023–2032 годы [Электронный ресурс] // Официальный сайт ФАО ООН URL: <https://www.fao.org/newsroom/detail/oecd-fao-agricultural-outlook-2023-32-maps-key-output--consumption-and-trade-trends/ru> (дата обращения: 03.10.2025).
2. Прогноз социально-экономического развития Российской Федерации на 2025 год и на плановый период 2026 и 2027 годов / Министерство экономического развития Российской Федерации [Электронный ресурс] // Официальный сайт Министерства экономического развития Российской Федерации URL: https://www.economy.gov.ru/material/directions/makroec/prognozy_socialno_ekonomicheskogo_razvitiya/prognoz_socialno_ekonomicheskogo_razvitiya_rf_na_2025_god_i_na_planovyy_period_2026_i_2027_godov.html (дата обращения: 03.10.2025).
3. Завиаев Н. С., Игошин А. Н., Петрова С. Ю., Проваленова Н. В. Тенденции развития цифрового сельского хозяйства // Вестник НГИЭИ. 2022. № 9 (136). С. 108–119. DOI: 10.24412/2227-9407-2022-9-108-119.
4. Широбокова А.А., Мохаммад Д.А., Руднев С.Г. Перспективы автоматизации систем управления в агропромышленном комплексе России // Журнал прикладных исследований. – 2024. – № 11. – С. 23-27. – DOI 10.47576/2949-1878.2024.11.11.003.
5. Шаныгин С. В. Роботы, как средство механизации сельского хозяйства / С. В. Шаныгин // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2013. – № 3. – С. 39-42. DOI: 10.18698/0536-1044-2013-3-39-42.
6. Инновационные технологии выращивания высококачественного посадочного материала многолетних плодово-ягодных культур: Аналитический обзор / Н. П. Мишуков, В. Ф. Федоренко, А. И. Завражнов [и др.]. – Москва: Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2020. – 96 с. – ISBN 978-5-7367-1581-7.
7. Revolutionary Technologies in Horticultural Crops: A Review / C. K. Kale, R. Sahrawat, M. Sangwan [et al.] // Journal of Advances in Biology & Biotechnology. – 2024. – Vol. 27, № 7. – P. 420–436. DOI: 10.9734/jabb/2024/v27i71003.
8. Yang B., Xu Y. Applications of deep-learning approaches in horticultural research: a review // Horticulture Research. – 2021. Vol. 8. – P. 1–31. DOI: 10.1038/s41438-021-00560-9.
9. Орлов А.И. Искусственный интеллект: экспертные оценки: учебник. — М.: Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 436 с.
10. Demestihis C., Pienet D., Genard M., Raynal C., Lescourret F. Ecosystem services in orchards. A review // Agronomy for Sustainable Development. – 2017. – Vol. 37, № 3. – P. 1–22. – DOI: 10.1007/s13593-017-0422-1.
11. Vine Age Affects Vine Performance, Grape and Wine Chemical and Sensory Composition of cv. Zinfandel from California / V. L. Riffle, J. A. Arredondo, I. Lomonaco [et al.] // American Journal of Enology and Viticulture. – 2022. – Vol. 73, №. 4. – P. 277-293. – DOI 10.5344/ajev.2022.22014.
12. Фалько С.Г., Иванова Н.Ю. Управление нововведениями на высокотехнологичных предприятиях. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. - 256 с.

УДК 17.03+336.27, JEL Classification: O32

Анализ результатов исследования международного рынка и технологий SWIR-камер

Барашкина Д.В.¹, Герцик Ю.Г.²

¹специалист кафедры «Лазерные и оптико-электронные системы» МГТУ им. Н.Э. Баумана, barashkinadv@student.bmstu.ru;

²д.э.н., к.б.н., профессор кафедры «Промышленная логистика» МГТУ им. Н.Э. Баумана, ygerzik@bmstu.ru.

***Аннотация.** В работе представлены результаты анализа функциональных и технических характеристик камер коротковолнового инфракрасного диапазона, а также проведено исследование рынка данной продукции на основе открытых источников и патентной информации с целью выявления тенденций развития таких специализированных камер, которые широко используются в настоящее время в приборах ночного видения, для систем морской и речной навигации, а также в области биологии и медицины, проверки подлинности объектов искусства и денежных знаков.*

***Ключевые слова:** камеры SWIR-диапазона, тенденции развития, маркетинговые исследования, карта рынка, патентный анализ.*

Analysis of the results of international market and technologies research of SWIR camera

Darya Barashkina¹, Yury Gertsik²

¹Specialist of the Department of «Laser and Optoelectronic Systems», Bauman University, Moscow.

²Doctor of Economic Sciences, Candidate of Biological Sciences, Professor of the Department of «Industrial logistics», Bauman University, Moscow.

***Abstract.** The paper presents the results of an analysis of the functional and technical characteristics of short-wave infrared cameras, as well as a market study of these products based on open sources and patent information in order to identify trends in the development of such specialized cameras that are currently widely used in night vision devices, for marine and river navigation systems, as well as in the field of biology. and medicine, verification of the authenticity of art objects and banknotes.*

***Keywords:** SWIR-band cameras, development trends, marketing research, market map, patent analysis.*

Введение

В данной работе будет проанализирован растущий рынок камер коротковолнового инфракрасного диапазона (далее SWIR-камеры). Аббревиатура SWIR расшифровывается как «short wave infrared» (коротковолновый инфракрасный диапазон) и обозначает устройства, диапазон чувствительности матрицы которых находится в районе 0,9–1,7 мкм (иногда в расширенном от 0,4 до 2,5 мкм) [1].

В отличие от камер видимого диапазона, SWIR-камеры регистрируют не отраженный свет, а собственное излучение объектов или отраженное излучение в SWIR-диапазоне. Ключевым компонентом является сенсор на основе InGaAs — арсенида галлия-индия, который обладает высокой чувствительностью в данной области спектра [2].

К преимуществам SWIR-камер следует отнести:

1. Возможность распознавать объекты в условиях ограниченной видимости. SWIR-камеры способны видеть сквозь дождь, туман, пыль, в условиях естественного освещения луной, звездами и солнцем. ИК-камеры других спектральных диапазонов улавливают тепловую сигнатуру наблюдаемых объектов на средних и дальних дистанциях, но плохо распознают цели и лица. SWIR-камере достаточно даже слабого освещения или инфракрасной подсветки, чтобы сформировать детализированное изображение [2, 3].

2. Высокая чувствительность. Матрица SWIR-камеры позволяет регистрировать буквально одиночные фотоны, поэтому даже слабого освещения достаточно для формирования изображения. Подходит для круглосуточного наблюдения, а в пасмурную погоду или в другой ситуации, когда естественного освещения недостаточно, можно использовать скрытую ИК-подсветку [2, 3].

3. Пик спектральной чувствительности приходится на 1550 нм. Именно такое излучение циркулирует в телекоммуникационных сетях, что позволяет использовать SWIR-камеры для визуализации сигнала [4].

4. Компактность и малый вес обеспечивают возможность установки SWIR-камер на беспилотные летательные аппараты (БПЛА), что расширяет область применения [4].

5. Отсутствие необходимости в охлаждении. За счет этого работают бесшумно и не требуют подведения хладагента [4].

6. Небольшое потребление электроэнергии [4].

Для определения рыночных перспектив и технологических тенденций развития SWIR-камер в работе будет проведен также патентный поиск и анализ патентной документации.

Материалы и методы

Для изучения технологии и определения ее перспектив и потенциала развития на международном и российском рынках был проведен информационно-библиографический и патентный поиск существующих решений в рассматриваемой области в открытых источниках, таких как научные публикации, базы данных патентных ведомств и их агрегаторов. В качестве основных методов исследования в работе были использованы аналитические,

статистические и метод сравнительного анализа.

Результаты и обсуждение

Согласно проведенному фирмой Markets & Markets исследованию, в период с 2024 по 2029 гг. рынок SWIR-камер будет расти в среднем на 11,1 % в год [5]. Они играют важную роль в обеспечении безопасности, наблюдениях за лесными пожарами, в сельском хозяйстве, обеспечении машинного зрения и других областях:

Спектральный анализ. Многие материалы и вещества имеют уникальные спектральные сигнатуры в SWIR-диапазоне, что позволяет использовать камеры для сортировки материалов, контроля качества продуктов питания, анализа состава веществ и дистанционного зондирования [1].

Контроль качества. Возможность видеть внутренние структуры объектов (например, уровень жидкости в непрозрачных бутылках, дефекты в кремниевых пластинах, целостность сварочных швов) [1].

Безопасность. Обнаружение и идентификация веществ, невидимых для глаза и стандартных камер [1].

Научные исследования. Применение в микроскопии, астрономии, фотонике.

Перечислим ключевых глобальных игроков на рынке SWIR-камер:

FLIR Systems (США) — один из крупнейших мировых лидеров с широким портфелем решений.

Teledyne Technologies (США) — лидер в области высококачественных научных и промышленных камер (бренды Teledyne DALSA, Teledyne Princeton Instruments).

Xenics (Бельгия) — узкоспециализированный производитель, предлагающий один из самых широких ассортиментов InGaAs-камер.

Sensors Unlimited (США, часть Collins Aerospace) — пионер в области технологии InGaAs.

Hamamatsu Photonics (Япония) — ключевой производитель сенсоров и готовых камер.

Allied Vision Technologies (Германия) — крупный игрок на рынке машинного зрения, предлагающий SWIR-решения.

К основным российским игрокам относятся:

Холдинг «Швабе» (Москва) — один из немногих российских разработчиков и производителей SWIR-камер на собственных матрицах InGaAs.

«Экран-оптические системы» (Новосибирск) — разработка и производство фотоприемной аппаратуры.

«Специальный технологический центр» (СТЦ) — разработка специализированных систем.

Для концептуализации базового рынка SWIR-камер были определены следующие параметры.

Функции или потребности:

- Получение изображений в условиях ограниченной видимости (дым, туман, ночь).
- Контроль качества материалов и процессов (дефектоскопия,

сортировка).

- Спектральный анализ (химический состав, влажность, безопасность).
- Наблюдение и мониторинг (военное, сельскохозяйственное, экологическое применение).

Технологии:

- InGaAs-сенсоры (основная технология для SWIR).
- Охлаждаемые и неохлаждаемые камеры.
- Гиперспектральные и мультиспектральные системы.
- Встраиваемые системы и решения для интеграции в дроны, лабораторные установки, промышленные линии.

Целевые потребители:

- Промышленность (полупроводники, фармацевтика, пищевая промышленность).
- Наука и исследования (лаборатории, университеты).
- Оборона и безопасность (армия, пограничные службы, аэропорты).
- Сельское хозяйство.
- Медицина и биотехнологии.

Рассмотрим характеристики SWIR-камер на примере выделенных четырёх сегментов рынка, представленных в таблице 1.

Таблица 1. Матрица основных характеристик продукции

Характеристика	Промышленность	Оборона, безопасность	Научные исследования	Сельское хозяйство
Ценовой диапазон, \$	8000 - 25000	15000 - 60000	12000 - 50000	5000 - 15000
Разрешение, пикселей	640x512, 1024x1024	640x512, 1280x1024	от 320x256 до 2048x2048	320x256, 640x512
Частота кадров, Гц	100 - 500	50 - 400	до 1000	30 - 120
Спектральный диапазон, мкм	0,9 – 1,7	0,9 – 1,7 или 1,5 – 2,5	0,4 – 2,5	0,9 – 1,7
Рабочая температура, °C	-10...+50	-40...+70	-20...+40	-10...+45
Энергопотребление, Вт	4 - 8	6 - 15	5 - 10	3 - 5
Гарантия, лет	2 - 3	3 - 5	1 - 2	1 - 2

Таким образом, выпускаемая продукция достаточно сильно различается по наиболее важным показателям в зависимости от назначения. К SWIR-камерам, работающим в системах безопасности и оборонном комплексе, предъявляются самые высокие требования как к техническим, так и эксплуатационным характеристикам (возможность выдерживать большой перепад температур, обеспечивать высокую частоту кадров для плавности видеоизображения и высокое разрешение для лучшей детализации).

Анализ мирового рынка SWIR-камер

На мировом рынке SWIR-камер наблюдается классическая олигополия с высокими барьерами для входа и дифференцированной продукцией. В России также сформирована олигополия, но работающая в условиях монополии с государством-заказчиком, выступающим в роли единственного ключевого покупателя.

Динамика объема рынка показывает устойчивый рост на 10-12% ежегодно. Этому способствуют такие факторы роста, как расширение применения в промышленности, снижение стоимости, развитие новых технологий (таких как гиперспектральная визуализация) [6].

Потенциал рынка – высокий. Множество отраслей только начинают открывать для себя преимущества SWIR-визуализации [6].

Ведущие производители на мировом рынке – это FLIR Systems, Teledyne Technologies и Hamamatsu. В России это холдинг «Швабе» корпорации Ростех.

На основе проведенного маркетингового исследования можно составить карту рынка, представленную на рис. 1.

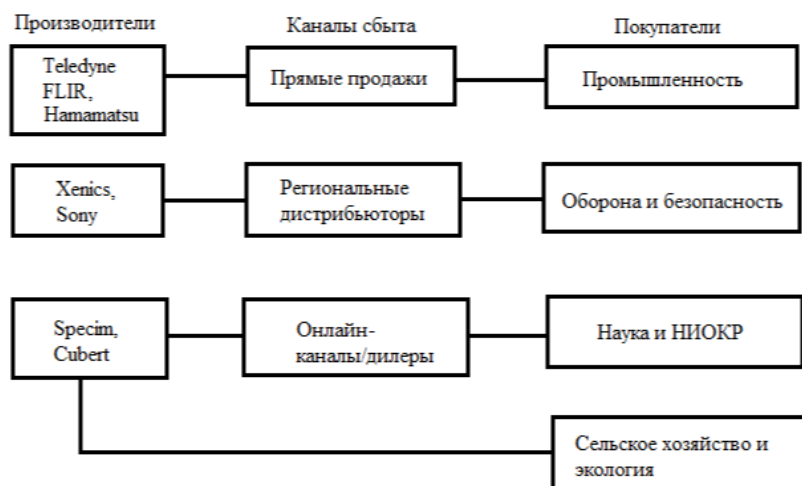


Рис. 1. Карта мирового рынка SWIR-камер

Анализ отличительных особенностей и конкурентных преимуществ ключевых производителей SWIR-камер показывает, что их стратегии четко сегментированы и ориентированы на конкретные потребности рынка. Лидеры (FLIR, Hamamatsu) доминируют за счет бренда, надежности и комплексных решений в высокомаржинальных сегментах - тех сегментах, где товары продаются с высокой наценкой относительно их себестоимости (оборона, наука). Крупные игроки (Xenics) выигрывают за счет оптимального соотношения цены и качества и гибкости для промышленности. Нишевые игроки (Raptor, Specim, Cubert) занимают сильные позиции благодаря глубокой экспертизе в узкой области (высокоскоростная съемка, гиперспектральный анализ).

Анализ текущего уровня научно-технологического развития в исследуемой области

Для анализа текущего уровня развития технологии в исследуемой области проводился поиск патентной информации в открытых международных и национальных патентных базах данных: Роспатента¹ (Россия), Espacenet² (Европейский патентный офис), USPTO (США)³ и WIPO PatentScope⁴ (Всемирная организация интеллектуальной собственности). Эти базы данных предоставляют релевантную и полную информацию о патентных документах по всему миру.

Процедура поиска включала следующие этапы:

1. Определение ключевых слов: SWIR, short-wave infrared, InGaAs, камера, сенсор, матрица.

2. Выбор классов МПК. Были определены классы Международной патентной классификации (МПК), охватывающие устройства формирования изображения, датчики, оптические компоненты и методы обработки сигналов:

- H04N 5/33 (Телевизионные системы с преобразованием или усилением входящего света. Преобразователи света – электронно-оптические, для инфракрасного излучения) – ключевой класс, описывающий SWIR-камеры как устройство формирования изображения, схожее с телевизионной или видеокамерой.
- H10F 30/21 (Устройства, чувствительные к инфракрасному видимому или ультрафиолетовому излучению).
- H10F 39/12 (Датчики изображения).
- H10F 39/18 (Комплементарные металл-оксид-полупроводниковые [КМОП] датчики изображения; датчики изображения с фотодиодной матрицей).
- G01J 5/20 (Радиационная пирометрия, например инфракрасная или оптическая термометрия с использованием резисторов, терморезисторов или полупроводников, чувствительных к излучению).
- G02B 13/14 (Объективы специального назначения (с меняющимся размером изображения 15/00 для инфракрасных или ультрафиолетовых лучей (13/16 имеет преимущество)).
- G02B 5/20 (Фильтры).
- G06T 5/00 (Улучшение или восстановление изображения).

3. Определение параметров поиска:

Глубина поиска: 2015–2025 гг. (на момент исследования – первая половина 2025 года).

¹ База поиска патентной информации Роспатента. URL. <https://searchplatform.rospatent.gov.ru/> (дата обращения: 03.11.2025).

² База поиска патентной информации Espacenet. URL. <https://worldwide.espacenet.com> (дата обращения: 03.11.2025).

³ База поиска патентной информации USPTO. URL. <https://www.uspto.gov/> (дата обращения: 03.11.2025).

⁴ База поиска патентной информации ВОИС. URL. <https://patentscope.wipo.int/search/ru/search.jsf> (дата обращения: 03.11.2025).

Страны поиска: РФ, США, КНР, Япония, государства-члены Европейского патентного ведомства, Южная Корея, как основные центры разработки технологий SWIR-визуализации.

Для систематизации патентной информации соберем все патентные документы, отобранные в результате поиска, в таблицу 2.

Таблица 2. Наиболее значимые патентные документы для анализа

№ п/п	Предмет поиска	Страна выдачи, номер охранного документа, индекс МКИ	Заявитель, номер заявки, приоритетные данные, дата публикации	Сущность заявленного технического решения
1	Система гибридной визуализации видимого и SWIR-диапазона	США, US2024414427A1, H04N 5/33	Sony Group Corporation (Япония), заявка US202218690510A от 14.03.2022, опубликовано 12.12.2024	Интеллектуальная система, объединяющая датчик видимого света и SWIR-датчик для мультиспектрального анализа
2	Кремниевый фотоумножитель для SWIR-диапазона	США, US12247870B2, G01J 1/44	Hamamatsu Photonics (Япония), заявка US202318223277A от 18.07.2023, опубликовано 11.03.2025	Кремниевый фотоумножитель, состоящий из лавинных фотодиодов, использующий многослойную структуру на основе InP/InGaAs для повышения чувствительности и скорости работы в диапазоне 0.9-1.7 мкм
3	InGaAs-фотодетектор с улучшенными характеристиками	США, US12057465B2, H01L 27/146	Teledyne FLIR LLC (США), заявка US202117344210A от 10.06.2021, опубликовано 06.08.2024	Структура InGaAs-фотодетектора на основе сверхрешёток с уменьшенной плотностью темного тока и повышенным динамическим диапазоном
4	Объектив для коротковолнового инфракрасного диапазона спектра	Россия, RU2802801C1, G02B 9/62	АО "НПО "Государственный институт прикладной оптики" (Россия), заявка RU 2022132890 от 13.12.2022, опубликовано 04.09.2023	Улучшение эксплуатационных характеристик объектива за счет обеспечения высокого качества изображения в пределах всего поля зрения
5	Способ выращивания структуры эпитаксиального слоя	Китай, CN105448978A, H01L 21/335	China Electronics Technology Group Corporation, CETC (Китай), заявка CN201610008449A от 06.01.2016, опубликовано 30.03.2016	Инновационная структура из различных полупроводниковых материалов, сочетающая высокую скорость работы GaAs-транзисторов с дешевой кремниевых подложек

На основании анализа патентной информации были определены наиболее значимые тенденции развития технологий в области разработки и производства SWIR-камер, которые сведены в таблицу 3. В крайнем правом столбце сформулированы предложения по реализации выявленных тенденций в оригинальных разработках на основе собственных исследований.

Таблица 3. Тенденции развития SWIR-камер на современном этапе

Основные тенденции развития данного вида техники/технологии	Источники информации	Средства реализации тенденций	
		В объектах ведущих фирм	В разрабатываемых объектах
Миниатюризация и снижение энергопотребления	Патенты Sony, Hamamatsu	Использование более тонких технологических процессов, интеграция с процессорами обработки сигналов	Создание компактного и лёгкого корпуса с применением современных материалов
Повышение доступности (снижение стоимости)	Патенты CETC, научные публикации	Развитие альтернативных технологий (кремниевые SWIR-сенсоры), оптимизация производства InGaAs	Создание конкурентоспособной отечественной камеры, что снижает зависимость от импорта
Расширение функциональности (мульти-спектральность, гиперспектральность)	Патенты Sony, Teledyne FLIR	Создание гибридных камер (VIS+SWIR), настраиваемых фильтров	-
Улучшение характеристик (разрешение, квантовая эффективность, частота кадров)	Патенты Teledyne FLIR, Hamamatsu	Применение материалов с более широкой запрещенной зоной, усовершенствованное охлаждение	Использование современной готовой сенсорной матрицы фирмы GHOPTO с чрезвычайно высокой кадровой частотой

Наиболее активные участники рынка в области патентования:

Лидеры - США (Teledyne FLIR) и Япония (Sony, Hamamatsu Photonics) - демонстрируют наибольшую патентную активность, концентрируясь на фундаментальных улучшениях сенсорных технологий и системной интеграции.

Активный игрок - Китай (CETC, другие государственные и частные компании); показывает резкий рост числа патентов, в основном направленных

на освоение и удешевление производства технологий InGaAs, что является частью государственной стратегии технологической независимости.

Россия представлена в основном научно-исследовательскими институтами (например, АО "НПО "ГИПО"). Патентная активность сфокусирована на методах обработки сигналов, калибровки и создания специализированных оптических систем, а не на массовом производстве сенсоров.

География и зоны наибольшего распространения продукции выглядят следующим образом:

Технологические лидеры - Северная Америка (США) и Восточная Азия (Япония, Южная Корея) - являются центрами разработки и производства ключевых компонентов (сенсоров).

Крупнейший рынок и производитель - Китай - является как стремительно растущим рынком сбыта, так и наращивающим мощности производителем.

Европа сохраняет сильные позиции в области научных исследований и разработки специализированных систем на основе компонентов от американских и японских производителей.

Россия находится в положении импортозависимости по критическим компонентам (готовые сенсоры). Развитие идет по пути создания готовых системных решений (камер) с использованием импортных сенсоров и разработки собственного уникального программного обеспечения и алгоритмов для нишевых применений [7].

Заключение

На основе анализа патентных баз и научных публикаций [8, 9, 10] можно выделить следующие тенденции:

Удешевление материалов сенсоров. Доминирующая технология — сенсоры на основе InGaAs. Ведутся активные исследования по снижению стоимости производства и повышению качества таких сенсоров. Перспективные направления — использование квантовых точек и коллоидных нанокристаллов, которые потенциально могут удешевить технологию.

Повышение разрешения и чувствительности. Наблюдается устойчивый тренд на увеличение разрешения матриц при одновременном снижении уровня шумов и увеличении квантовой эффективности.

Миниатюризация и интегрирование. Разработка компактных, энергоэффективных и не требующих глубокого охлаждения моделей (с термоэлектрическим охлаждением или без него) для интеграции в портативные системы, БПЛА и мобильные устройства.

Мультиспектральность и гиперспектральность. Появление камер, способных работать не только в широком SWIR-диапазоне, но и получать данные на множестве узких спектральных каналов, что открывает возможности для точного химического анализа.

Цифровая обработка. Внедрение алгоритмов машинного обучения и искусственного интеллекта для автоматической интерпретации SWIR-изображений, классификации материалов и обнаружения аномалий.

Таким образом, технология находится на стадии активного роста. Фундаментальные исследования сосредоточены на новых материалах, а прикладные — на снижении стоимости, повышении доступности и расширении областей применения.

Литература

1. What is SWIR? [Электронный ресурс]. – 2024. – URL: <https://www.edmundoptics.com/knowledge-center/application-notes/imaging/what-is-swir/> (дата обращения: 23.09.2025).
2. И.Д. Бурлаков, Л.Я. Гринченко, Дирочка А.И., Н.Б. Залетаев. Детекторы коротковолнового ИК-диапазона на основе InGaAs (обзор) // «Успехи прикладной физики», Т. 2, № 2. 2014. с. 131-132
3. И.А.Киль, А.А.Шилин, М.Г.Погорелов. Обзор коротковолновых инфракрасных матричных приемников излучения // Известия ТулГУ. Технические науки. Вып. 12. 2020. с. 1-2.
4. SWIR-камеры [Электронный ресурс]. – 2021. – URL: <https://lasercomponents.ru/blog/swir-kamery/> (дата обращения: 23.09.2025).
5. Shortwave Infrared (SWIR) Market Size, Share Analysis [Электронный ресурс]. – 2023. – URL: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/shortwave-ir-market-52975079.html> (дата обращения: 23.09.2025).
6. Н.А. Кульчицкий, А.В. Наумов, В.В. Старцев. Матричные фотоприемные устройства ИК-диапазона: «постпандемические» тенденции развития. Часть 1 // Фотоника, Т. 14, № 3. 2020. с. 234-245.
7. К. А. Хамидуллин, Д. Л. Балиев, П. С. Лазарев, К. О. Болтарь, А. В. Полесский, И. Д. Бурлаков, Е. Л. Чепурнов, Н. И. Гусарова, С. В. Попов. Камера коротковолнового инфракрасного диапазона спектра с матричным фотоприемным устройством на основе гетероструктур InGaAs/InP // Прикладная физика. № 6. 2017. с. 96-98.
8. Band Relevance Study of SWIR Hyperspectral Imaging for Material Recycling and Reuse [Электронный ресурс]. – 2024. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10430795> (дата обращения: 23.09.2025).
9. Multimodal registration of visible, SWIR and LWIR images in a distributed smart camera system [Электронный ресурс]. – 2020. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S014193311930170X> (дата обращения: 23.09.2025).
10. Design and realization of a high resolution (640 × 480) SWIR image acquisition system [Электронный ресурс]. – 2024. – URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00542-014-2179-7> (дата обращения: 23.09.2025).

УДК 658.5, JEL Classification: C02, D24

Применение теории массового обслуживания в организации производства

Безуглая Е.В.¹, Волкова М.В.², Лютикова А.А.³

¹студент кафедры «Промышленная логистика» МГТУ им. Н.Э. Баумана,
bev20b034@student.bmstu.ru;

²к.э.н., доцент кафедры «Промышленная логистика» МГТУ им. Н.Э. Баумана,
mvvvolkova@bmstu.ru;

³студент кафедры «Промышленная логистика» МГТУ им. Н.Э. Баумана,
laa23b419@student.bmstu.ru.

Аннотация. Целью настоящего исследования является систематизация знаний о фундаментальных положениях теории массового обслуживания и исследование возможностей их применения для решения конкретных задач организации и управления производственными процессами.

В статье приведены результаты анализа моделей теории массового обслуживания, используемых в рамках организации производственных процессов как стохастических для определения оптимального количества ресурсов, размера буферных запасов, пропускной способности участков и длительности производственного цикла.

Ключевые слова: производственные процессы, организация производства, теория массового обслуживания, стохастические процессы.

Application of queuing theory in production organization

Bezuglaya E.V.¹, Volkova M.V.², Lyutikova A.A.³

¹Student of the Department of Industrial Logistics, Bauman University, Moscow.

²Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Industrial Logistics, Bauman University, Moscow.

³Student of the Department of Industrial Logistics, Bauman University, Moscow.

Abstract. The purpose of this study is to systematize knowledge about the fundamental principles of queuing theory and explore their application to solve specific problems in the organization and management of production processes. The article presents the results of an analysis of queuing theory models used in the organization of production processes as stochastic models to determine the optimal number of resources, the size of buffer stocks, the capacity of production lines, and the duration of the production cycle.

Keywords: production processes, production organization, queuing theory, stochastic processes.

Введение

Современные производственные системы представляют собой сложные комплексы взаимосвязанных элементов, функционирование которых сопряжено с высокой степенью неопределенности и стохастичности. Одной из ключевых проблем организации производства является наличие непродуктивных потерь времени, связанных с ожиданием обработки на различных участках, простоями оборудования из-за отсутствия заготовок или обслуживания, а также неравномерной загрузкой рабочих мест и транспортных средств. Эти явления напрямую снижают такие ключевые показатели эффективности, как производительность, фондоотдача и рентабельность [1].

В данном контексте теория массового обслуживания (ТМО) как мощный математический аппарат для анализа, моделирования и оптимизации подобных стохастических процессов. ТМО позволяет количественно оценить параметры систем, в которых возникают очереди, и разработать научно обоснованные рекомендации по их минимизации.

Теоретические основы теории массового обслуживания

Теория массового обслуживания сформировалась как самостоятельная научная дисциплина в трудах А.К. Эрланга, занимавшегося проблемами проектирования телефонных сетей. Сегодня ее аппарат успешно применяется в самых различных областях, включая телекоммуникации, информатику, транспортные системы и, что особенно важно для настоящей работы, в организации производства [2].

Любая система массового обслуживания (СМО) включает в себя следующие ключевые элементы:

- Входящий поток заявок (требований). В производственном контексте это может быть поток деталей, подлежащих обработке, заказов на выполнение работ, транспортных средств для разгрузки или запросов на ремонт оборудования. Классической и наиболее математически удобной моделью является пуассоновский поток, для которого характерны стационарность, ординарность и отсутствие последствия [3]. Однако в реальных производственных условиях часто встречаются и более сложные потоки (например, с групповым поступлением), что требует применения соответствующих моделей.

- Обслуживающие аппараты (каналы). Это станки, рабочие места, бригады наладчиков, погрузочная техника и т.д. Количество каналов является одним из основных проектных параметров СМО.

- Очередь. Накопитель, в котором заявки ожидают начала обслуживания. Важнейшей характеристикой является дисциплина очереди. Наиболее распространенной является «первым пришел — первым обслужен» (FCFS), но также могут применяться приоритетные дисциплины, когда срочные заказы или критически важное оборудование обслуживаются вне очереди [4].

- Выходящий поток. Обслуженные заявки, покидающие систему.

СМО классифицируются по ряду признаков. Наиболее распространена классификация по схеме Кендалла:

$$A/B/m/n/K, \quad (1)$$

где: A — распределение интервалов между поступлениями заявок (M — экспоненциальное, E_k — Эрланга, G — произвольное); B — распределение времени обслуживания (M, E_k, G); m — количество обслуживающих каналов; n — максимальная длина очереди; K — размер популяции (общего числа потенциальных заявок).

Для анализа СМО используется широкий спектр показателей эффективности, таких как:

- Коэффициент загрузки системы (ρ);
- Среднее число заявок в системе (L_s) и в очереди (L_q);
- Среднее время пребывания заявки в системе (W_s) и в очереди (W_q);
- Вероятность простоя системы (P_0);
- Вероятность потери заявки ($P_{отк}$).

Математический аппарат для расчета этих показателей основывается на теории случайных процессов, в частности, на анализе процессов рождения и гибели и марковских цепей [5]. Для многоканальных систем и систем с ограниченной очередью выводятся системы уравнений Колмогорова, решение которых позволяет получить финальные вероятности состояний системы и все производные от них показатели.

Аппарат ТМО находит свое применение в решении широкого круга производственных задач, где процесс можно представить как обслуживание некоторого потока требований. Одной из фундаментальных задач является определение оптимального количества однотипного оборудования (станков, постов контроля, погрузчиков). Увеличение числа каналов снижает время ожидания в очереди, но ведет к росту капитальных и эксплуатационных затрат. ТМО позволяет найти баланс, минимизирующий суммарные затраты, включающие как стоимость простоев заявок, так и стоимость содержания каналов [1]. Например, модель $M/M/m$ (пуассоновский поток заявок, экспоненциальное время обслуживания, m каналов) позволяет рассчитать, как изменение количества станков-дублеров влияет на среднее время выполнения заказа.

Процессы движения внутризаводского транспорта, разгрузки и погрузки на складах являются классическими объектами для моделирования в терминах СМО. Подъезд автомобилей к пункту разгрузки можно представить как входящий поток, а посты разгрузки — как каналы обслуживания. Анализ такой системы позволяет определить необходимое количество разгрузочных эстакад, чтобы минимизировать простои транспорта, которые напрямую связаны с финансовыми потерями [6]. Здесь часто применяются модели с ограниченной очередью ($M/M/m/n$), так как физическая длина подъездного пути ограничена.

Система планово-предупредительных и аварийных ремонтов оборудования идеально описывается моделями ТМО. Поток отказов оборудования представляет собой входящий поток заявок, а ремонтные бригады — каналы обслуживания. Применение ТМО позволяет определить оптимальную численность и специализацию ремонтного персонала, оценить вероятность длительного простоя критически важного станка из-за занятости

всех ремонтных бригад и обосновать необходимость создания страхового парка оборудования [4]. Для этого могут использоваться как одноканальные, так и многоканальные модели, в том числе с приоритетным обслуживанием аварийных заявок.

В условиях, когда группы технологически однородного оборудования обрабатывают разнообразный поток деталей, возникают сложные сетевые структуры СМО (QN - Queueing Networks). Деталь, проходя последовательную обработку на нескольких станках, проходит через несколько связанных СМО. Анализ таких сетей позволяет выявить "узкие места" (станки с максимальным коэффициентом загрузки ρ), спрогнозировать общее время выполнения заказа и оптимизировать маршрутизацию деталей [7]. Для анализа открытых сетей массового обслуживания (куда заявки приходят извне и уходят вовне) эффективно применяется теорема Джексона, которая при определенных условиях позволяет рассматривать каждую очередь в сети независимо.

Математические модели и методы оптимизации

Переход от анализа к синтезу, то есть к проектированию оптимальных систем, требует использования более сложных математических моделей, а именно:

• Модели с приоритетами

В производственной практике часто возникает необходимость обслуживать определенные классы заявок в первую очередь. Например, выполнение срочного государственного заказа или ремонт уникального оборудования. Модели СМО с абсолютным и относительным приоритетом позволяют рассчитать среднее время ожидания для заявок каждого класса и оценить последствия введения приоритетов для "обычных" заказов [5]. Это дает инструмент для обоснованного управления портфелем заказов.

• Многофазные системы и замкнутые сети

Многие производственные линии представляют собой последовательность (цепочку) СМО, где выход одной системы является входом для другой. Анализ таких многофазных систем сложнее, так как выходной поток одной очереди, как правило, не является пуассоновским. Однако для приближенных расчетов часто используется допущение о его пуассоновости. Замкнутые сети (например, система "станок-накопитель-робот-станок") моделируют циркуляцию ограниченного числа объектов (палет с заготовками) и идеально подходят для анализа роботизированных участков и автоматизированных линий [8].

• Имитационное моделирование

Для анализа сложных, не марковских систем, где времена поступления или обслуживания имеют произвольное распределение, а логика работы системы содержит нелинейные зависимости, аналитические методы ТМО часто оказываются неприменимы или дают слишком грубую оценку. В этом случае на помощь приходит имитационное моделирование. Построив компьютерную модель производственного процесса в виде СМО, можно провести серию экспериментов, варьируя параметры системы (количество каналов, дисциплину очереди, режим работы), и получить статистические оценки всех ключевых

показателей эффективности [9]. Этот подход является наиболее гибким и мощным инструментом для принятия проектных решений в условиях реальной производственной сложности.

Синтез ТМО и организации производства: области применения и математические модели

Аппарат ТМО находит свое применение в решении широкого круга производственных задач. Ниже приведены конкретные математические модели, иллюстрирующие этот синтез.

• Оптимизация количества обслуживающих каналов: Модель М/М/м

Одной из фундаментальных задач является определение оптимального количества однотипного оборудования (станков, контролеров, погрузчиков). Математическая модель: используется классическая многоканальная модель М/М/м с неограниченной очередью. Данная модель позволяет количественно обосновать необходимость приобретения дополнительного оборудования, оценив экономический эффект от сокращения времени пролеживания деталей [1].

Коэффициент загрузки системы:

$$\rho = \frac{\lambda}{(m \times \mu)} \quad (2)$$

Условие существования стационарного режима: $\rho < 1$.

Вероятность простоя всех каналов:

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{k=0}^{m-1} \frac{(m\rho)^k}{k!} + \frac{(m\rho)^m}{m! \times (1-\rho)}} \quad (3)$$

Среднее число заявок в очереди:

$$L_q = \frac{P_0 \times (m\rho)^m \times \rho}{m! \times (1-\rho)^2} \quad (4)$$

Среднее время ожидания в очереди (по формуле Литтла):

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} \quad (5)$$

• Анализ работы транспортно-складских систем: Модель М/М/м/п

Процессы движения внутризаводского транспорта, разгрузки и погрузки на складах являются классическими объектами для моделирования. Математическая модель: используется модель М/М/м/п (многоканальная с ограниченной очередью). Модель показывает, что при текущей конфигурации мы теряем клиентов (водителей). Модель позволяет принять решение: увеличить длину очереди (п), построив новый подъездной путь, или увеличить число постов (м). Модель позволяет количественно оценить эффект от каждого решения [6].

При этом вероятность того, что в системе находится k заявок: формулы выводятся из системы уравнений для финальных вероятностей. Вероятность того, что в системе находится m+n заявок (все каналы заняты и очередь заполнена), и есть вероятность отказа $P_{\text{отк}}$.

Пропускная способность (абсолютная):

$$A = \lambda \times (1 - P_{\text{отк}}) \quad (6)$$

Коэффициент занятости каналов:

$$\eta = \frac{A}{(m \times \mu)} \quad (7)$$

• Организация ремонтного обслуживания: Модель M/G/1 с приоритетами

Система планово-предупредительных и аварийных ремонтов оборудования. Математическая модель: Используется модель M/G/1 с абсолютным приоритетом. Формула Полячека-Хинчина обобщается для систем с приоритетами. Данная модель позволяет оценить эффективность системы приоритетного обслуживания. Она показывает, что введение приоритета для аварийных заявок резко снижает их время простоя, но увеличивает время ожидания для плановых ремонтов. Это инструмент для балансировки рисков простоя критического оборудования и выполнения плана ППР [4, 5].

Среднее время ожидания для заявок высшего приоритета (класс 1):

$$W_{q1} = \frac{\lambda \times E(t_{обсл}^2)}{2 \times (1 - \rho_1)} \quad (8)$$

где

$$E(t_{обсл}^2) = \sigma^2 + t_{обсл}^2 \quad (9)$$

- второй начальный момент времени обслуживания, а

$$\rho_1 = \lambda_1 \times t_{обсл} \quad (10)$$

- загрузка системы заявками только 1-го класса.

• Моделирование гибких производственных систем: Разомкнутая сеть массового обслуживания

В условиях ГПС, где группы технологически однородного оборудования обрабатывают разнообразный поток деталей, возникают сложные сетевые структуры. Математическая модель: используется модель разомкнутой сети массового обслуживания (Jackson Network). Для каждой i-й СМО в сети определяется эффективная интенсивность потока Λ_i , которая складывается из внешнего потока и потоков от других СМО. Анализ такой сети позволяет выявить "узкое место" — узел с максимальным коэффициентом загрузки ρ_i [7].

Система уравнений для эффективных интенсивностей:

$$\Lambda_1 = \lambda + 0.1 \times \Lambda_2 \text{ (внешний поток } \lambda + \text{поток брака со 2-го участка)} \quad (11)$$

$$\Lambda_2 = 0.9 \times \Lambda_1 \text{ (90\% деталей с 1-го участка)} \quad (12)$$

$$\Lambda_3 = \Lambda_2 \text{ (все детали со 2-го участка)} \quad (13)$$

Решив эту систему линейных уравнений, находим $\Lambda_1, \Lambda_2, \Lambda_3$.

Ключевое допущение Джексона: при выполнении условий каждая СМО в сети ведет себя как независимая M/M/m_i система с интенсивностью входного потока Λ_i . Это позволяет рассчитать показатели для каждого узла в отдельности: L_i, W_i, ρ_i .

Заключение

Проведенный анализ демонстрирует неразрывную связь между теорией массового обслуживания и задачами организации производства. ТМО предоставляет не просто описательный, а строгий количественный аппарат для анализа стохастической природы производственных процессов. Она позволяет перейти от интуитивных решений к научно обоснованному расчету таких критически важных параметров, как оптимальное количество ресурсов, размер

буферных запасов, пропускная способность участков и длительность производственного цикла.

Использование моделей ТМО — от классических аналитических формул до сложных имитационных моделей — является действенным инструментом повышения эффективности, сокращения издержек и повышения гибкости современных производственных систем. Синтез подходов классической организации производства и математического аппарата ТМО открывает значительные резервы для оптимизации организационных структур и технологических процессов на промышленных предприятиях.

Литература

1. Исследование операций в организации производства: учебное пособие / Под ред. В.И. Либерзона. – М.: ИНФРА-М, 2020. – 256 с.
2. Клейнрок Л. Теория массового обслуживания. – М.: Машиностроение, 1979. – 432 с.
3. Вентцель Е.С. Исследование операций: задачи, принципы, методология. – М.: Высшая школа, 2018. – 384 с.
4. Организация и планирование машиностроительного производства: учебник / А.И. Ильченко, В.С. Корсаков и др. – СПб.: Лань, 2019. – 480 с.
5. Гнеденко Б.В., Коваленко И.Н. Введение в теорию массового обслуживания. – М.: ЛКИ, 2012. – 400 с.
6. Логистика производственных процессов: монография / О.А. Новиков. – Екатеринбург: УрФУ, 2021. – 178 с.
7. Применение сетей массового обслуживания для моделирования гибких производственных систем / Д.Р. Анисимов // Автоматизация и современные технологии. – 2022. – № 5. – С. 14–19.
8. Buzacott, J.A., Shanthikumar, J.G. Stochastic Models of Manufacturing Systems. – Prentice Hall, 1993.
9. Лоу, А.М., Кельтон, В.Д. Имитационное моделирование. – СПб.: Питер, 2019. – 847 с.

УДК 658.5:001.89

Алгоритм подбора оптимального аппаратурного состава многоассортиментных химико-технологических систем производства лакокрасочных материалов

Мешалкин В.П.¹, Болдырев В.С.², Меньшиков В.В.³, Байбикова В.В.⁴, Тишкин В.В.⁵

¹академик РАН, профессор, д.т.н., профессор кафедры «Логистика и экономическая информатика» РХТУ им. Д.И. Менделеева, meshalkin.v.p@muctr.ru;

²доцент, к.т.н., доцент кафедры «Химия» МГТУ им. Н.Э. Баумана, boldyrev.v.s@bmstu.ru;

³профессор, д.т.н., профессор кафедры «Инновационные материалы и защита от коррозии» РХТУ им. Д.И. Менделеева; директор НИИ в составе НПО «Лакокраспокрытие», menshikov.v.v@muctr.ru;

⁴студент кафедры «Промышленный дизайн» МГТУ им. Н.Э. Баумана, baybikovavv@student.bmstu.ru;

⁵старший преподаватель кафедры «Менеджмент» МГТУ им. Н.Э. Баумана, vtishkin@bmstu.ru.

***Аннотация.** Предложен комплексный подход к разработке и реализации гибких многоассортиментных химико-технологических систем на примере производства лакокрасочных материалов. Показаны методы научно обоснованного ресурсо- энергоэффективного инжиниринга многоассортиментных производств лакокрасочной продукции. Разработан алгоритм оптимального выбора технологического оформления гибких химико-технологических систем производства лакокрасочных материалов с учетом специфики их производства и колебаний конъюнктуры потребительского спроса.*

***Ключевые слова:** пэйнт-технологии, лакокрасочные материалы, организация производства, инжиниринг, оптимизация.*

Algorithm for selecting the optimal equipment composition for multi-product chemical-technological systems for the production of paints and varnishes

V. Meshalkin¹, V. Boldyrev², V. Menshikov³, V. Baybikova⁴, V. Tishkin⁵

¹Academician of the Russian Academy of Sciences, Professor, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Logistics and Economic Informatics, Mendeleev University, Moscow;

²Associate Professor, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Chemistry, Bauman University, Moscow;

³Professor, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Innovative Materials and Corrosion Protection, Mendeleev University, Moscow; Director of the Research Institute within the SPA "Lakokraspokrytie", Moscow region.

⁴Student of the Department of Industrial Design, Bauman University, Moscow.

⁵Senior Lecturer, Department of Management, Bauman University, Moscow.

Abstract. *An integrated approach to the development and implementation of flexible, multi-product chemical-engineering systems is proposed using the example of paint and varnish production. Methods for scientifically based, resource- and energy-efficient engineering of multi-product paint and varnish production are demonstrated. An algorithm for optimally selecting the technological design of flexible chemical-engineering systems for paint and varnish production is developed, considering the specifics of their production and fluctuations in consumer demand.*

Keywords: *paint technology, paint and varnish materials, production organization, engineering, optimization.*

Введение

Лакокрасочные материалы (ЛКМ), ассортимент которых превышает 2 000 наименований, относятся к малотоннажным многоассортиментным продуктам, которые находят применение во всех отраслях промышленности (машиностроение, судостроение, авиа и автомобилестроение). Это лаки (растворы, пленкообразующие в органических растворителях), краски, эмали, представляющие собой тонкие дисперсии пигментов и наполнителей в пленкообразующих или лаках [1-3].

В качестве промежуточных продуктов лакокрасочная отрасль производит неорганические пигменты и некоторые наполнители, представляющие собой продукты тонкого неорганического синтеза, а также пленкообразующие – высоко- или среднемолекулярные соединения (полимеризационные и поликонденсационные смолы). Ассортимент ЛКМ интенсивно обновляется, что обусловлено стремлением производить экологически дружелюбные и нетоксичные продукты (водоэмульсионные краски, порошковые краски и т.д.).

При разработке стратегии коммерциализации ЛКМ необходимо учитывать не только динамично изменяющуюся ситуацию на рынке, но внедрять конкурентоспособную гибкую химико-технологическую систему (ХТС) их производства, которая позволит при изменении требований конечного потребителя в кратчайшие сроки перепрофилировать номенклатуру ЛКМ на более востребованную.

Цель работы - разработка алгоритма подбора технологического оборудования гибких многоассортиментных химико-технологических систем (ХТС) производства лакокрасочных материалов.

Алгоритмизация аппаратного состава химико-технологических систем лакокрасочного производства

На этапе предпроектного исследования гибких многоассортиментных лакокрасочных производств с целью исключения из последующего анализа практически нереализуемых вариантов следует выполнить классификацию продуктов ассортимента [4-7], в данном случае, ЛКМ на основе поликонденсационных смол.

Классификация ЛКМ выполняется с целью организации их производства в виде гибких многоассортиментных ХТС, позволяющих осуществлять быструю и энерго-ресурсосберегающую адаптацию технологического оборудования к структурным модификациям ассортимента и изменяющейся конъюнктуре

потребительского спроса [8-12].

Предполагаемый ассортимент ЛКМ состоит из:

- эмали для окраски сельскохозяйственной техники, городского и железнодорожного транспорта, легковых автомобилей, деревянных и металлических изделий и пола;
- грунтовок широкого профиля;
- различных лаков;
- строительных красок.

Для организации гибкого многоассортиментного производства предлагается следующий ассортимент ЛКМ (Таблица 1).

Таблица 1. Предполагаемый исходный ассортимент многоассортиментного производства ЛКМ

Наименование и тип продукта	Функциональное назначение
<u>ЭМАЛИ</u>	
ПФ-115 (19 цветов)	окраска городского, и железнодорожного транспорта, а также металлических, деревянных и других поверхностей, подвергающихся атмосферным воздействиям;
ПФ-266 (2 цвета)	покрытие окрашенных и неокрашенных деревянных полов;
ПФ-188 (4 цвета)	окраска металлических поверхностей сельхозтехники;
МЛ-12 (20 цветов), МЛ-197 (10 цветов), МЛ-1110 (8 цветов)	окраска металлической поверхности кузовов, деталей грузовых и легковых автомобилей;
НЦ-25 (9 цветов)	окраска оборудования и различных металлических и деревянных изделий, эксплуатирующихся внутри помещений;
НЦ-132 (11 цветов)	окраска металлических и деревянных изделий, подвергающихся атмосферным воздействиям;
<u>ГРУНТОВКИ</u>	
ГФ-0119	грунтование металлических и деревянных поверхностей под покрытия различными эмалями, а также временной защиты от коррозии в однослойном покрытии крупногабаритных металлических конструкций на период монтажа и хранения;
ЭП-0228	грунтование поверхностей автомобилей под эмаль типа МЛ;
КПФ-01 (2 цвета)	обработка сельхозтехники, городского и железнодорожного транспорта (быстросохнущая);
<u>КРАСКИ</u>	
ВД-АК-111	внутренняя и наружная окраска зданий и сооружений по кирпичным, бетонным, деревянным и другим пористым поверхностям, по грунтованному металлу и старым покрытиям;
ВД-ВА-224	окраска помещений с повышенной влажностью (кухни, туалеты, ванные);

Наименование и тип продукта	Функциональное назначение
<u>ЛАКИ</u>	
ПФ-231	отделка и придание оттенка изделиям из древесины, деревянным и паркетным полам, а также покрытий по масляным краскам и алкидным эмалям;
ПФ-283	покрытие по масляным краскам и алкидным эмалям;
КАУ-1	лакирование паркетных и окрашенных деревянных полов, а также покрытий по масляным краскам, линолеуму, пластику и металлу (быстросохнущий, стойкий к истиранию);
НЦ-221	отделка мебели

При инжиниринге производства вышеперечисленных ЛКМ целесообразно также изготовление следующих полуфабрикатных лаков: ПФ-020, ПФ-0203, ПФ-048, ПФ-060, ГФ-01, МЛ-0136, МЛ-0197, МЛ-0159, МЛ-040, МЛ-0115, МЛ-01110 и смол 130 и 188.

Пространство информационных признаков для классификации готовых к употреблению и полуфабрикатных лаков представлено следующими признаками: объем производства, категория пожаро-взрывоопасности, агрегатное состояние спирта. Перечисленные признаки определяют тип технологической системы [13-16]. Признак «объем производства» для товарных и полуфабрикатных лаков принимает два значения: «меньше G » и «больше G », где G – годовая производительность.

Признак «агрегатное состояние спирта» принимает два значения “жидкий” и “твердый”.

Пространство информативных признаков для классификации пигментированных ЛКМ (эмали, грунтовки, краски) содержит следующие признаки: тип пленкообразующего, цвет, тип и гранулометрический состав пигментов, категория пожаро-взрывоопасности.

Следует учитывать, что процессы получения ЛКМ на основе пленкообразующих различной природы не совместимы.

Тип пигмента и требуемая степень перетира также влияют на тип ХТС.

Цветовое различие между чистым ЛКМ определенной марки и ЛКМ, содержащим примеси других ЛКМ, для совмещения химико-технологических процессов их получения не должны превышать порога цветоразличия в равноконтрастном колориметрическом пространстве.

Предварительный анализ позволяет декомпозировать исходный ассортимент ЛКМ на совместимые группы (Таблица 2).

Таблица 2. Итоговая таблица производимых ЛКМ

Наименование	Количество, т/год
1. Грунтовка ГФ-0119	500
2. Лак ПФ-283	500
3. Эмаль ПФ-115	
- белая	500
- вишневая	250
- защитная	250

Наименование	Количество, т/год
4. Эмаль ПФ-266	
- желто-коричневая	250
- красно-коричневая	250
5. Эмаль МЛ-12	
- белая	250
- кофейная	250
- синяя	250
6. Лак ГФ-01	276.5
7. Лак МЛ-0136	251.5
8. Лак МЛ-040	377.2
9. Лак ПФ-060	869.75

В производстве алкидных лаков применяется следующее оборудование:

- реакторы емкостного типа с полутрубной рубашкой, обогреваемой ВОТ, с охлаждающим погружным змеевиком и якорно-рамной мешалкой;
- реакторы емкостного типа с электроиндукционным обогревом с охлаждающим погружным змеевиком и якорно-рамной мешалкой.

Для малотоннажного производства диапазон объемов в параметрическом ряду представлен следующими объемами: 1,0; 2,0; 3,2; 5,0 и 6,3 м³.

- смесители емкостного типа с рубашкой и рамной мешалкой объемом: 2,0; 4,0; 6,3; 10,0 и 15,0 м³;
- патронные фильтры типа «Кюно»;
- фильтры диско-пакетные типа ДПН-10-08К с паровой рубашкой;
- суперцентрифуги FT-150f производительностью 500-1500 л/ч.

В производстве эмалей, грунтовок и красок применяется следующее стандартное оборудование:

- быстроходный смеситель (дисольвер) емкостного типа с дисковой мешалкой (типа фреза) со скоростью вращения 1000-2000 об/мин емкостью 1-2 м³;
- смесители с Z-образными лопастями со смесительной камерой объемом 0,4 м³;
- планетарно-лопастной смеситель ПЛ-25 НРК;
- бисерные мельницы горизонтального и вертикального типа с размольным цилиндром объемом от 15 до 200 со стальными дисками и охлаждающей рубашкой;
- смесители емкостного типа с пропеллерной мешалкой емкостью до 5 м³;
- одновалковые краскотерочные машины с перетирочным брусом;
- дежи объема 300-500 л.

Во всех случаях должно быть учтено ограничение по площади, имеющейся в наличии у заказчика.

Информационные признаки, по которым можно классифицировать ХТС, следующие:

- число производимых продуктов;
- временной режим работы технологического оборудования;
- способ взаимодействия технологических аппаратов;
- вариант аппаратурного оформления стадий технологического процесса;
- аппаратурная структура химико-технологической системы.

По признаку «число продуктов» ХТС делятся на индивидуальные (однопродуктовые) и n -продуктовые. Для последних существенна степень совмещенности технологических процессов и дисциплина выпуска продуктов. По степени совмещенности ХТС делятся на системы с полной и частичной совмещенностью технологических процессов. Для последних информационным признаком является «дисциплина выпуска», который принимает значения «последовательный режим» и «квазипараллельный режим».

По временному режиму работы технологических аппаратов следует различать химико-технологические системы, содержащие аппараты периодического, непрерывного, полупериодического, полунепрерывного действия и комбинированные.

По виду взаимодействия аппаратов следует различать системы с непосредственным взаимодействием аппаратов, с взаимодействием через вспомогательные емкости и со сложным режимом взаимодействия. Кроме того, взаимодействия могут быть простые и сложные: би-, тер-, тетра- и n -парные.

Стадия химико-технологического процесса может иметь оформление в виде единственного технологического аппарата или группы параллельно включенных аппаратов, работающих синхронно или с временным смещением.

По аппаратурной структуре можно различить ХТС с последовательной, последовательно-параллельной и параллельно-последовательной структурой.

Основная задача оптимизации гибких многоассортиметных ХТС состоит в поиске определяющих размеров, производительности и числа единиц технологического оборудования, обеспечивающего выполнение технологических ограничений и экстремальное значение критерия оптимальности.

Методика алгоритмизации ориентирована на создание блочно-модульной аппаратурного оформления технологической схемы производства ЛКМ, с применением стандартного технологического оборудования, размеры и производительность которого в параметрических рядах дискретно, а количество единиц оборудования – целочисленное.

Исходя из специфики исходного ассортимента ЛКМ, их производства, возможности совмещения и особенностями оформления химико-технологических процессов, оптимальная спецификация оборудования ХТС имеет следующий вид (Таблица 3).

Таблица 3. Спецификация технологического оборудования для оформления гибкой малотоннажной многоассортиментной ХТС производства ЛКМ заданного ассортимента

Наименование	Кол-во	Характеристика
1. Реактор с индукционным обогревом, оборудованный перемешивающим устройством и змеевиком	1	Объем: 5 м ³ ; Диаметр: 1800 мм, высота: 1900 мм; Тип мешалки: якорно-лопастная; Число оборотов мешалки: 59 об/мин; Мощность мотора редуктора: 5.5 кВт; Поверхность теплообмена: 10 м ² ; Мощность индуктора: 180 кВт;
2. Смеситель с охлаждающей рубашкой, оборудованный перемешивающим устройством	1	Объем: 10 м ³ ; Диаметр: 2200 мм, высота: 2400 мм; Тип мешалки: рамная; Число оборотов мешалки: 32 об/мин; Мощность мотора редуктора: 7.5 кВт; Площадь теплообмена: 16.4 м ² .
3. Кожухотрубчатый теплообменник (конденсатор реактора)	1	Поверхность теплообмена: 17 м ² ; Диаметр кожуха: 400 мм; Число ходов: 1; Диаметр труб: 25×2 мм; Число труб: 111 шт.; Длина труб: 2 м.
4. Кожухотрубчатый теплообменник (конденсатор смесителя)	1	Поверхность теплообмена: 23 м ² ; Диаметр кожуха: 400 мм; Число ходов: 2; Диаметр труб: 25×2 мм; Число труб: 100 шт.; Длина труб: 3 м.
5. Диссольвер для непрерывного перемешивания	1	Объем: 1.4 м ³ Диаметр: 1430 мм; высота 1200 мм; Тип мешалки: фрезерная; Мощность двигателя: 11.5 кВт; Число оборотов мешалки: 1500 об/мин;
6. Смеситель, оборудованный перемешивающим устройством	3	Объем: 2 м ³ ; Диаметр: 1400 мм, высота 1400 мм; Тип мешалки: рамная; Число оборотов мешалки: 50 об/мин; Мощность мотора редуктора: 3 кВт.
7. Горизонтальная бисерная мельница типа ЕНР	5	Объем размольного цилиндра: 20 л; Мощность привода ротора: 18.5 кВт; Число оборотов: 1500 об/мин; Насос: шестеренчатый с вариатором скорости; Мощность привода насоса: 2.2 кВт; Материал мелющих тел: стекло, керамика, сталь; Размер мелющих тел: 1-2 мм.

Наименование	Кол-во	Характеристика
8. Фильтр патронный с фильтрующими элементами типа “Кюно”	3	1. Микронаж: 50 мкм; Количество патронов: 27 шт.; 2. Микронаж: 5-10 мкм; Количество патронов: 27 шт.; 3. Микронаж: 20-60 мкм; Количество патронов: 6 шт.

Представленный алгоритм позволяет значительно уменьшить затраты на проектирование вновь создающихся и реинжиниринг функционирующих лакокрасочных производств. Описанные решения дают возможность создавать гибкие производства ЛКМ, способные оптимальным образом реагировать на изменение требований конечного потребителя. Необходимо также отметить возможность применения имеющегося на предприятии оборудования и сырьевой базы, что позволяет добиться существенной экономии.

Алгоритм синтеза вышеописанных ХТС, дает возможность включения в ассортимент производства новых, только что разработанных ЛКМ и дальнейший их выпуск на действующем оборудовании гибкой многоассортиментной ХТС.

После выбора необходимого количества исходного сырья и норм потребления, оптимального технологического состава, расчета сопутствующих затрат (например, энергетических и эксплуатационных), необходимо провести подбор поставщиков сырья и аппаратов (с определением сроков поставки). Перечисленные исходные данные формируют ценовую политику продукции и эффективность всего проекта (сроки окупаемости, инвестиционная и кредитная схема реализации).

Заключение

Представленный подход предназначен для разработки и оптимизации аппаратного оформления гибких многоассортиментных производств продукции лакокрасочной отрасли на базе блочно-модульного оборудования. При реализации описанных методов проектант получает информацию по возможным вариантам интеграции перспективных технологических процессов в действующую химико-технологическую систему предприятия, а также данные для эффективного проведения реинжиниринга на действующих предприятиях.

Описанный подход применяется при выполнении НИОКР по разработке гибких производственных ХТС ЛКМ на предприятиях ООО «S.V.K.» (г. Москва) и ООО «НПО «Лакокраспокрытие» (г. Хотьково, Московская область).

Литература

1. Болдырев В.С., Кузнецов С.В., Меньшиков В.В. Инновационное развитие малотоннажных научно-производственных предприятий лакокрасочной отрасли. М.: Пэйнт-Медиа, 2021.
2. Мешалкин В.П., Болдырев В.С., Меньшиков В.В., Тишкин В.В., Володин Д.В. Инжиниринг гибких аппаратно-технологических схем производства лакокрасочных материалов с применением экспертной системы. Сборник тезисов II Всероссийского конгресса с международным участием «Русский инженер». Москва, 2024. С. 146-147.
3. Богомолов Б.Б., Болдырев В.С., Зубарев А.М., Мешалкин В.П., Меньшиков В.В. Интеллектуальный логико-информационный алгоритм выбора энергоресурсоэффективной химической технологии // Теоретические основы химической технологии. 2019. Т. 53. № 5. С. 483-492.

4. Мешалкин В.П. Основы интенсификации и ресурсоэффективности химико-технологических систем. Смоленск: ООО «Принт-экспресс», 2021.
5. Болдырев В.С., Аверина Ю.М., Меньшиков В.В., Кузнецов С.В., Колыбанов К.Ю. Технологическо-организационный инжиниринг окрасочных производств // Теоретические основы химической технологии. 2020. Т. 54. № 3. С. 299-303.
6. Мешалкин В.П., Образцов А.А. Декомпозиционно-эвристический алгоритм оптимального размещения технологического оборудования химических производств // Известия высших учебных заведений. Серия химия и химическая технология. 2009. Т. 52. № 10. С. 102-105.
7. Богомолов Б.Б., Аверина Ю.М., Верховосова А.И., Дюженко М.Е. Бизнес-моделирование химико-технологических систем // Химическая промышленность сегодня. 2024. № 2. С. 20.
8. Назаров В.И. Процессы и аппараты химической технологии. Оборудование предприятий лакокрасочного комплекса с примерами расчетов технологических и конструктивных параметров. М.: ИРЕА, 2012.
9. Шинкевич А.И., Барсегян Н.В. Пути повышения эффективности организации производственных процессов на нефтехимических предприятиях за счет применения систем автоматизации // Русский инженер. 2019. № 4. С. 48.
10. Шинкевич А.И. Методическое обеспечение организации ресурсосберегающих производственных систем в условиях цифровизации нефтехимической отрасли. Дис. ... докт. техн. наук. Казань, КНИТУ, 2019.
11. Малышева Т.В., Шинкевич А.И. Развитие организационно-технических методов и средств инжиниринга экологически безопасных химических производств. Курск: Университетская книга, 2023.
12. Болдырев В.С., Меньшиков В.В., Богомолов Б.Б., Аверина Ю.М., Зубарев А.М. Анализ организационно-технологического инжиниринга энергоресурсоэффективных экологически безопасных малотоннажных лакокрасочных производств // Химическая технология. 2021. Т. 22. № 4. С. 183-192.
13. Болдырев В.С., Меньшиков В.В. Модульный принцип создания агрегатов и аппаратов химико-технологических систем // Наука и бизнес: пути развития. 2021. № 11. С. 80-85.
14. Болдырев В.С. Критерий пригодности оборудования и принцип гибкости технологической схемы при проектировании производственных химико-технологических систем // Наука и бизнес: пути развития. 2021. № 11. С. 77-79.
15. Болдырев В.С., Меньшиков В.В., Андреев А.В. и др. Организация производства на малотоннажных многоассортиментных предприятиях лакокрасочной отрасли // Современные наукоемкие технологии. 2021. № 9. С. 31-41.
16. Меньшиков В.В., Болдырев В.С., Богомолов Б.Б. и др. Инжиниринг окрасочных производств. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2022.

УДК 65.011.46

Производительность предприятия как системный показатель уровня эффективности современных производственных предприятий: систематический обзор литературы

Войтова Е.А.¹, Козлова Т.А.²

¹ассистент кафедры ИБМ-2 МГТУ им. Н.Э. Баумана, emelyanovaea@bmstu.ru;

²старший преподаватель кафедры ИБМ-2 МГТУ им. Н.Э. Баумана, tkozlova@bmstu.ru.

***Аннотация.** В данной статье рассмотрены различные факторы, влияющие на показатель производительности предприятия, как цельного и ключевого показателя, необходимого для оценки эффективности предприятия и его потенциала роста. Представлен обзор научной и теоретической базы для исследования части элементов системы производственного предприятия, которые на разных уровнях воздействуют на изменение данного показателя. В подтверждение научным источникам обзора, приведены и данные из практики филиала одного из крупнейших производственных холдингов России - корпорации Роскосмос, филиал Акционерного общества «Научно-производственный центр автоматики и приборостроения имени академика Н. А. Пилюгина» - Сосенский Приборостроительный Завод. Установлено, что производительность предприятия стоит рассматривать как комплексный, многофакторный показатель эффективности предприятия, состоящий из комплекса инструментов, внедряемого на современных предприятиях.*

***Ключевые слова:** производительность, нематериальные активы, человеческий капитал, роботизация, инновации, социальные факторы, стратегическое планирование, условия труда, производство, корпоративная культура, эффективность предприятия, управление качеством, развитие персонала, конкурентоспособность, быстореагирующее производство, культура качества.*

Enterprise productivity as a systemic indicator of the efficiency level of modern production enterprises: a systematic review of the literature

Voitova E.A.¹, Kozlova T.A.²

¹ Assistant of the Department of Economics and Organization of Production, Bauman Moscow State Technical University;

² Senior Lecturer of the Department of Economics and Organization of Production, Bauman Moscow State Technical University.

Abstract. *This article discusses various factors that affect the performance of an enterprise as a whole and key indicator, which is necessary for assessing the efficiency of an enterprise and its growth potential. It provides an overview of the scientific and theoretical basis for studying the elements of a manufacturing enterprise system that affect the change in this indicator at different levels. In support of the scientific sources of the review, data from the practice of a branch of one of the largest production holdings in Russia, the Roscosmos Corporation, a branch of the Joint Stock Company Scientific and Production Center for Automation and Instrument Engineering named after Academician N. A. Pilyugin, the Sosensky Instrument-Making Plant, is provided. It has been established that the productivity of an enterprise should be considered as a complex, multifactorial indicator of the enterprise's efficiency, consisting of a set of tools implemented in modern enterprises.*

Keywords: *productivity, intangible assets, human capital, robotization, innovation, social factors, strategic planning, working conditions, production, corporate culture, enterprise efficiency, quality management, personnel development, competitiveness, quick-response production, quality culture.*

Введение

В современных условиях развития экономики, а также политической обстановки в мире, производственным предприятиям России важно максимально быстро достигать поставленных целей развития и выполнять поставленные производственные планы. На общую производительность предприятия влияет множество факторов. В первую очередь, предлагается выделить те факторы, которые, на сегодняшний день, привлекают больше внимания и интереса, как со стороны руководства компаний, так и со стороны инвесторов, государства и акционеров, увеличивая шансы предприятия на дальнейший рост и развитие. Цель статьи заключается в выявлении факторов, оказывающих влияние на показатель производительности предприятия, отвечающих последним тенденциям в области управления, предложенных в научных источниках за последние 5–7 лет.

Обзор научных источников о факторах, влияющих на производительность предприятия

В научной литературе чаще всего рассматриваются лишь некоторые отдельные факторы, влияющие на общую производительность предприятия. Говоря о производительности, в большей степени, подразумевается производительность труда, однако, есть источники, где рассматриваются и анализируются различные факторы и элементы системы предприятия, влияющие на производительность предприятия в целом, как показатель эффективности предприятия. Анализ теоретических подходов показывает, что производительность предприятия как индивидуальный критерий уровня развития и потенциала производственного предприятия обретает все большую актуальность и важность в новых бизнес-реалиях. Современные тенденции менеджмента диктуют свои правила и подходы для выбора факторов, влияющих на показатель производительности предприятия [1].

Одним из факторов, влияющих на показатель производительности предприятия, являются нематериальные активы предприятия. В исследовании

Мануйленко и Галазовой [2] рассматривается влияние нематериальных активов на производительность организаций в условиях цифровой экономики. Авторы подчеркивают, что нематериальные активы, такие как интеллектуальная собственность и организационные знания [3], играют важную роль в обеспечении конкурентных преимуществ для предприятий. Однако, несмотря на их значимость, в литературе до сих пор отсутствует четкое определение этого понятия, что затрудняет его практическое применение в экономике. Результаты исследования показали, что влияние нематериальных активов, таких как интеллектуальная собственность, на рост производительности организации порой оказывается низким, что требует более тщательного подхода к их учету и анализу в управленческих практиках. Однако современная практика Российских предприятий показывает, что при текущей динамике роста инновационной активности [4], необходимо уделять особое внимание нематериальным активам предприятия, не только с юридической точки зрения, но и экономической.

Понятие «нематериальные активы» организации в российском и международном законодательстве имеет следующие отличительные ключевые признаки: российский законодатель определяет ключевым признаком долгосрочный характер использования, сопровождающийся большей доходностью, а международный законодатель – идентифицируемость, контролируемость, признание будущих экономических выгод. Привлечение внимания к увеличению стоимости нематериальных активов и их производительности является отображением не только текущего уровня развития предприятия, но и его экономического и производственного потенциалом в долгосрочной перспективе.

Важнейшим фактором, влияющим на производительность предприятий, является развитие человеческого капитала, а именно процесс формирования и накопления знаний, умений, навыков, интеллектуальных и физических способностей персонала предприятий.

Линёв и Коростелев [5] утверждают, что развитие человеческого капитала оказывает прямое влияние на инновационные способности и организационные компетенции предприятия. Исследования, приводимые в статье, показывают, что предприятие получает особое конкурентное преимущество, если владеет уникальными ресурсами, которые не могут быть скопированы или приобретены конкурентами, в отличие от технологий и изобретений. Именно таким уникальным ресурсом является человеческий капитал предприятия.

Стоит отметить, что разнообразие в знаниях и опыте членов команды позволяет предприятиям внедрять более креативные и эффективные решения. Это ведет к улучшению общей производительности, что также дополнительно рассматривается в данной статье на примере реального предприятия, филиала «НПЦАП»- «СПЗ», где сотрудникам и их развитию выделена особая роль, как составляющей части стратегии развития предприятия и его производительности. Исследование авторов также подтверждает, что использование человеческого капитала, особенно на малых технологичных предприятиях, оказывает значительное влияние на успех бизнеса, подчеркивая важность инновационных и системных подходов к его развитию. В статье авторы приходят к выводу, что существует тесная взаимосвязь между производительностью современного предприятия и человеческим капиталом, управляя и инвестируя в который,

предприятие прокладывает стабильный и длительный путь к инновационным возможностям, а также к росту производительности предприятия в целом.

Назарова [6] в своей статье рассматривает социальные факторы, такие как условия труда, заработная плата, рабочие часы и отпуска, и их влияние на производительность на промышленных предприятиях. Исследование показывает, что улучшение социальных условий для работников способствует повышению их вовлеченности и росту производительности. Автор отмечает, что «социальные условия, такие как заработная плата и рабочие часы, играют ключевую роль в повышении мотивации работников и, как следствие, в улучшении производительности труда». Условия труда, включая разумное распределение рабочего времени и систему оплаты труда, играют важнейшую роль в создании мотивации у сотрудников, что напрямую сказывается на результатах работы. Исследование подчеркивает, что оптимизация социальных условий на предприятии может значительно улучшить не только внутренние показатели эффективности, но и создать более устойчивую корпоративную культуру, что в итоге приводит к росту производительности и конкурентоспособности.

Федюнина, Городный и Симачев [7] в своём исследовании анализируют влияние роботизации на производительность промышленных предприятий в России, выявляя значительные положительные эффекты от внедрения промышленных роботов на предприятиях, не относящихся к лидерам отрасли. Авторы утверждают: «предприятия, осуществляющие прямой импорт промышленных роботов, крупнее и чаще интернационализированы, т.е. имеют иностранных собственников и осуществляют прямой экспорт». Внедрение роботизации способствует росту совокупной факторной производительности и улучшению условий труда. Однако на крупных предприятиях с уже развитой технологической базой влияние роботизации менее выражено. Это связано с их более высокоразвитыми производственными процессами и ограничениями в численности персонала. Авторы подчеркивают, что в России роботизация находится на начальных этапах, и для значительных улучшений в производительности необходимо усиление инновационной активности и улучшение инвестиционного климата в стране.

Хуссейн [8] акцентирует внимание на стратегическом планировании как факторе повышения производительности на предприятиях. Стратегическое планирование позволяет организациям строить долгосрочные цели, оптимизировать процессы и направлять ресурсы на наиболее важные задачи. Хуссейн утверждает, что успешные компании, которые строят стратегии, ориентированные на инновации⁵ и долгосрочное развитие, способны повысить свою производительность и конкурентоспособность. Он также подчеркивает: «стратегическое планирование позволяет организациям не только управлять текущими процессами, но и эффективно использовать ресурсы для достижения

⁵ Под инновациями здесь и далее, понимаются технологические инновации, т. е. «введение в употребление какого-либо нового или значительно улучшенного продукта (товара или услуги) или процесса» (Руководство..., 2006, с. 55). Таким образом, за рамки детального рассмотрения выносятся нетехнологические (организационные и маркетинговые) инновации.

высоких производственных показателей в будущем». В статье подчеркивается важность внедрения инновационных решений в стратегическое планирование, так как они становятся основой для устойчивого роста и повышения производительности. Это позволяет предприятиям не только адаптироваться к изменяющимся условиям внешней среды, но и эффективно использовать внутренние ресурсы для достижения успеха.

Домнич [9] в своём исследовании анализирует проблемы измерения и интерпретации влияния инноваций на производительность предприятий. Автор подчеркивает, что инновации играют ключевую роль в изменении производительности, однако их влияние может быть как положительным, так и отрицательным в зависимости от множества факторов. Исследование акцентирует внимание на необходимости улучшения подходов не только к измерению инноваций, но и к их влиянию на производительность предприятия. Недостоверная оценка и ошибочное определение уровня влияния одного из факторов, может привести к дальнейшим ошибкам в стратегии развития предприятия и неверным управленческим решениям, увеличивая риски для предприятия, снижая его инвестиционную привлекательность. Важным акцентом является и рекомендация различать вклад инноваций в производительность предприятия от влияния научных исследований, патентуемых изобретений и прочих факторов, напрямую взаимосвязанных, но не тождественных инновациям.

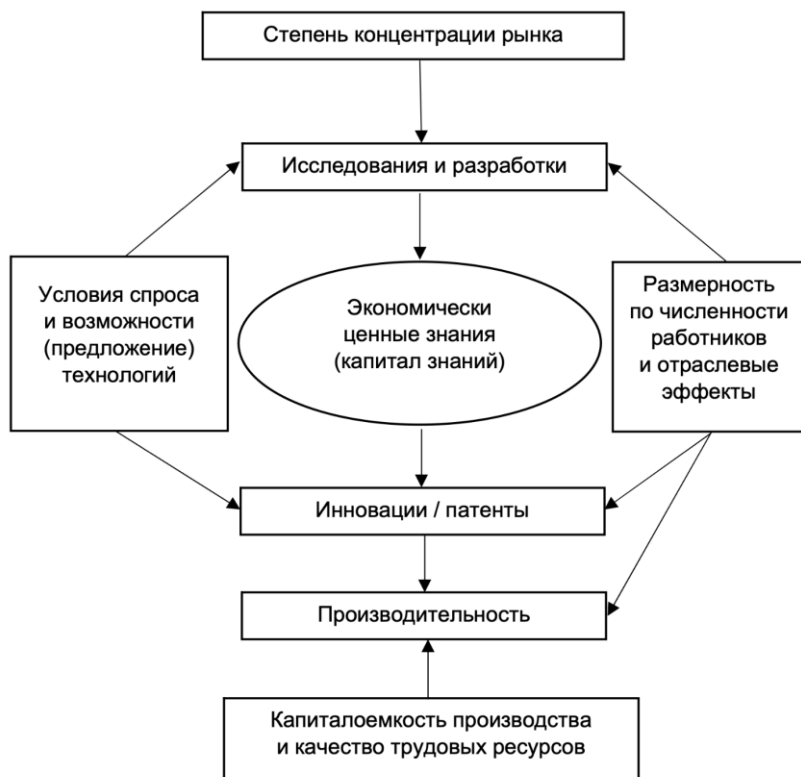


Рис.1. Исходная модель CDM: место производительности в цикле инноваций

Источник: Crepon et al., 1998, p. 137. Источник: Crepon et al., 1998, p. 137.

Автор статьи также приводит модель CDM, которая подтверждает взаимосвязь нескольких факторов, влияющих на производительность, рассмотренных в данной статье, таких как человеческий капитал и нематериальные активы предприятия.

Порошин [9] в своем труде исследует влияние культуры качества на производительность предприятий. Автор подчеркивает, что, по его мнению, и на основании его исследования, культура качества является важнейшим фактором для успеха компании, так как она формирует эффективную и мотивированную рабочую среду. Он отмечает, что «культура качества играет ключевую роль в создании эффективного, мотивированного и сосредоточенного на результатах коллектива». В статье рассматриваются ключевые элементы, способствующие формированию культуры качества, такие как вовлеченность руководства, обучение сотрудников и системный подход к управлению качеством. Порошин приводит примеры компаний, таких как Toyota и Michelin, которые добились значительного повышения производительности своих предприятий благодаря внедрению культуры качества, что подтверждает и опыт предприятия АО «НПЦАП»-«СПЗ», рассматриваемый в качестве примера и доказательной базы в данной статье. Исследование подчеркивает, что культура качества напрямую связана с производительностью и является важным элементом для долгосрочного успеха компании.

В заключение обзора научных источников можно отметить, что производительность предприятий зависит от множества взаимосвязанных факторов, каждый из которых играет ключевую роль в повышении общей эффективности организации, но есть те факторы, которым на сегодняшний день уделяется особое внимание в связи последними тенденциями менеджмента и экономико-политической ситуацией в стране. Исследования и литературные источники, рассмотренные в данном анализе, показывают, что нематериальные активы, человеческий капитал, роботизация, стратегическое планирование, инновации и культура качества имеют большое значение для роста производительности на всех уровнях организации, включая и показатель общей производительности предприятия. Каждый из этих факторов требует особого внимания и интеграции в управленческие процессы.

Так, исследование Мануйленко и Галазовой подчеркнуло важность правильной оценки нематериальных активов, которые, несмотря на свою значимость, зачастую недооценены в практическом плане. В свою очередь, работы Линёва и Коростелева показали, что человеческий капитал, напрямую влияет на инновационные процессы и производительность.

Кроме того, исследования Федюниной, Городного и Симачева показали, что роботизация на промышленных предприятиях России может стать важным инструментом для повышения производительности, хотя её внедрение требует значительных усилий на уровне инфраструктуры и инновационного потенциала. Хуссейн в своём исследовании подчеркнул, что стратегическое планирование, ориентированное на инновации и долгосрочное развитие, является ключевым фактором для устойчивого роста и повышения производительности. В свою очередь, Домнич показал, что для корректного измерения влияния инноваций на производительность необходимо разработать новые методы оценки, которые бы более точно отражали реальное влияние инноваций на эффективность работы

предприятий.

Наконец, Порошин отметил, что культура качества является неотъемлемой частью успешной организации, способствующей созданию эффективной рабочей среды и повышению производительности. Таким образом, все рассмотренные факторы — от правильной оценки нематериальных активов до внедрения культуры качества — тесно взаимосвязаны и должны учитываться в едином стратегическом подходе к управлению производительностью.

Практический пример влияния комплекса инструментов на повышения уровня общей производительности предприятия

Проведенный анализ научных источников, выводы всех рассмотренных исследований, подтверждает и практика предприятия филиала «НПЦ АП» - «СПЗ», где была организована и внедрена обширная система инструментов, направленных на развитие производительности предприятия, как возможного ключевого фактора устойчивого развития предприятия отрасли. В рамках нацпроекта «Производительность труда и поддержка занятости» предприятие осваивает метод повышения производительности труда, частью которого является оценка уровня удовлетворенности внутреннего клиента, обучение всех, без исключения, сотрудников и работа с человеческим капиталом. Введена система параллельного развития персонала во взаимосвязи с развитием предприятия, в качестве ключевого фактора развития человеческого капитала. Внедрена система управления качеством, культура качества и показатель “Внутреннего качества”, базирующийся на 5 ключевых показателях - мотивация, всеобщее обучение, приемочный входной контроль (аудит потребителя), система менеджмента качества, входной контроль (аудит поставщика).

На практике предприятия «НПЦ АП» - «СПЗ» можно сделать вывод, о том, что уровень повышения общей производительности предприятия зависит от комплекса мер и факторов, применяемых на предприятии. Все внедренные и протестированные инструменты позволили предприятию «НПЦ АП» - «СПЗ» выйти на 100% выполнение поставленных производственных планов (из выступлений директора по развитию «НПЦ АП» - «СПЗ» В.А. Ливенцева).

Заключение

Таким образом, результаты всех рассмотренных исследований в совокупности с опытом реального предприятия, внедрившего все инструменты, представленные в данной статье, подчеркивают важность комплексного подхода к оценке и повышению производительности на предприятиях. Комплексный подход включает не только внедрение новых технологий и инновационных решений, но и улучшение социальных условий труда, развитие человеческого капитала и стратегическое планирование. Эти факторы должны быть интегрированы в повседневную практику бизнеса для обеспечения устойчивого роста и конкурентоспособности в условиях современной экономики.

Литература

Электронные издания:

1. Калинина Н. М., Кулик Н. А. Оценка степени инновационной готовности системной трансформации менеджмента в условиях перехода к шестому технологическому // ОНВ. ОИС. 2023. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-stepeni-innovatsionnoy-gotovnosti-sistemnoy-transformatsii-menedzhmenta-v-usloviyah-perehoda-k-shestomu-tehnologicheskomu> (дата обращения: 29.05.2025).
2. Мануйленко В. В., Галазова М. В. Дискуссионные положения по характеристике и оценке производительности нематериальных активов организации // Инновации и инвестиции. 2021. №12. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/diskussionnye-polozheniya-po-harakteristike-i-otsenke-proizvoditelnosti-nematerialnyh-aktivov-organizatsii> (дата обращения: 27.03.2025).
3. Уварова Т. Г., Масюк Н. Н. Организационное знание как важнейший ресурс в инновационной экономике страны // Россия: тенденции и перспективы развития. 2011. №6-1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/organizatsionnoe-znanie-kak-vazhneyshiy-resurs-v-innovatsionnoy-ekonomike-strany> (дата обращения: 10.11.2025).
4. Марков Д. А., Маркова Н. А. Быстро реагирующее производство как концепция повышения конкурентоспособности предприятия // Вестник ПНИПУ. Социально-экономические науки. 2016. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/bystroreagiruyushee-proizvodstvo-kak-kontseptsiya-povysheniya-konkurentosposobnosti-predpriyatiya> (дата обращения: 28.05.2025).
5. Линёв А. И., Коростелев А. А. Влияние человеческого капитала на производительность предприятия // АНИ: экономика и управление. 2016. №4 (17). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-chelovecheskogo-kapitala-na-proizvoditelnost-predpriyatiya> (дата обращения: 27.03.2025).
6. Назарова М. Социальные факторы, повышающие производительность предприятий // ОИИ. 2021. №8/С. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sotsialnye-factory-povyshayushchie-proizvoditelnost-predpriyatiy> (дата обращения: 27.03.2025).
7. Федюнина А.А., Городный Н.А., Симачев Ю.В. Влияние роботизации на производительность промышленных предприятий в России // Российский журнал менеджмента. 2023. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-robotizatsii-na-proizvoditelnost-promyshlennyh-predpriyatiy-v-rossii> (дата обращения: 27.03.2025).
8. Хуссейн Л. А. Роль стратегического планирования в развитии производительности предприятия // Вестник УГНТУ. Наука, образование, экономика. Серия: Экономика. 2018. №1 (23). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-strategicheskogo-planirovaniya-v-razvitii-proizvoditelnosti-predpriyatiya> (дата обращения: 27.03.2025).
9. Домнич Е. Л. Инновации как фактор измерения производительности предприятий: проблемы измерения и интерпретаций // Пространственная экономика. 2022. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsii-kak-faktor-izmereniya-proizvoditelnosti-predpriyatiy-problemy-izmereniya-i-interpretatsii> (дата обращения: 27.03.2025).
10. Порошин Д. О. Влияние культуры качества на производительность; анализ и рекомендации для предприятий // Вестник науки. 2025. №2 (83). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-kultury-kachestva-na-proizvoditelnost-analiz-i-rekomendatsii-dlya-predpriyatiy> (дата обращения: 27.03.2025).

УДК 303.732; JEL Classification: Q01

Методы системного анализа в логистике

Волкова М.В.¹, Сорокина Э.В.², Срывалина Ю.В.³

¹к.э.н., доцент кафедры «Промышленная логистика» МГТУ им. Н.Э. Баумана, mvvvolkova@yandex.ru;

²студент МГТУ им. Н.Э. Баумана, emiliia122002@gmail.com;

³студент МГТУ им. Н.Э. Баумана, sryyvalinayv@student.bmstu.ru.

Аннотация. В статье рассмотрены теоретические основы применения системного анализа для оценки устойчивости логистических систем. Представлены ключевые методы системного анализа, предложена концептуальная модель оценки устойчивости логистической системы. Показано, что системный анализ позволяет выявлять критические элементы, определять пределы устойчивости и формировать механизмы адаптации к изменяющимся условиям внешней среды.

Ключевые слова: системный анализ, логистическая система, устойчивость, структурно-функциональный анализ, системная динамика, теория графов, имитационное моделирование, адаптивность, устойчивое развитие, управление цепями поставок.

Methods of system analysis in logistics

Maria Volkova¹, Emiliia Sorokina², Sryyvalina Yuliya³

¹Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Industrial Logistics, Bauman University, Moscow.

²student of Bauman University, Moscow.

³student of Bauman University, Moscow.

Abstract. The article discusses the theoretical foundations of using system analysis to assess the sustainability of logistics systems. It presents key methods of system analysis and proposes a conceptual model for assessing the sustainability of a logistics system. The article shows that system analysis allows for identifying critical elements, determining the limits of sustainability, and developing mechanisms for adapting to changing environmental conditions.

Key words: system analysis, logistics system, sustainability, structural-functional analysis, system dynamics, graph theory, simulation modeling, adaptability, sustainable development, supply chain management.

Введение

Современные логистические системы представляют собой сложные динамические образования, объединяющие материальные, информационные и

финансовые потоки, а также инфраструктуру, персонал и управленческие механизмы. Их функционирование происходит в условиях высокой неопределённости внешней среды, глобализации цепей поставок, технологических изменений и нарастающих экологических и социальных требований. Всё это обуславливает необходимость рассмотрения логистики не только как совокупности операций по движению материальных потоков, но и как целостной системы, устойчивость которой определяет эффективность всей хозяйственной деятельности [1].

В последние десятилетия в отечественной и мировой научной литературе активно развивается подход, основанный на системном анализе, позволяющий исследовать логистические системы как целостные образования, имеющие множество взаимосвязанных элементов и взаимодействующих с внешней средой [2]. Применение системного анализа к логистике даёт возможность выявить структуру, связи и потоки внутри системы, определить закономерности её функционирования и устойчивости, а также предложить направления совершенствования управленческих решений.

Устойчивость логистических систем становится одним из ключевых понятий современного научного дискурса, что обусловлено требованиями адаптации к рискам, внешним возмущениям и кризисным ситуациям [3]. В логистике устойчивость трактуется как способность системы сохранять функциональную целостность и эффективность при изменении условий функционирования, что непосредственно связано с концепцией устойчивого развития и с задачами повышения конкурентоспособности предприятий [8].

Несмотря на значительное количество работ, посвящённых вопросам эффективности и оптимизации логистических процессов, теоретическое осмысление устойчивости логистических систем именно в контексте системного анализа остаётся недостаточно разработанным. Большинство исследований концентрируется на отдельных элементах (транспорт, склад, запасы), не охватывая системные взаимосвязи и механизмы обратных связей, определяющих устойчивость логистической системы в целом [4].

В этой связи цель настоящей статьи заключается в раскрытии теоретико-методологических основ применения системного анализа для оценки устойчивости логистических систем, а также в формулировании концептуальных положений, позволяющих рассматривать устойчивость логистики в рамках целостного системного подхода.

Для достижения цели решаются следующие задачи:

1. Определить сущность и основные характеристики системного анализа в логистике.
2. Раскрыть теоретические основания понятия «устойчивость логистической системы».
3. Охарактеризовать методы системного анализа, применимые к оценке устойчивости.

Объектом исследования является логистическая система как сложная организационно-экономическая структура. Предметом — применение системного анализа для оценки устойчивости логистических систем.

Научная новизна статьи заключается в уточнении методологической базы применения системного анализа к оценке устойчивости логистических систем,

а также в разработке теоретических положений, раскрывающих взаимосвязь между структурой системы, её функциями и способностью сохранять устойчивое состояние при воздействии внешних и внутренних факторов.

Системный анализ в логистике

Системный анализ — одно из ключевых направлений современной науки, возникшее на основе идей общей теории систем Л. фон Берталанфи, кибернетики Н. Винера и теории управления сложными системами. В отечественной научной традиции основы системного подхода были развиты в трудах В. Н. Садовского, И. В. Блауберга, В. Н. Буркова, В. А. Анфимова и других исследователей, которые определяли систему как совокупность взаимосвязанных элементов, обладающую целостными свойствами, не сводимыми к свойствам отдельных частей [5].

Согласно базовым принципам системного анализа, любой объект исследования рассматривается как система, имеющая структуру (совокупность элементов и связей), функции (цели и задачи), границы (взаимодействие с внешней средой) и динамику (изменения состояния во времени). Эти принципы в полной мере применимы к логистике, поскольку логистическая система является многокомпонентной, динамичной и иерархически организованной структурой, включающей материальные, информационные и финансовые потоки [1].

Логистические системы характеризуются следующими признаками:

- наличие множества взаимосвязанных элементов (поставщики, склады, транспорт, информационные узлы, клиенты);
- наличие общих целей функционирования (минимизация затрат, обеспечение своевременности поставок, повышение качества обслуживания);
- существование внутренних и внешних связей, определяющих движение потоков;
- наличие обратных связей, позволяющих корректировать поведение системы;
- подверженность влиянию внешней среды (рынок, политика, технологии, экология).

Таким образом, логистическая система представляет собой типичный объект системного анализа, для которого важны не только отдельные элементы, но и структура взаимодействий между ними.

Системный подход в логистике позволяет перейти от локального рассмотрения операций к исследованию целостной структуры, выявить взаимозависимости между подсистемами и определить, как изменения в одном элементе отражаются на устойчивости всей системы [2].

Согласно классическим представлениям, системный анализ включает ряд последовательных этапов: постановка цели исследования, определение границ системы, выявление структуры и связей, формализация модели, анализ поведения системы и выработка решений.

Применительно к логистике эти этапы можно интерпретировать следующим образом:

1. Постановка цели — определение задач логистической системы (например, минимизация затрат при сохранении устойчивости поставок).
2. Определение границ системы — выделение внутренних элементов и внешней среды (поставщики, транспорт, потребители, инфраструктура, нормативные условия).
3. Идентификация структуры и потоков — установление связей между элементами (материальные, информационные, финансовые).
4. Моделирование системы — создание формализованных моделей, отражающих взаимодействие элементов и потоков (например, сетевые, динамические, имитационные модели).
5. Анализ поведения системы — изучение устойчивости, чувствительности и адаптивности системы при изменении внешних условий.
6. Выработка решений — определение направлений повышения устойчивости и эффективности логистических процессов.

В практике логистики системный анализ опирается на широкий набор методов: структурно-функциональный анализ, морфологический анализ, методы системной динамики, методы теории графов, моделирование потоков, сценарное моделирование, экспертные методы и др.

Эти методы позволяют комплексно оценить функционирование логистических систем, выявить критические точки и факторы, влияющие на устойчивость. Например, методы системной динамики позволяют моделировать взаимосвязи запасов, спроса и транспортных потоков, а теория графов — исследовать топологию логистических сетей и определить узлы, от которых зависит устойчивость системы в целом [4].

Устойчивость логистической системы тесно связана с её способностью адаптироваться к изменениям внешней и внутренней среды. Системный анализ позволяет рассматривать устойчивость не как статическую характеристику, а как динамическое свойство, проявляющееся в способности системы сохранять функциональную целостность при воздействии возмущений.

Устойчивость логистической системы обеспечивается за счёт наличия обратных связей, резервов, гибкости управленческих решений и согласованности действий участников цепи поставок [1, 9]. В системном анализе эти характеристики выражаются через понятие «устойчивого состояния системы», которое сохраняется при незначительных изменениях параметров.

Методологически системный анализ устойчивости логистической системы включает следующие ключевые аспекты:

- структурный анализ, направленный на выявление состава и иерархии элементов системы;
- функциональный анализ, определяющий цели и функции подсистем;
- информационный анализ, исследующий потоки информации, обеспечивающие координацию действий;
- динамический анализ, оценивающий реакцию системы на изменения во времени;

- оценку устойчивости, направленную на определение способности системы к саморегуляции и адаптации.

По сути, системный анализ выступает методологическим инструментом, позволяющим оценить, насколько логистическая система способна сохранять своё функционирование в условиях неопределённости, нарушений и изменений во внешней среде.

В зависимости от исследовательских целей выделяют несколько типов устойчивости логистических систем [4]:

- структурная устойчивость, характеризующая сохранение внутренней организации и взаимосвязей между элементами;
- функциональная устойчивость, отражающая способность поддерживать целевые функции системы;
- динамическая устойчивость, связанная с сохранением стабильности параметров во времени;
- адаптивная устойчивость, определяющая способность к перестройке структуры и функций при изменении внешних условий.

Таким образом, устойчивость логистической системы — это интегральная характеристика, отражающая способность системы обеспечивать надёжность, сбалансированность и непрерывность потоков при воздействии возмущений различной природы.

Применение системного анализа для оценки устойчивости логистических систем предполагает использование широкого спектра методологических и аналитических инструментов. Наиболее значимыми из них являются:

- структурно-функциональный анализ: данный метод направлен на выявление структуры логистической системы, взаимосвязей между её элементами и функций, которые они выполняют. Системный анализ начинается с построения функционально-структурной модели, в которой определяются подсистемы, потоки и точки взаимодействия [5]. Это позволяет определить критические звенья, от которых зависит устойчивость системы в целом. В логистике структурно-функциональный анализ используется для определения взаимосвязей между подсистемами снабжения, производства, распределения и управления запасами. С помощью этого метода можно выявить «узкие места» системы, где возможны сбои в функционировании потоков;
- системная динамика: позволяет моделировать поведение сложных систем во времени с учётом обратных связей [2]. В логистике системная динамика применяется для анализа взаимодействия между запасами, скоростью поставок, колебаниями спроса и другими параметрами. Модели системной динамики дают возможность исследовать, как изменения во входных параметрах (например, задержки поставок или рост спроса) влияют на устойчивость всей логистической системы. Эти модели полезны для прогнозирования поведения системы и оценки её способности сохранять стабильность в различных сценариях [7];
- методы теории графов: логистическая система может быть представлена в виде графа, где вершины — это узлы (поставщики,

склады, потребители), а рёбра — связи между ними (транспортные маршруты, информационные каналы). Анализ устойчивости сети позволяет выявить, какие узлы и связи являются критическими. При нарушении этих элементов система теряет целостность или снижает эффективность [4]. Теория графов широко используется при проектировании транспортно-логистических сетей и систем дистрибуции. С помощью топологического анализа можно оценить устойчивость сети к отказам элементов и определить резервные маршруты;

- морфологический анализ: морфологический анализ направлен на исследование структуры системы и выявление всех возможных комбинаций её параметров. В логистике этот метод применим для анализа конфигураций цепей поставок, определения альтернативных вариантов распределения ресурсов и построения сценариев функционирования при различных внешних условиях [2];
- имитационное моделирование: имитационные модели позволяют воспроизводить функционирование логистической системы в виртуальной среде и анализировать её поведение при различных возмущениях. Это даёт возможность оценить чувствительность системы и определить пределы устойчивости.

Таким образом, системный анализ предлагает целый набор инструментов, позволяющих исследовать устойчивость логистических систем на разных уровнях — от структурного до динамического. Их интеграция обеспечивает комплексный подход к оценке устойчивости, сочетающий аналитические, моделирующие и экспертные методы.

Заключение

Системный анализ является эффективным методологическим инструментом для оценки устойчивости логистических систем. Он обеспечивает целостное представление о структуре, функциях и динамике системы, позволяет выявить взаимосвязи между элементами и определить факторы, влияющие на устойчивость.

Устойчивость логистической системы включает в себя экономические, экологические, социальные и организационные аспекты. Применение системного анализа позволяет не только оценить текущее состояние системы, но и смоделировать её поведение при изменении внешних условий.

Результаты исследования подтверждают необходимость системного подхода при проектировании и управлении логистическими системами. Это особенно актуально в условиях цифровизации экономики и роста нестабильности внешней среды [6].

Перспективы дальнейших исследований связаны с разработкой формализованных моделей устойчивости логистических систем, интеграцией методов системной динамики, сетевого анализа и искусственного интеллекта, а также с созданием инструментов мониторинга устойчивости на основе цифровых технологий [10].

Литература

1. Сергеев В. И. Логистика в бизнесе: концепции и технологии. – М.: ИНФРА-М, 2016. 502 с.
2. Куликов В. В. Методы системного анализа в логистике и управлении цепями поставок. – М.: Финансы и статистика, 2020. 288 с.
3. Басков В. Н. Логистика: устойчивое развитие и эффективность систем. – СПб.: Питер, 2021. 304 с.
4. Кизим А. А. Моделирование и анализ логистических систем. – М.: Инфра-М, 2017. 392 с.
5. Анфимов В. А. Системный анализ: основы и методы. – М.: Инфра-М, 2012. 356 с.
6. Кузнечихина Д. А. Управление устойчивостью логистических систем в условиях цифровизации // XVII Неделя науки молодежи СВАО: сборник статей по итогам работы научных конференций и круглых столов. 2022. С. 628–635.
7. Шаржуков И. О., Некоз Г. А., Сафаров Д. А., Норкина А. Н. Устойчивое развитие складской логистики с применением аналитики и моделирования для оптимизации процессов хранения // Финансовая безопасность — новые горизонты: материалы X Междунар. науч.-практ. конф. 2024. С. 1052–1061.
8. Куршева С. Г., Король Р. Г. Исследование факторов устойчивости логистических цепей к различным воздействиям // Транспорт Азиатско-Тихоокеанского региона. 2021. № 2 (27). С. 35–38.
9. Козин М. Н., Гарин А. В., Злыднев М. И., Ниязова Ю. М. Методический подход к оценке устойчивости логистической инфраструктуры к процессам ресурсного обеспечения федеральных органов исполнительной власти // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2020. № 2 (54). С. 72–77.

УДК: 334.01, JEL Classification: D20, A13

Механизмы и факторы выдвижения кандидатов из кадрового резерва на должности руководителей среднего уровня в инновационных организациях

Галактионов А. В.

соискатель кафедры экономики и бизнеса МГТУ им. Н.Э. Баумана,
A_Ga1aktionov@mail.ru.

***Аннотация.** В статье рассматривается проблема объективности и прозрачности механизмов выдвижения кандидатов из кадрового резерва на должности руководителей среднего звена в инновационных организациях. Указано на важность взаимодействия субъективных факторов (лояльность, степень управленческой состоятельности) с объективными критериями отбора (компетентность, результативность). На основе институционального анализа и анализа лучших практик предложена комплексная четырёхмерная модель оценки кандидатов, учитывающая риски искажений в кадровой политике. Выявлены ключевые институциональные ловушки и механизмы их преодоления. Разработаны практические рекомендации по совершенствованию процедур отбора и продвижения кадрового резерва. Результаты исследования могут быть использованы для повышения эффективности управления человеческими ресурсами в организациях инновационного типа.*

***Ключевые слова:** кадровый резерв, управление талантами, выдвижение кандидатов, лояльность, объективные критерии, инновационные организации, прозрачность отбора.*

Mechanisms and factors of candidate promotion from talent reserve to middle management positions in innovative organizations

Alexander Galaktionov

Postgraduate student of the Department of Economics and Business of the Bauman Moscow State Technical University.

***Abstract.** The article addresses the problem of objectivity and transparency in mechanisms for promoting candidates from talent reserves to middle management positions in innovative organizations. A comprehensive analysis of the interaction between subjective factors (loyalty, corruption) and objective selection criteria (competence, performance) is conducted. Based on institutional analysis and case studies, a comprehensive four-dimensional candidate*

assessment model is proposed that accounts for distortion risks in HR policy. Key institutional traps and mechanisms for overcoming them are identified. Practical recommendations for improving selection procedures and promoting ethics in talent reserve management are developed. The research results can be used to enhance the effectiveness of human resources management in organizations of innovative type.

Keywords: *talent reserve, talent management, candidate promotion, loyalty, objective criteria, innovative organizations, selection transparency.*

Введение

Эффективное управление кадровым резервом является стратегической необходимостью для современных организаций, особенно в условиях цифровизации и инновационной трансформации экономики. Однако практика показывает, что при выдвижении кандидатов на руководящие должности часто происходит смешение объективных критериев компетентности с субъективными факторами: личной лояльностью, прежними заслугами кандидата, влиянием близких социальных связей. Это приводит к снижению эффективности управленческого аппарата, дестабилизации социально-психологического климата организации и выходу талантливых специалистов на конкурентные рынки труда [6]. Проблема усугубляется в инновационных организациях, где требуются особые компетенции в условиях неопределённости и высокой турбулентности внешней среды, системное мышление, развитые способности к творческому решению сложных проблем. Недостаточная прозрачность процедур отбора создаёт серьёзный риск, когда ключевые управленческие позиции занимают кандидаты, обладающие высоким социальным капиталом и личными связями, но не соответствующие требуемому уровню компетентности и инновационного потенциала. Цель тезисов проведенного исследования – в сжатой форме продемонстрировать выявленные и систематизированные факторы, влияющие на процесс выдвижения управленческих кадров из резерва, показать научно обоснованную модель оценки кандидатов, минимизирующую коррупционные и субъективные риски, и предложить механизмы продвижения резервистов и кандидатов со стороны, опираясь на лучшие практики кадровой политики Росатома.

Понятие кадрового резерва в научной литературе трактуется как система выявления, подготовки, развития и целевого продвижения высокопотенциальных сотрудников организации на ключевые руководящие должности. Классические модели управления талантами акцентируют внимание на процессе идентификации этих талантов и их ускоренном карьерном развитии путем освоения специализированных программ. В отечественной экономической науке управление кадровым резервом рассматривается в широком контексте организационного поведения, теории человеческого капитала и институциональной экономики. Как отечественные, так и зарубежные институционалисты подчёркивают определяющую роль институциональной среды, в которой функционирует система подбора управленческих кадров. А руководители-практики отмечают, что эффективность кадровых решений зависит не только от качества объективного отбора, но и от уровня институционализации этических норм в организационной

культуре и практике управления, от способности соискателя, в полной мере раскрывая свой управленческий потенциал, быть преемником организационной культуры предприятия [9].

Объективные критерии и субъективные факторы выдвижения

Объективные критерии выдвижения или привлечения кандидатов со стороны включают: 1) результаты комплексных ассессмент-центров, основанные на системной оценке лидерского потенциала и профессиональных управленческих компетенций в стандартизированных условиях; 2) подтвержденные показатели KPI и результаты аудита достижений, отражающие финансовые, операционные и инновационные достижения резервиста; 3) верифицированные данные об уровне компетентности в области деятельности компании, а также в области инновационного менеджмента, цифровых и информационных технологий, системного анализа и стратегического мышления.

Развернутое исследование консалтинговой компании «Bain & Company», проведенное на выборке из более чем 500 крупных организаций, показало, что компании, использующие многоэтапные процедуры отбора с привлечением независимых внешних экспертов и психологов, увеличивают вероятность успешного выдвижения и адаптации кандидата на новой должности по сравнению с организациями, полагающимися исключительно на субъективные оценки непосредственных линейных менеджеров [8].

Однако применение только количественных метрик является явно недостаточным для инновационных организаций. В условиях динамичной инновационной деятельности требуется полноценная многоуровневая оценка способности кандидата эффективно работать при высокой неопределённости и амбициозности, принимать нестандартные креативные решения, что не всегда отражается в традиционных KPI [4].

Субъективные факторы при выдвижении/привлечении на кадровые позиции резервистов довольно многочисленны, являются очень значимыми в условиях нестабильности и необходимыми для изучения, так как вызывают риски искажений кадровых решений. Не отрицая важности этой группы факторов, отметим их деструктивную роль в функционировании механизма отбора, основанного на объективных фильтрах продвижения резервистов, кандидатов, уже прошедших ротацию и целевую подготовку.

Субъективные факторы при выдвижении кандидатов включают: 1) лояльность как многоуровневое явление - от приверженности организационной культуре до личной преданности руководству и его политическим интересам; 2) коррупционные проявления в форме прямых финансовых откатов, латентного давления и угроз при отборе; 3) персональные социальные связи и накопленный кандидатом социальный капитал в организационных и профессиональных сетях.

Исследование, проведенное на выборке из 150 инновационных компаний России в периоде 2023–2024 гг., показало, что в 42% случаев решения о выдвижении кандидатов приниматься под влиянием неформальных личных рекомендаций влиятельных лиц, а не на основе формальных научных процедур

[3, с. 162]. Более того, 31% опрошенных HR-специалистов указали на наличие скрытых предварительных договорённостей между менеджментом и ключевыми менеджерами при выборе кандидатов на руководящие должности [3, с. 168].

Такие искажения создают так называемый. «парадокс компетентности»: выдвигаются кандидаты, обладающие высокой лояльностью и влиятельными связями, но имеющие недостаточную профессиональную компетентность, лидерскую зрелость и управленческий потенциал.

Модель комплексной оценки кандидатов

Предлагается практикоориентированная четырёхмерная модель оценки, учитывающая взаимодействие объективных и субъективных факторов (желательна экспертная оценка весов факторов, в данной публикации эта оценка - модельная):

Фактор 1. Компетентностная оценка (вес 0,40) – это комплексный набор инструментов, который включает специализированные психологические и управленческие показатели, структурированные интервью по реальным ситуационным сценариям, анализ портфеля и подтвержденной истории профессиональных достижений и проектов.

Фактор 2. Результативность (вес 0,30), включающий системный анализ KPI за последние три года, экспертную оценку коллег, обратную связь на 360 градусов от подчинённых и партнёров, объективную оценку влияния на инновационные показатели и развитие подразделения.

Фактор 3. Адаптивность и инновационность (вес 0,20) - значимая оценка способности эффективно работать в условиях высокой неопределённости, уровня креативности и оригинальности мышления, развитости предпринимательского менталитета, компетентности управления командами в сложных междисциплинарных проектах [4].

Фактор 4. «Этическая прозрачность» (вес 0,10), опирающаяся на анализ отсутствия потенциальных конфликтов интересов, на соответствие кодексу корпоративной этики и нормам поведения, на финансовую прозрачность и отсутствие теневых связей [5, с. 86-88].

Интеграция этих четырёх компонентов в единую оценочную систему позволяет снизить вероятность значительных ошибок при выдвижении. Однако исследуемая область управления человеческим капиталом высокого качества генерирует институциональные ловушки (ситуации, подверженные кольцевой коммуникативности, замкнутости «на себя»), что ставит перед необходимостью изучения механизмов преодоления этих ловушек.

Первая ловушка - закрытая система отбора - проявляется в том, что стратегические решения о выдвижении кандидатов-резервистов принимаются в закрытых кругах руководства, без прозрачной открытой коммуникации критериев отбора и результатов оценки. Механизм преодоления очевиден — это открытая публикация вакансий, явно сформулированные критерии отбора и анонимизированные результаты ассессментов для внутренней аудитории резервистов. Однако отметим, что не во всех отраслях и сферах такой механизм возможен.

Вторая ловушка - доминирование мнения одного руководителя - возникает, когда решение о выдвижении кандидата фактически принимает только непосредственный руководитель, что неизбежно создаёт условия для субъективизма, предвзятости и проявлений фаворитизма. Выход из этой ловушки возможен путем внедрения многоуровневых комиссий по отбору с обязательным участием HR-специалистов, финансовых аналитиков, представителей других бизнес-единиц и независимых внешних экспертов.

Третья ловушка - отсутствие качественной обратной связи - резервисты, не получившие должность, часто не получают информацию о причинах отклонения и конкретных направлениях для профессионального развития, что значительно снижает мотивацию и создаёт ощущение несправедливости в организации. Инструмент преодоления: структурированное развивающее интервью с каждым кандидатом, получившим отказ, и предоставление конкретных направлений для профессионального совершенствования.

Практика реализации механизмов продвижения в Росатоме

На основе анализа лучших практик инновационных компаний предлагается следующая четырёхэтапная дорожная карта внедрения механизма продвижения резервистов или «втягивания» кандидатов со стороны [1, с. 303–305].

Государственная корпорация «Росатом» реализует комплексную многоуровневую систему воспроизводства управленческого потенциала, которая функционирует с 2013 года и представляет собой институционализированный механизм подготовки преемников на ключевые руководящие позиции. Данная система выходит за рамки традиционной концепции планирования лидерской успешности и представляет собой целостную экосистему развития лидерства, интегрированную со стратегическими целями организации. Росатом реализует трехуровневую систему развития кадрового резерва, которая способствует формированию и укреплению управленческого потенциала корпоративной культуры через последовательное продвижение специалистов по уровням ответственности. Первый уровень — «Таланты Росатома» — включает молодых сотрудников до 35 лет, обладающих перспективными управленческими качествами, с минимальным стажем не менее одного года в государственной корпорации. Ежегодно сюда включается более 600 сотрудников, что обеспечивает пополнение будущих руководителей начального и среднего звена [7]. На этом этапе основной акцент делается на развитие профессиональных навыков, навыков командной работы и корпоративной идентичности. Второй уровень — «Капитал Росатома» — предназначен для кандидатов до 50 лет, демонстрирующих готовность управлять подразделениями среднего и старшего уровня. Их подготовка осуществляется путем целенаправленных программ по развитию управленческих компетенций, таких как управление производством, руководство проектами и межфункциональные ротации. Практическая эффективность данной модели подтверждена статистическими данными: 43% руководителей среднего и высшего звена были назначены из числа резервистов в 2015 году [7]. Третий уровень — «Достояние Росатома» — включает наиболее

подготовленных специалистов для назначения на ключевые позиции топ-менеджмента, включая ТОП-30 и ТОП-1000 руководителей. Благодаря системной работе 2023 году свыше 60% высших руководителей попали на свои позиции из кадрового резерва, что свидетельствует о стратегической направленности на долгосрочное кадровое обеспечение высшего руководства [2]. Для реализации заложенных целей Росатом использует комплексный набор инструментов: модульные тренинги, включающие четырьмя обязательными модулями по два дня в год, деятельность по проектному управлению, соответствующую стратегическим задачам по расширению международных рынков, разработке новых продуктов и снижению себестоимости, программу менторинга — в рамках которой задействовано 1461 пара «ментор-менти» и более 900 менторов [2], а также внутриорганизационные ротации и стажировки, что способствует многостороннему развитию профессиональных и управленческих компетенций резерва. Показанный системный подход обеспечивает дальнейшее укрепление кадрового потенциала предприятия в условиях современного инновационного менеджмента.

Заключение

Механизмы продвижения кандидатов из кадрового резерва на должности руководителей среднего уровня в инновационных организациях требуют достижения оптимального баланса между объективными критериями компетентности и учётом субъективных реалий организационной жизни. Предложенная четырёхмерная модель комплексной оценки позволяет систематизировать эти факторы, минимизировать коррупционные и субъективные риски и повысить справедливость и прозрачность кадровых решений. Институционализация этических норм и стандартов в процедурах отбора способствует не только улучшению качества управленческих назначений, но и укреплению организационного доверия, повышению мотивации и вовлечённости трудовых ресурсов и раскрытию инновационного потенциала компании в условиях цифровой трансформации и возрастающей конкуренции на рынке управленческих талантов. Критический анализ системы позволяет констатировать её высокую степень зрелости и соответствие лучшим мировым практикам управления талантами. Инструментарий развития резервистов в Росатоме основан на принципе комплексного воздействия и включает пять взаимодополняющих компонентов. Модульные тренинги, структурированные в формате четырёх обязательных двухдневных модулей в год, обеспечивают систематическое наращивание управленческих компетенций по таким направлениям, как лидерство и эффективное управление, мотивация персонала, управление изменениями, стратегическое и бизнес-мышление. Проектная деятельность резервистов непосредственно связана со стратегическими целями Госкорпорации, включая экспансию на международные рынки, разработку новых продуктов и снижение себестоимости производства, что обеспечивает практико-ориентированность обучения и генерацию измеримой бизнес-ценности. Общая численность резервистов, превышающая 3600 сотрудников отрасли, свидетельствует о значительных

масштабах инвестиций в человеческий капитал и эффективности механизмов продвижения кадрового резерва.

Литература

1. Будзинская О.В. концептуальное видение российского рынка труда: мобилизация трудовых ресурсов или наращивание человеческого капитала? / В сборнике: Ломоносовские чтения-2023. Секция экономических наук "Новая экономическая реальность: структурные и региональные аспекты". Москва, 2024. С. 303-310.
2. Государственная корпорация «Росатом». Программы развития лидерского потенциала [Электронный ресурс] // Корпоративная академия Росатома. – Режим доступа: <https://rosatom-academy.ru/obuchenie-i-razvitie/razvitie-liderskogo-potentsiala/> (дата обращения: 11.11.2025).
3. Деякина Л. М. Инновационные подходы к управлению человеческим капиталом в технологических компаниях России // Инновации и инвестиции. – 2023. – № 6. – С. 156–171.
4. Кетоева Н.Л., Афонасьев А.В. Особенности развития управления организациями в условиях цифровой экономики // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2025. № 6. С. 79-83.
5. Кулапов М.Н., Литвинюк А.А. Мотивация и личность в HR-менеджменте. Москва: Первое экономическое издательство, 2024. – 142 с.
6. Литвинюк А.А., Бабина Я.Д., Садикова М.А. Оценка качества мотивации к обучению в системе образовательного менеджмента российских вузов// Лидерство и менеджмент. 2024. Т. 11. № 1. С. 83-100.
7. Люди будущего: как Росатом готовит научный кадровый резерв для себя и не только // Impact Mission. – Режим доступа: <https://impact-mission.org/ru/blog/lyudi-budushchego-kak-rosatom-gotovit-nauchnyy-kadrovyy-rezerv-dlya-sebya-i-ne-tolko/> (дата обращения: 11.11.2025).
8. Bain & Company. Talent Management Best Practices 2023: Global Report on Leadership Development and Succession Planning [Электронный ресурс]. – Boston: Bain & Company, 2023. – 92 p. (дата обращения: 11.11.2025).
9. McKinsey & Company. The Talent Imperative in CEE: Building and Retaining Top Talent [Электронный ресурс] // McKinsey Global Institute Report. – 2015. – 64 p. – Режим доступа: <https://www.mckinsey.com/> (дата обращения: 11.11.2025).

УДК 658.5, JEL Classification: L16, L23, M11

Современные парадигмы менеджмента в части развития бизнеса на промышленных предприятиях

Гарнов А.П.

профессор, д.э.н., профессор кафедры мировых финансовых рынков и финтеха
ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г.В. Плеханова», profgarnov@yandex.ru.

Аннотация. В статье проанализирована эволюция парадигм управления BPM в промышленности, их взаимодействие и гибридизация. Методами исследования стали анализ научной литературы и данных Национального центра развития искусственного интеллекта при Правительстве РФ. Систематизировать эволюцию парадигм управления BPM в промышленности, проанализировать их взаимодействие и гибридизацию, выявить условия и механизмы реализации современных парадигм. Выявлены условия и механизмы реализации новых парадигм управления бизнес-процессами. Определены барьеры для их реализации: нехватка компетентных специалистов, финансовые ограничения, отсутствие долгосрочных стратегий, недостаточная прозрачность ожидаемых экономических эффектов, риски кибербезопасности, недостаточно эффективное нормативное правовое и техническое регулирование.

Ключевые слова: Индустрия 4.0, BPM, Lean, Agile, Шесть сигм, ESG-принципы, гиперавтоматизация, iBPMS, менеджмент.

Modern management paradigms in terms of business development in industrial enterprises

Andrey Garnov

Professor, Doctor of Economics, Professor of Academic Department «Financial markets and fintech», Plekhanov Russian University of Economics, Moscow.

Abstract. The article analyzes the evolution of BPM management paradigms in industry, their interaction and hybridization. The research methods include an analysis of scientific literature and data from the National Center for Artificial Intelligence Development under the Government of the Russian Federation. The conditions and mechanisms for implementing new business process management paradigms are identified. Barriers to their implementation are identified: a shortage of competent specialists, financial constraints, a lack of long-term strategies, insufficient transparency of expected economic effects, cybersecurity risks, and ineffective legal and technical regulations.

Keywords: Industry 4.0, BPM, Lean, Agile, Six Sigma, ESG principles, hyperautomation, iBPMS, management.

Введение

В условиях стремительно меняющейся технологической и экономической среды, вызванной цифровой трансформацией, глобальными вызовами устойчивого развития, усилением конкуренции и изоляции, промышленные предприятия вынуждены кардинально пересматривать подходы к организации и управлению своими бизнес-процессами. Классические модели управления бизнес-процессами (Business Process Management, BPM), основанные на стандартизации, документировании и жёсткой иерархии, всё чаще уступают место более гибким, адаптивным и интеллектуальным парадигмам, интегрирующим достижения Индустрии 4.0 и современных цифровых технологий (ИИ, интернета вещей, цифровых двойников, виртуальной реальности и т.д.).

Особую остроту приобретает проблема синхронизации операционной эффективности с инновационной динамикой: предприятие должно одновременно обеспечивать стабильность и предсказуемость производственных циклов и уметь быстро перестраиваться под изменяющиеся рыночные требования, регуляторные нормы и потребительские ожидания. В этой связи актуальными становятся такие направления, как адаптивное BPM, гибридные модели управления, а также Data-driven подход (стратегия принятия решений, основанная на анализе данных, а не на интуиции или личном опыте).

Кроме того, усиление внимания к ESG-принципам (экология, социальная ответственность, корпоративное управление) требует интеграции устойчивого развития непосредственно в ядро бизнес-процессов – от логистики и закупок до производства и утилизации. Это формирует новую парадигму устойчивого BPM, пока недостаточно представленную в отечественной научной литературе применительно к промышленности.

На фоне дефицита кадров высокой квалификации, трансформации организационных культур и роста киберрисков, обзор современных парадигм BPM приобретает не только теоретическую, но и высокую практическую значимость: он позволяет систематизировать разрозненные подходы, выявить передовые практики, а также сформулировать рекомендации по выбору стратегии процессного совершенствования, соответствующей конкретному уровню цифровой зрелости предприятия.

Цель статьи – проанализировать эволюцию парадигм управления BPM в промышленности, их взаимодействие и гибридизацию, выявить условия и механизмы реализации современных парадигм.

Методами исследования стали анализ научной литературы и данных Национального центра развития искусственного интеллекта при Правительстве РФ.

Эволюция подходов к управлению бизнес-процессами

Научный подход к организации бизнес-процессов был впервые применен в начале XX века. Первый этап — классический, начался с работ Ф. Тейлора и А. Файоля. Здесь доминировала идея стандартизации, разделения труда и жёсткой иерархии. Бизнес-процессы рассматривались как последовательность операций, направленных на максимальную эффективность, часто в ущерб

гибкости и человеческому фактору.

Во второй половине XX века на смену приходит системный и процессный подход, в котором акцент смещается с контроля над исполнителями на оптимизацию сквозных процессов, межфункциональную координацию и повышение ценности для клиента. Появляются концепции TQM (всеобщее управление качеством), непрерывного улучшения (Кайдзен) и ЛТ (точно в срок). ЛТ – это логистическая и производственная стратегия, направленная на сокращение запасов и повышение эффективности путем поставки материалов, компонентов и производства товаров ровно в тот момент и в том количестве, когда они необходимы для следующего этапа производственного процесса или отгрузки заказчику.

Т. Оно предложил концепцию бережливого производства (Lean production), в основе которой лежит рационализация бизнес-процессов, направленная на ускорение производства путем выявления и исключения процессов, которые не добавляют ценности продукту, но расходуют ресурсы.

Концепция бережливого производства и Кайдзен стали философской основой для BPM. Данная концепция направлена на выявление, моделирование, анализ, измерение, выполнение, мониторинг и оптимизацию бизнес-процессов для достижения стратегических целей организации и повышения ее операционной эффективности.

Управление бизнес-процессами рассматривает бизнес-процессы как особые ресурсы предприятия, непрерывно адаптируемые к постоянным изменениям, и полагается на такие принципы, как понятность и видимость бизнес-процессов в организации за счёт их моделирования с использованием формальных нотаций, использования программного обеспечения [2].

BPM рассматривает организацию не как совокупность функциональных подразделений, а как систему взаимосвязанных, сквозных процессов. Данный подход реализуется в рамках непрерывного цикла, известного как «цикл Деминга-Шухарта применительно к процессам» (PDCA), который включает в себя следующие фазы: проектирование целевой модели, автоматизация процесса с использованием специализированных программных платформ, сбор данных о ходе выполнения процессов для отслеживания ключевых показателей эффективности (KPI), анализ с целью выявления «узких мест», отклонений и областей для улучшения, редизайн и совершенствование процесса на основе результатов анализа для повышения его гибкости, скорости, снижения затрат и улучшения качества результатов.

В 80-е гг. XX века была предложена методология управления качеством и повышения эффективности бизнес-процессов Six Sigma («Шесть сигм»), направленная на минимизацию дефектов и вариаций в производственных и управленческих процессах. Её основной целью было достижение уровня качества, при котором количество дефектов не превышает 3,4 дефекта на миллион возможностей (что соответствует статистическому отклонению $\pm 6\sigma$ от среднего значения при нормальном распределении). Six Sigma позволяла снижать издержки за счёт устранения брака и переделок, улучшала предсказуемость и стабильность бизнес-процессов, а также способствовала повышению удовлетворённости клиентов [7].

Настоящий прорыв в управлении бизнес-процессами происходит в цифровую эпоху – с развитием IT-инфраструктуры, облачных технологий, больших данных и ИИ. Современное управление бизнес-процессами стало более гибким, более автоматизированным и ориентированным на данные.

Во-первых, облачные платформы BPM обеспечивают беспрецедентную масштабируемость и доступность. Организации больше не ограничены локальными серверами и статичными архитектурами: процессы могут разворачиваться, модифицироваться и мониториться в режиме реального времени из любой точки мира. Это особенно актуально для распределённых команд и глобальных корпораций, где согласованность и прозрачность процессов напрямую влияют на операционную эффективность и соответствие регуляторным требованиям.

Во-вторых, интеграция аналитики больших данных в цикл управления бизнес-процессами позволяет переходить от реактивного к проактивному и даже предиктивному управлению. Современные BPM-системы способны собирать и агрегировать данные не только из внутренних источников (ERP, CRM, WMS), но и из внешних — социальных сетей, IoT-устройств, открытых реестров. Машинное обучение помогает выявлять скрытые паттерны: например, предсказывать узкие места в логистической цепочке за несколько дней до их возникновения или оценивать вероятность отклонения от установленных метрик на основе исторических данных и внешних факторов.

Современные парадигмы управления бизнес-процессами

Современные парадигмы управления бизнес-процессами являются технологическим и методологическим фундаментом для реализации принципов Индустрии 4.0/5.0. Индустрия 4.0 задает стратегическое видение цифровизированного и автоматизированного производства, основанного на киберфизических системах, IoT и больших данных, а BPM предоставляет инструментарий для того, чтобы это видение воплотить в жизнь. Гибкие подходы, такие как процессное управление, позволяют проектировать, исполнять, мониторить и оптимизировать сквозные процессы, в которые интегрированы как люди, так и «умные» машины. Без зрелого BPM разрозненные технологии Индустрии 4.0 рискуют остаться островами автоматизации, не связанными в эффективные процессы.

В условиях эволюции индустриальных парадигм, от Индустрии 4.0 к Индустрии 5.0 и далее, интеллектуальное производство становится ключевым элементом, формирующим новые организационные и технологические модели. Одним из ключевых направлений развития является интеграция человека в цифровую производственную среду. Концепция цифрового двойника позволяет не только моделировать и анализировать рабочие процессы, но и адаптировать производственную среду в реальном времени. При этом развитие человеко-машинного сотрудничества становится основополагающим фактором повышения гибкости производства. Взаимодействие с интеллектуальными роботизированными системами позволяет работникам сосредоточиться на креативных и управленческих задачах, передавая рутинную работу адаптивным автоматизированным решениям [1].

Децентрализация становится определяющим вектором трансформации интеллектуального производства. Автономные децентрализованные производственные системы формируют распределённую структуру управления, обеспечивая высокую адаптивность и отказоустойчивость [1].

Сохранение устойчивости развития становится неотъемлемой частью интеллектуального производства. Использование концепции «зелёного» интернета вещей (Green IoT) обеспечивает интеллектуальное управление потреблением ресурсов, снижая экологический след промышленных процессов. Внедрение ИИ в модели устойчивого производства позволяет оптимизировать энергопотребление, перераспределять нагрузки и минимизировать отходы. Особую роль играет концепция устойчивых цепочек поставок, где цифровизация и децентрализация обеспечивают замкнутость производственных циклов, снижая издержки и обеспечивая высокую степень ресурсосбережения [1].

В 2019 г. появилась концепция гиперавтоматизации, подразумевающая масштабное, согласованное и интеллектуальное применение набора современных технологий для автоматизации как можно большего числа бизнес-процессов — от рутинных задач до сложных, требующих принятия решений. Эта концепция была предложена компанией Gartner как синергия BPM, роботизированной автоматизации процессов, ИИ и low-code/no-code платформ [5]. В отличие от традиционной автоматизации, ориентированной на выполнение отдельных задач, гиперавтоматизация нацелена на комплексное преобразование сквозных процессов: от инициации до завершения, включая принятие решений, маршрутизацию исключений и адаптацию к изменяющимся условиям. При этом роль человека смещается с исполнителя рутинных операций на дизайнера процессов и контролёра этичности алгоритмических решений.

Под роботизированной автоматизацией процессов (RPA) понимается технология автоматизации рутинных, правило-ориентированных бизнес-процессов с помощью программных «роботов» (ботов), которые имитируют действия человека при работе с цифровыми системами.

Low-code/no-code платформы — это инструменты разработки программного обеспечения с минимальным (low-code) или полностью отсутствующим (no-code) написанием программного кода. Они появились в ответ на потребности бизнеса демократизировать создание цифровых решений, значительно ускоряя их разработку и вовлекая в этот процесс не только IT-специалистов, но и бизнес-пользователей.

Целью гиперавтоматизации является создание «цифрового двойника» организации, который позволяет не только автоматизировать, но и анализировать, проектировать и измерять эффективность процессов.

Gartner называет гиперавтоматизацию одним из главных трендов десятилетия — и не как технологическую цель, а как необходимую стратегию выживания и роста в условиях всё более динамичной, регулируемой и конкурентной среды.

Идеальной платформой для реализации стратегии гиперавтоматизации стала iBPMS — платформа для управления бизнес-процессами, которая объединяет в себе классические возможности BPM с перечисленными выше передовыми технологиями: ИИ, Low-code/no-code платформы и RPA.

iBPMS стала следующей ступенью эволюции традиционных BPM-систем. Она не просто автоматизирует заранее предопределенные процессы, но и наделяет их способностью адаптироваться к изменениям, учиться на данных и принимать решения в реальном времени.

iBPMS является ядром цифровой инфраструктуры промышленного предприятия и основой информационной поддержки принятия управленческих решений, а также центром интеграции инновационных технологий [4].

Перечислим ключевые компоненты типичной iBPMS-платформы:

- моделирование и дизайн процессов;
- движок, который выполняет созданные процессы, направляя задачи между людьми и системами;
- RPA для автоматизации рутинных, повторяющихся задач;
- инструменты анализа данных и ИИ (автоматическое обнаружение отклонений в реальных процессах на основе логов информационных систем, предиктивная аналитика и машинное обучение для поиска паттернов и оптимизации процессов на основе исторических данных);
- модуль обработки естественного языка (NLP) для анализа клиентских обращений, чат-ботов, классификации документов и др.;
- Low-Code/No-Code среда, которая возмощает бизнес-аналитикам и сотрудникам быстро создавать и модифицировать приложения и процессы;
- API и коннекторы для подключения к другим корпоративным системам (ERP, CRM, базы данных и т.д.);
- управление правилами – отдельный модуль для управления бизнес-правилами, которые можно быстро менять без перепрограммирования всего процесса.

Приведем пример гиперавтоматизированного процесса для отдела закупок (см. рис. 1).

iBPMS увеличивает гибкость и адаптивность предприятия, позволяет ему быстрее реагировать на изменения рынка, охватить слабоструктурированные, когнитивные задачи, прогнозировать и предотвращать проблемы, а не просто реагировать на них.

Важнейшей тенденцией становится персонализация процессов «под клиента» и «под сотрудника». Динамические BPM-системы способны адаптировать сценарии выполнения в зависимости от контекста: уровня лояльности клиента, канала взаимодействия, геолокации, даже эмоционального состояния (по данным анализаторов речи или текста). Внутренние процессы, в свою очередь, всё чаще конфигурируются с учётом компетенций, загрузки и предпочтений сотрудников — что повышает не только эффективность, но и вовлечённость персонала. Такой «человеко-центричный» подход демонстрирует, что технологии, несмотря на свою мощь, служат не самоцелью, а инструментом реализации стратегических и гуманистических целей организации.

Таким образом, современное управление бизнес-процессами выходит за рамки оптимизации операций и становится движущей силой стратегической трансформации. Оно формирует основу для устойчивой

конкурентоспособности в условиях VUCA-мира, где скорость адаптации, прозрачность и способность учиться становятся ключевыми активами. Будущее BPM — за интеллектуальными, этичными и адаптивными экосистемами, объединяющими технологии, данные и людей в единую, саморегулирующуюся структуру создания ценности.

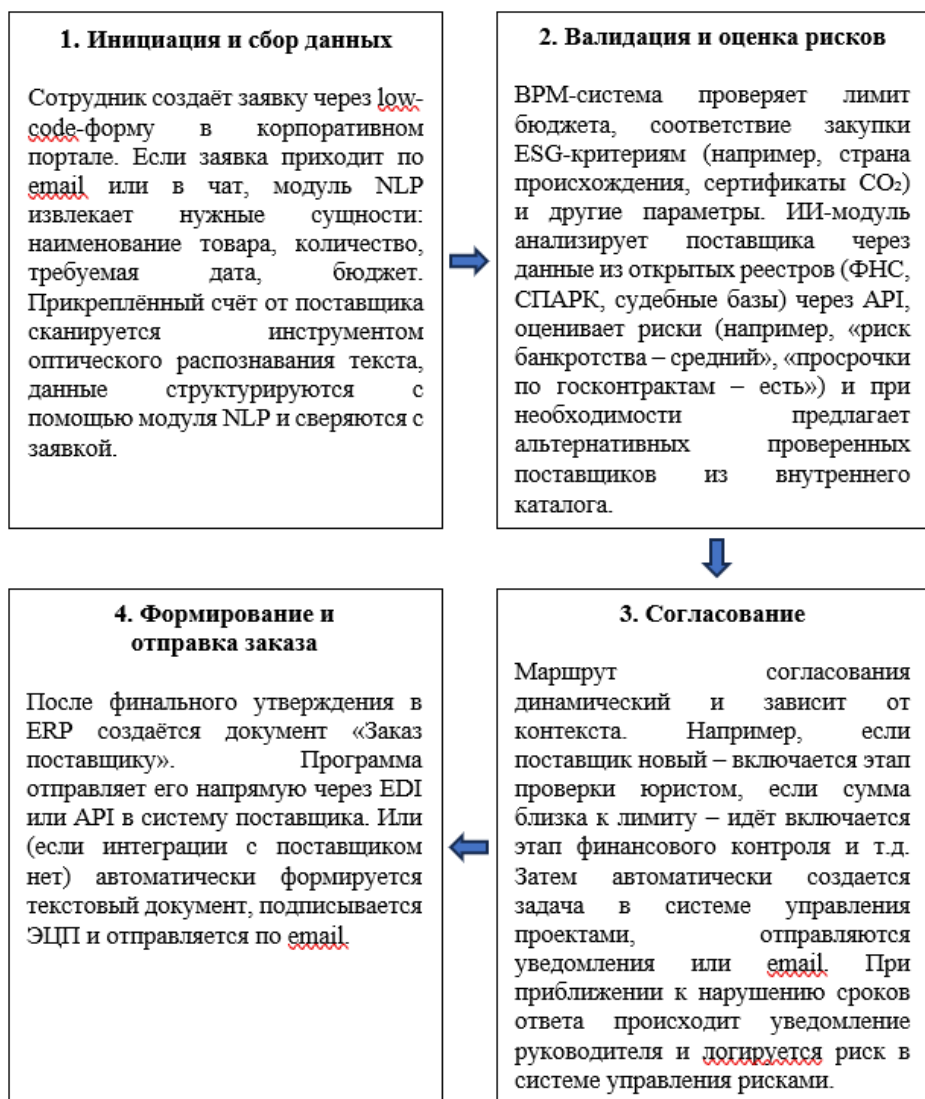


Рис. 1. Пример гиперавтоматизированного процесса «Закупка оборудования»

Условия и механизмы реализации новых парадигм

Успешная реализация новых парадигм управления бизнес-процессами, детерминирована комплексом взаимосвязанных условий. Ключевым из них является наличие зрелой цифровой инфраструктуры, обеспечивающей

необходимый уровень интеграции данных, автоматизации и аналитики в реальном времени. Не менее важным условием выступает трансформация организационной культуры, которая должна эволюционировать в сторону agile-принципов, кросс-функционального сотрудничества и принятия концепции непрерывных улучшений. Кроме того, обязательным условием является сильное стратегическое лидерство, способное сформулировать четкое видение преобразований, обеспечить выделение ресурсов и преодолеть сопротивление изменениям, легитимизируя новые подходы к управлению процессами на всех уровнях организационной иерархии.

Механизмы реализации данных парадигм представляют собой конкретные инструменты и методологии, обеспечивающие их операционализацию. Центральным механизмом выступает внедрение процессных платформ нового поколения, таких как iBPMS, о которой говорилось выше. Другим критически важным механизмом является применение гибких методологий управления проектами и изменениями (Agile, Scrum) в сочетании с методами управления данными, что позволяет осуществлять итеративную трансформацию процессов на основе объективных метрик.

Наконец, действенным механизмом является внедрение системы непрерывного обучения и развития компетенций сотрудников, фокусирующейся на освоении цифровых инструментов, системном мышлении и навыках работы в условиях неопределенности, что обеспечивает человеческий капитал как драйвер постоянной эволюции бизнес-процессов.

Реализации новых парадигм управления бизнес-процессами сталкивается с рядом вызовов. К ним относятся фрагментация и неструктурированность данных, отсутствие единых стандартов интеграции, а также растущие риски кибербезопасности и этические дилеммы, связанные с использованием ИИ.

Например, нейросетевые модели могут принимать эффективные, но непрозрачные решения, что затрудняет аудит и несёт потенциальные негативные последствия. В этой связи всё большее значение приобретают подходы, объединяющие:

- Объяснимый искусственный интеллект (XAI) – методы, позволяющие человеку проанализировать результаты и решения ИИ
- Встроенные управление (Governance-by-Design) – встраивание контрольных точек и нормативных рамок непосредственно в архитектуру процессов.

Ключевые барьеры для реализации новых парадигм управления бизнес-процессами связаны с нехваткой компетентных специалистов, финансовыми ограничениями, отсутствием долгосрочных стратегий и недостаточной прозрачностью ожидаемых экономических эффектов.

В 2024 г. всего 19% предприятий обрабатывающей промышленности были обеспечены ИИ-специалистами [3].

Кроме того, на рынке недостаточно подходящих программных решений. В 2024 г. только 29% предприятий обрабатывающей промышленности оценивали наличие на рынке ИИ-продуктов, подходящих для решения их задач, как достаточное. 35% оценили наличие как недостаточное и 44% затруднились

с ответом [3].

В 2024 г. только 46% предприятий обрабатывающей промышленности оценили уровень эффективности нормативного правового и нормативного технического регулирования ИИ как полностью или частично эффективное [3].

Заключение

Выполненный научный обзор современных парадигм управления бизнес-процессами на промышленных предприятиях отвечает насущным запросам теории и практики управления, способствуя формированию целостного понимания эволюции управления бизнес-процессами от инструментальной оптимизации к стратегическому, когнитивному и устойчивому управлению ценностью на основе процессного мышления.

Реализация новых парадигм управления бизнес-процессами, требует синергии трех фундаментальных элементов: технологической готовности в виде зрелой цифровой инфраструктуры, трансформированной организационной культуры, основанной на гибкости и сотрудничестве, а также последовательного стратегического лидерства.

Механизмом реализации данных парадигм выступает внедрение процессных платформ нового поколения, таких как iBPMS, и применение гибких методологий управления проектами и изменениями в сочетании с методами управления данными.

Реализации новых парадигм управления бизнес-процессами препятствует нехватка компетентных специалистов, финансовые ограничения, отсутствие долгосрочных стратегий и недостаточная прозрачность ожидаемых экономических эффектов, а также растущие риски кибербезопасности, недостаточно эффективное нормативное правовое и техническое регулирование использования ИИ.

Перспективы дальнейших исследований этой темы видятся в анализе отраслевой специфики применения данных условий и механизмов, а также в разработке моделей зрелости, позволяющих предприятиям диагностировать свою готовность к переходу к процессному управлению следующего поколения и выстраивать индивидуальные траектории трансформации.

Литература

1. Вертакова, Ю. В. Интеллектуальное производство в условиях индустрии X.0 / Ю. В. Вертакова, Е. В. Шкарупета // Экономическое возрождение России. – 2025. № 1(83). С. 146-162. DOI 10.37930/1990-9780-2025-1-83-146-162.
2. Гарнова, А. А. Управление бизнес-процессами в торговле / А. А. Гарнова // Научные исследования и разработки. Экономика фирмы. 2024. Т. 13, № 4. С. 56-61. DOI 10.12737/2306-627X-2025-13-4-56-61.
3. Индекс готовности приоритетных отраслей экономики Российской Федерации к внедрению искусственного интеллекта. Аналитический доклад. – М.: Национальный центр развития искусственного интеллекта при Правительстве
4. РФ, 2024. — IV + 85 с.
5. Митрофанова, Я. С. Развитие системы управления и цифровой инфраструктуры промышленного предприятия на основе технологий Индустрии 4.0 / Я. С. Митрофанова, Н. Ю. Гуляев // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. 2023. Т. 2, № 3(52). С. 94-104. DOI 10.51965/2076-7919_2023_2_3_94.

6. Definition of Hyperautomation // Gartner Information Technology Glossary. URL: <https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/hyperautomation> (дата обращения: 10.10.2025).
7. Harmon P. Business process change a guide for business managers and BPM and Six Sigma professionals / Paul Harmon; forew. by Tom Davenport. 2nd ed. Burlington (MA) : Morgan Kaufmann, 2007. 549 с.

Механизмы управления симбиозом предприятий в экопромышленных парках

Гарнова В. Ю.

к.э.н., доцент, и.о. заведующего кафедрой теории менеджмента и бизнес-технологий
ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г.В. Плеханова», profgarnov@yandex.ru.

Аннотация. В статье раскрываются сущность и ключевые механизмы управления промышленным симбиозом в экопромышленных парках. Показано, что промышленные симбиозы становятся инструментом реализации принципов циркулярной экономики, снижения ресурсоёмкости и экологической нагрузки на территорию. На основе анализа научных публикаций и практических кейсов выделены структурные, технологические и институциональные механизмы, обеспечивающие формирование и устойчивое функционирование симбиотических связей между предприятиями. Особое внимание уделяется роли цифровой инфраструктуры, координационных центров и регуляторных стимулов в управлении симбиозом. Сформулированы основные барьеры и факторы успешности развития экопромышленных парков в российских условиях.

Ключевые слова: экопромышленный парк, промышленный симбиоз, циркулярная экономика, управление ресурсами, экологическая эффективность, цифровая инфраструктура.

Management mechanisms of industrial symbiosis in eco-industrial parks

Victoria Yu. Garnova

PhD in Economics, Associate Professor, Head of the Department of Management Theory and Business Technologies, Plekhanov Russian University of Economics (PRUE), Moscow.

Abstract. The article examines the essence and key management mechanisms of industrial symbiosis in ecoindustrial parks. Industrial symbiosis is considered as an important tool for implementing circular economy principles, reducing resource intensity and environmental impact at the territorial level. Based on the analysis of academic literature and practical cases, the author identifies structural, technological and institutional mechanisms that ensure the formation and sustainable functioning of symbiotic linkages between enterprises. Particular attention is paid to the role of digital infrastructure, coordinating centers and regulatory incentives in managing symbiosis. The paper formulates the main barriers and success factors for the development of eco-industrial parks in the Russian context.

Keywords: eco-industrial park, industrial symbiosis, circular economy, resource management, environmental performance, digital infrastructure.

Введение

Переход к модели устойчивого развития и циркулярной экономики выдвигает на первый план задачи повышения ресурсной эффективности и минимизации негативного воздействия промышленности на окружающую среду. Одной из перспективных форм решения этих задач стали экопромышленные парки, в рамках которых предприятия выстраивают устойчивые связи обмена ресурсами, энергией, информацией и инфраструктурой. Центральным элементом таких парков является промышленный симбиоз — система согласованных взаимосвязей, при которой побочные продукты, отходы или избыточные ресурсы одного участника превращаются в полезный ресурс для другого. В результате формируются замкнутые производственные контуры, снижаются объёмы захоронения отходов и потребность в первичных ресурсах, повышается конкурентоспособность предприятий и привлекательность территории для инвесторов.

Однако формирование и поддержание промышленного симбиоза не является стихийным процессом. Для того чтобы симбиотические связи стали устойчивыми и экономически оправданными, требуется целенаправленное управление, включающее разработку организационных структур, создание цифровой инфраструктуры, выстраивание мотивационных механизмов и регуляторной поддержки. От того, насколько взвешенно и последовательно выстроены эти механизмы, зависит успешность экопромышленных парков как инструмента реализации стратегических приоритетов устойчивого развития.

Целью настоящей статьи является анализ механизмов управления промышленным симбиозом в экопромышленных парках, а также выявление ключевых барьеров и факторов успешности их развития в современных условиях. Для достижения поставленной цели последовательно рассмотрены теоретические основы промышленного симбиоза, структурные, технологические и институциональные механизмы управления, а также российская специфика формирования экопромышленных парков.

Теоретические основы промышленного симбиоза и экопромышленных парков

Понятие промышленного симбиоза сформировалось в рамках концепции промышленной экологии и циркулярной экономики. В классическом подходе промышленный симбиоз характеризуется как такая форма взаимодействия предприятий, при которой материальные и энергетические потоки между ними организуются по аналогии с экосистемами: отходы одного участника становятся ресурсом для другого, формируя более сложные, но устойчивые контуры воспроизводства. В отличие от разовых проектов по утилизации отходов, симбиоз предполагает долгосрочный характер взаимодействия и тесную координацию экономических интересов участников.

Экопромышленные парки представляют собой территориально локализованные комплексы предприятий, объединённых общей инфраструктурой, системами энергоснабжения, логистики и природоохранными объектами. В рамках таких парков создаются условия для реализации симбиотических связей, поскольку пространственная близость, наличие общей

инженерной инфраструктуры и координационного центра существенно снижают транзакционные издержки и упрощают организацию обмена ресурсами. Таким образом, экопромышленный парк можно рассматривать как институциональную и пространственную форму реализации промышленного симбиоза.

Теоретические подходы к управлению промышленным симбиозом развиваются на стыке экологической экономики, теории организационных сетей и управления цепями поставок. С одной стороны, акцент делается на экологическом эффекте — снижении выбросов, отходов, потребления первичных ресурсов. С другой стороны, всё большее внимание уделяется экономическим выгодам: уменьшению затрат на сырьё и утилизацию, созданию новых продуктов и рынков, повышению инвестиционной привлекательности территорий. Это требует комплексного взгляда на механизмы управления, который объединяет экологические и экономические критерии эффективности.

Структурные механизмы управления симбиозом в экопромышленных парках

Структурные механизмы управления симбиозом связаны с построением организационной архитектуры экопромышленного парка. Ключевую роль здесь играет управляющая компания или координационный центр, выступающий «узлом» взаимодействия между резидентами, органами власти и инфраструктурными организациями. На уровне координационного центра концентрируется информация о ресурсных потоках, реализуются функции поиска симбиотических пар, поддержки переговоров и заключения долгосрочных соглашений.

Для устойчивого функционирования симбиоза необходима прозрачная система распределения выгод и затрат между участниками. На практике используются различные модели: от двусторонних контрактов на поставку побочных продуктов до многосторонних соглашений, охватывающих группы резидентов парка. Важной задачей является минимизация рисков оппортунистического поведения и обеспечение доверия между участниками. Для этого применяются стандартизированные формы договоров, системы совместного планирования и регулярного раскрытия информации о состоянии ресурсных потоков.

Структурные механизмы включают также формирование специализированных рабочих групп и комитетов по развитию симбиоза, в которые входят представители резидентов, научных организаций и органов власти. Такие площадки позволяют формировать общую стратегию развития парка, согласовывать инвестиционные планы и проекты модернизации инфраструктуры. Логической связкой между структурным и технологическим измерениями выступает необходимость перевода управленческих решений в цифровой формат, что делает процессы планирования и мониторинга более прозрачными.

Технологические механизмы и цифровая инфраструктура промышленного симбиоза

Технологические механизмы управления симбиозом опираются на развитие цифровой инфраструктуры экопромышленных парков. Важнейшим элементом такой инфраструктуры являются информационные системы, позволяющие отслеживать объёмы, состав и стоимость побочных продуктов, потребление энергии и ресурсов в разрезе предприятий и технологических участков. Использование датчиков Интернета вещей, автоматизированных систем учёта и аналитических платформ создаёт основу для принятия обоснованных решений о целесообразности тех или иных симбиотических проектов.

Цифровые платформы обмена ресурсами выполняют функцию «marketplace» для побочных продуктов, где предприятия могут размещать информацию о доступных ресурсах и потребностях. Такие платформы уменьшают информационную асимметрию и ускоряют поиск партнёров. В перспективе они могут интегрироваться с системами моделирования материальных потоков и цифровыми двойниками парка, что позволит оценивать влияние тех или иных решений на экологические и экономические показатели ещё на стадии планирования.

Непосредственная связь технологических механизмов со структурными проявляется в том, что успешная цифровизация невозможна без институционализированных процессов сбора и обработки данных. Управляющая компания должна задавать единые стандарты учёта, обеспечивать совместимость информационных систем резидентов и выстраивать механизмы защиты коммерчески чувствительной информации. Тем самым технологическое измерение симбиоза тесно связано с вопросами организационного дизайна и доверия.

Институциональные условия и инструменты стимулирования симбиоза

Институциональные механизмы создают внешнюю рамку, в пределах которой развиваются экопромышленные парки и промышленные симбиозы. Ключевыми элементами здесь являются экологическое и налоговое законодательство, государственные программы поддержки циркулярной экономики, а также региональные стратегии социально-экономического развития. Наличие чётких правил обращения с отходами, требований к экологической отчётности и инструментов расширенной ответственности производителя формирует стимулы для поиска симбиотических решений.

С другой стороны, для реализации капиталоемких проектов по модернизации инфраструктуры и созданию новых линий переработки требуются финансовые стимулы. Это могут быть субсидии на создание инфраструктуры экопромышленных парков, налоговые льготы для резидентов, использующих вторичные ресурсы, льготное финансирование проектов по снижению экологической нагрузки. Важно, чтобы эти меры были долгосрочными и предсказуемыми, иначе предприятия не будут готовы брать на себя дополнительные риски.

Институциональные механизмы тесно связаны с технологическими и

структурными: правовые требования формируют запрос на цифровую отчётность и прозрачность потоков ресурсов, а наличие управляемой организационной структуры делает возможным адресное предоставление мер поддержки. Таким образом, институциональная среда выступает связующим звеном между стратегическими целями устойчивого развития и практикой управления экопромышленными парками.

Барьеры и факторы успешности развития экопромышленных парков

Практика показывает, что внедрение механизмов промышленного симбиоза сталкивается с целым рядом барьеров. К числу наиболее распространённых относятся недостаток информации о возможностях использования побочных продуктов, отсутствие доверия между потенциальными партнёрами, ограниченный доступ к финансированию и институциональная неопределённость. Дополнительной сложностью является различие горизонтов планирования: в то время как экономический эффект симбиоза часто проявляется в среднесрочной перспективе, предприятия вынуждены ориентироваться на краткосрочные финансовые показатели.

Тем не менее, успешные примеры экопромышленных парков демонстрируют, что эти барьеры могут быть преодолены при наличии совокупности факторов. К ним относятся активная позиция управляющей компании, способной выступить инициатором симбиотических проектов; развитие цифровой инфраструктуры, обеспечивающей прозрачность ресурсных потоков; поддержка со стороны региональных властей и финансовых институтов; вовлечение научных и экспертных организаций в оценку потенциала симбиотических связей. Немаловажно и формирование культуры сотрудничества, в рамках которой предприятия рассматривают соседей по парку не как конкурентов, а как партнёров по созданию совместной ценности.

Заключение

Промышленный симбиоз в экопромышленных парках представляет собой перспективный инструмент реализации принципов циркулярной экономики и устойчивого развития. Однако для того, чтобы симбиотические связи стали устойчивыми и масштабируемыми, требуется целостная система управления, включающая структурные, технологические и институциональные механизмы. В статье показано, что именно их согласованное применение позволяет преодолевать информационные, финансовые и организационные барьеры, формировать доверие между участниками и обеспечивать долгосрочную экономическую и экологическую эффективность проектов.

Для российских регионов развитие экопромышленных парков может стать одним из ключевых направлений модернизации промышленной политики и экологического регулирования. Дальнейшие исследования целесообразно направить на разработку методик количественной оценки эффекта симбиоза, моделей цифровых платформ управления ресурсными потоками, а также на анализ отраслевой и территориальной специфики формирования симбиотических связей.

Литература

- 1.Chertow M. Industrial Symbiosis: Literature and Taxonomy // Annual Review of Energy and the Environment. 2000.
- 2.Ehrenfeld J., Gertler N. Industrial Ecology in Practice: The Evolution of Industrial Symbiosis // Journal of Industrial Ecology. 1997.
- 3.UNIDO. Eco-Industrial Parks Handbook. Vienna: UNIDO, 2017.
- 4.Korhonen J., Honkasalo A., Seppälä J. Circular Economy: The Concept and its Limitations // Ecological Economics. 2018.
- 5.Вертакова Ю.В., Шкарупета Е.В. Интеллектуальное производство в условиях индустрии X.0 // Экономическое возрождение России. 2025. № 1(83).
- 6.Гарнова А.А. Управление бизнес-процессами в торговле // Научные исследования и разработки. Экономика фирмы. 2024. Т. 13, № 4.
- 7.Методические материалы по развитию экопромышленных парков и внедрению принципов циркулярной экономики в России.
- 8.ГОСТ Р 71783-2024. Национальный стандарт Российской Федерации. Ресурсосбережение. Промышленный симбиоз (утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 12.11.2024 N 1642-ст).

УДК 658, JEL Classification: L15, L23, O33

Генеративный ИИ в системе проактивного управления качеством

Дарья Гашикова

аспирант кафедры «Промышленная логистика» МГТУ им. Н.Э. Баумана,
gashnikovada@student.bmstu.ru

Аннотация. В статье исследуется совместное использование генеративного искусственного интеллекта с технологией цифровых двойников для создания системы проактивного управления качеством. Предложена методика совместного использования метрик C_{pk} и OEE, позволяющая контролировать стабильность технологических процессов и эффективность использования оборудования. Выявлены технические и организационные риски внедрения и предложены пути их минимизации.
Ключевые слова: генеративный искусственный интеллект, управление качеством, цифровой двойник, проактивный контроль, производственный процесс.

Generative AI in a proactive quality management system

Daria Gashnikova

Graduate student of the Department of Industrial Logistics, Bauman University, Moscow.

Abstract. The article explores the combined use of generative artificial intelligence with digital twin technology to create a proactive quality management system. It proposes a methodology for jointly using " C_{pk} " and OEE metrics to monitor the stability of technological processes and the efficiency of equipment utilization. The article identifies technical and organizational risks associated with the implementation and suggests ways to minimize them.

Key words: generative artificial intelligence, quality management, digital twin, proactive control, production process.

Введение

Современный этап технологического развития промышленности характеризуется переходом от задач сбора и визуализации данных к решению проблем прогнозирования и гарантированного обеспечения качества на всех стадиях жизненного цикла продукции. Несмотря на повсеместную цифровизацию, ключевой вызов для систем управления качеством остается прежним: как не допустить возникновения дефекта, а не фиксировать его.

Генеративный искусственный интеллект (ГЕНИИ) представляет возможность перестроения управления качеством из реактивной в проактивную парадигму. В отличие от классических статистических методов, ГЕНИИ способен синтезировать оптимальные управляющие воздействия и предиктивные корректировки процессов.

Данная статья посвящена анализу трансформации взаимосвязи цифрового двойника и генеративного ИИ в интеллектуальное ядро системы управления качеством, обеспечивающее не только его контроль, но и генерацию условий для его достижения [1].

Проактивное управление качеством

Интеграция генеративного ИИ с цифровыми двойниками создает принципиально новую парадигму управления качеством, основанную на переходе от пассивного мониторинга к активному предупреждению дефектов.

Экономическая эффективность данной методологии раскрывается через два взаимосвязанных компонента, каждый из которых имеет четкие метрики оценки.

Один из них – показатель стабильности технологического процесса – *индекс фактической воспроизводимости*:

$$C_{pk} = \min \left\{ \frac{ВГД - \bar{x}}{3\sigma}; \frac{\bar{x} - НГД}{3\sigma} \right\} \quad (1)$$

где ВГД и НГД – верхняя и нижняя границы поля допуска, $\bar{x}$ – среднее значение параметра, σ – стандартное отклонение.

Генеративный ИИ анализирует данные с датчиков и при прогнозируемом снижении C_{pk} ниже 1.33 генерирует корректирующие воздействия. Например, система предлагает изменение режимов резания или температурных параметров, обеспечивая переход от контроля отклонений к управлению возмущениями. Практическая реализация показывает снижение дефектов на 25-40% при обеспечении $C_{pk} \geq 1.67$ [2].

Генеративный ИИ решает задачу многовариантного планирования, где целевой функцией является не только минимизация времени, но и максимизация совокупного показателя Общей эффективности оборудования (Overall Equipment Effectiveness - OEE) по группе взаимосвязанных станков [3].

$$OEE = Availability \times Performance \times Quality Rate \quad (2)$$

Система моделирует распределение производственных заданий, прогнозируя влияние изменения нагрузки на оборудование, что позволяет прогнозировать такие параметры, как температурные деформации станков при различных режимах работы, динамику износа инструмента и его влияние на уровень качества, оптимальную последовательность обработки для минимизации переналадок. Внедрение позволяет повысить OEE на 15-25% через сокращение времени переналадки на 30-50% и увеличение выхода годной продукции.

Совместное использование этих показателей раскрывает синергетический эффект в управлении качеством. C_{pk} , рассчитываемый по формуле (1), служит

индикатором способности процесса стабильно соответствовать техническим требованиям, в то время как ОЕЕ, определяемый формулой (2), интегрирует ключевые аспекты производственной эффективности.

Ограничения и риски внедрения

Реализация системы "цифровой двойник и генеративный ИИ" сопряжена с комплексом технических ограничений, требующих системного подхода к решению. Критическим фактором остается зависимость качества выходных решений от полноты и точности входных данных, что требует проведения MSA-анализа и поддержания незначительной погрешности измерений. Существенным барьером является проблема "черного ящика" – необходимость разработки и внедрения искусственного интеллекта для верификации формируемых решений. Дополнительные сложности связаны с интеграцией новых решений в существующую ИТ-инфраструктуру.

Для минимизации идентифицированных рисков необходима поэтапная реализация с обязательным созданием системы мониторинга качества данных и разработкой регламентов валидации решений искусственного интеллекта. Ключевое значение имеет формирование программы подготовки кадров, сочетающей изучение методов машинного обучения с углубленным пониманием технологических процессов. Стратегия внедрения должна включать создание пилотных зон для отработки интеграционных решений и постепенного масштабирования успешных практик на все производственные участки.

Литература

1. Хафизов А. М., Борщ И. Д. Общие данные о цифровых двойниках и программных платформах управления цифровыми двойниками // Инновационная наука. 2025. №5-2. С. 78-79.
2. Салахов Ф.Н. Сложные статистические методы управления качеством // Вестник Курганского государственного университета. 2010. №1 (17). С. 181-184.
3. Абрамова И. Г. Классификация затрат / потерь времени работы технологического оборудования // Sciences of Europe. 2019. №39-1 (39). С. 28-36.

УДК 658.5, JEL Classification: D20

Расчет пропускной способности производственного процесса в условиях многономенклатурного производства

Гашикова Ю.А.

аспирант кафедры «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана,
gashnikovayua@student.bmstu.ru.

Аннотация. В статье поставлена задача разработки подхода к расчету пропускной способности производственного процесса в условиях многономенклатурного производства. В качестве базы для разработки приведен расчет пропускной способности для однономенклатурного производства. Выделены и описаны особенности многономенклатурного производства, благодаря которым расчет пропускной способности осложнен. Приведены и логически обоснованы предложения по расчету пропускной способности в условиях существующих сложностей. Результатом статьи является интеграция приведенных предложений в единый подход. Поставленная в статье задача успешно выполнена.

Ключевые слова: Организация производства, производственный процесс, пропускная способность производственного процесса, многономенклатурное производство, узкие места в производственном процессе.

Production capacity calculation in multi-item manufacturing

Yulia Gashnikova

Postgraduate Student of the Department of Economics and Production Organization, Bauman University, Moscow.

Abstract. The article sets the objective of developing an approach to calculating the production process capacity in multi-item manufacturing. The capacity calculation for single-item manufacturing is presented as a baseline for development. The specific features of multi-item manufacturing that complicate the capacity calculation are identified and described. Recommendations for calculating capacity amidst these complexities are presented and logically substantiated. The result of the article is the integration of these recommendations into a unified approach. The objective set in the article has been successfully achieved.

Keywords: Organization of production, production process, production process capacity, multi-item manufacturing, bottlenecks in the production process.

Введение

В настоящее время большинство производств являются многономенклатурными. Данная особенность связана с множеством различных факторов, но основной фактор – стремление предприятий оставаться конкурентоспособными на рынке. В то же время сложно оставаться конкурентоспособным предприятием, производя при этом только один вид продукции.

Любому предприятию для эффективной работы важно знать пропускную способность производственного процесса. Пропускная способность производственного процесса – это количество единиц продукции, проходящих через весь производственный процесс или составляющую его часть, в единицу времени. Понимание пропускной способности процесса в целом и каждой его операции в отдельности позволяет выявлять неэффективные операции или узкие места производственного процесса.

Расчет пропускной способности производственного процесса в условиях однономенклатурного производства является достаточно тривиальной задачей. Однако возникает ряд сложностей, когда речь заходит о многономенклатурном производстве. Многономенклатурное производство имеет несколько особенностей, благодаря которым расчет пропускной способности осложняется. Первой особенностью является различие полных норм времени на одну и ту же операцию для разных номенклатурных позиций, проходящих через данную операцию. Второй особенностью является различие технологических маршрутов даже для технологически схожих изделий [1-2].

Таким образом, актуальной задачей является разработка подхода к расчету пропускной способности производственного процесса в условиях многономенклатурного производства.

Расчет для однономенклатурного производства

Для понимания сущности пропускной способности производственного процесса далее проиллюстрирована пропускная способность производственного процесса в условиях однономенклатурного производства. В качестве примера взят условный производственный процесс, состоящий из трех технологических операций (Рис.1).

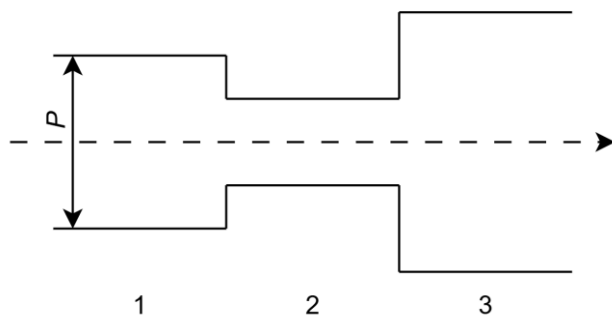


Рис. 1. Пропускная способность операций условного производственного процесса

На рисунке представлен производственный процесс, состоящий из трех технологических операций, обозначенных номерами 1, 2 и 3. Расстояние между двумя горизонтальными прямыми для каждой из операций обозначено буквой P и представляет пропускную способность производственного процесса. Пропускная способность производственного процесса измеряется в штуках (количество единиц продукции) в единицу времени и отражает производственные возможности операции. В данном случае наибольшей пропускной способностью обладает операция 3, далее следует операция 1, и наименьшую пропускную способность имеет операция 2, которая является узким местом или «бутылочным горлышком» производственного процесса. Через операцию 2 может пройти наименьшее количество единиц продукции за определенный период времени.

Пропускная способность всего производственного процесса определяется самым узким местом процесса [3]. Таким образом, узкие места являются проблемными местами в производственном процессе, которые необходимо «расширять» или устранять для более производительной работы.

Формула для расчета пропускной способности производственного процесса в условиях одноименклатурного производства может быть выражена следующим образом:

$$P_{\text{пр}} = \min\{P_{\text{оп } i}\}, i = \overline{1, n}, \quad (1)$$

где $P_{\text{пр}}$ – пропускная способность производственного процесса, шт./ед. врем.;

$P_{\text{оп } i}$ – пропускная способность i -й операции производственного процесса, шт./ед. врем.;

n – число операций в производственном процессе.

В формуле (1) учтено базовое правило, согласно которому пропускная способность всего производственного процесса определяется самым узким местом процесса – операцией с наименьшей пропускной способностью.

Пропускная способность отдельной операции производственного процесса может быть рассчитана по формуле [1, 2]:

$$P_{\text{оп } i} = \frac{F_d N_{\text{раб оп } i}}{t_{\text{оп } i}}, \quad (2)$$

где $P_{\text{оп } i}$ – пропускная способность i -й операции производственного процесса, шт./ед. врем.;

F_d – действительный фонд рабочего времени за определенный период времени, мин./ед. врем.;

$N_{\text{раб оп } i}$ – количество рабочих на i -й операции, чел.;

$t_{\text{оп } i}$ – полная норма времени на i -ую операцию, мин./шт.

Формула (2) отражает прямое влияние на пропускную способность производственного процесса следующих величин: действительного фонда рабочего времени, количества рабочих на операции и полной нормы времени на операцию. Действительный фонд рабочего времени зависит от сменности работы на производстве, продолжительности одной смены и значения регламентированных перерывов в смене.

Таким образом, детализированная формула для расчета пропускной способности производственного процесса выражается следующим образом:

$$P_{\text{пр}} = \min \left\{ \frac{F_d N_{\text{раб оп } i}}{t_{\text{оп } i}} \right\}, i = \overline{1, n}, \quad (3)$$

где $P_{\text{пр}}$ – пропускная способность производственного процесса, шт./ед. врем.;

F_d – действительный фонд рабочего времени за определенный период времени, мин./ед. врем.;

$N_{\text{раб оп } i}$ – количество рабочих на i -й операции, чел.;

$t_{\text{оп } i}$ – полная норма времени на i -ую операцию, мин./шт.

n – число операций в производственном процессе.

В соответствии с формулой (3) может быть проведен расчет пропускной способности производственного процесса для любого однономенклатурного производства.

Многономенклатурное производство отличается тем, что представляет собой совокупность различных производственных процессов для разных номенклатурных позиций.

Поскольку номенклатурные позиции могут различаться конструктивно, соответствующие полные нормы времени на выполнение определенной операции также будут различаться. Появляется вопрос, какую полную норму времени корректно использовать для расчета пропускной способности операции в знаменателе формулы (3) вместо $t_{\text{оп } i}$? Какое количество единиц и каких изделий может пройти через операцию за определенный период времени?

Поскольку номенклатурные позиции могут различаться технологически, технологические маршруты изготовления изделий также будут различаться. Некоторые операции могут совпадать, но полная технологическая идентичность для разных изделий не гарантирована. В таком случае сравнение пропускных способностей операций между собой для выявления наименьшей становится некорректным.

Таким образом, сложности расчета пропускной способности производственного процесса в условиях многономенклатурного производства обусловлены конструктивно-технологическим различием номенклатурных позиций.

Далее представлены возможные решения и предложен подход к расчету пропускной способности производственного процесса в условиях многономенклатурного производства.

Решение проблемы конструктивного различия

В качестве ответа на вышеупомянутые вопросы предложено следующее решение проблемы конструктивного различия.

Для расчета пропускной способности операции предлагается использовать средневзвешенную полную норму времени на операцию. Полные нормы времени берутся для номенклатурных позиций, проходящих через данную операцию.

Средневзвешенная полная норма времени на операцию рассчитывается следующим образом:

$$t_{\text{срвз оп}} = \frac{\sum_{j=1}^m N_{\text{пл } j} t_{\text{оп } j}}{\sum_{j=1}^m N_{\text{пл } j}}, \quad (4)$$

где $t_{\text{срвз оп}}$ – средневзвешенная полная норма времени на операцию, мин./шт.;

$N_{\text{пл } j}$ – плановый объем производства за период времени для j -ой номенклатурной позиции, проходящей через операцию, шт./ед. врем.;

$t_{\text{оп } j}$ – полная норма времени на операцию для j -ой номенклатурной позиции, мин./шт.;

m – количество номенклатурных позиций, проходящих через операцию за определенный период времени.

Средневзвешенная полная норма времени на операцию позволяет учитывать вклад номенклатурных позиций в пропускную способность пропорционально долям их плановых объемов производства в общем плане производства на период времени.

В таком случае пропускная способность операции первоначально рассчитывается в условных единицах. Далее осуществляется переход к конкретному количеству единиц продукции в единицу времени для каждой номенклатурной позиции. Необходимо умножить найденную пропускную способность в условных единицах на долю планового объема производства в общем плане производства на период времени. Такие пропускные способности можно назвать частными пропускными способностями операции. Сумма частных пропускных способностей операции равняется пропускной способности операции в условных единицах.

Решение проблемы технологического различия

Проблема технологического различия обусловлена различием технологических маршрутов изготовления изделий для разных номенклатурных позиций. Значения пропускных способностей операций перестают быть сопоставимыми. Операции с меньшими пропускными способностями необязательно являются узкими местами производственного процесса: небольшая пропускная способность операции может быть вызвана малым количеством номенклатурных позиций, закрепленных за данной операцией.

В качестве решения предлагается:

1. Использовать приведенное в формуле (4) уточнение – учитывать при расчете средневзвешенной полной нормы времени на операцию только проходящие через операцию номенклатурные позиции.
2. Определять пропускную способность производственного процесса не операцией с наименьшей пропускной способностью в условных единицах, а суммой минимальных частных пропускных способностей операций для каждой номенклатурной позиции в рамках технологического маршрута изготовления данной номенклатурной позиции.

Первое приведенное предложение обосновано тем, что через каждую операцию проходят только определенные номенклатурные позиции. Таким образом, только определенные номенклатурные позиции могут влиять на

средневзвешенную полную норму времени на операцию и фигурировать в расчете.

Переход к минимальным частным пропускным способностям связан с тем, что для каждой номенклатурной позиции и технологического маршрута данной позиции существует свое узкое место. В то же время необходимо учитывать фактор многообразия номенклатурных позиций, проходящих через одну операцию. Суммирование минимальных частных пропускных способностей по каждой номенклатурной позиции дает пропускную способность всего процесса в целом.

Итоговая формула для расчета пропускной способности производственного процесса в условиях многономенклатурного производства получена путем интеграции всех предложенных решений и может быть представлена следующим образом:

$$P_{\text{пр}} = \sum_{j=1}^M \min \left\{ \frac{F_d N_{\text{раб оп } i}}{t_{\text{срвз оп } i}} \frac{N_{\text{пл } ij}}{\sum_{j=1}^m N_{\text{пл } ij}} \right\}, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, M} \quad (5)$$

где $P_{\text{пр}}$ – пропускная способность производственного процесса, шт./ед. врем.;

F_d – действительный фонд рабочего времени за определенный период времени, мин./ед. врем.;

$N_{\text{раб оп } i}$ – количество рабочих на i -й операции, чел.;

$t_{\text{срвз оп } i}$ – средневзвешенная полная норма времени на i -ую операцию, мин./шт.;

$N_{\text{пл } ij}$ – плановый объем производства за период времени для j -ой номенклатурной позиции, проходящей через i -ую операцию, шт./ед. врем.;

n – число операций в производственном процессе;

m – число номенклатурных позиций, проходящих через i -ую операцию за определенный период времени.

M – общее число номенклатурных позиций.

Таким образом, разработан подход к расчету пропускной способности в условиях многономенклатурного производства. Итоги разработки представлены формулой (5). Узкими местами производственного процесса являются операции с минимальными частными пропускными способностями.

Заключение

Разработан подход к расчету пропускной способности производственного процесса в условиях многономенклатурного производства. Данный расчет пропускной способности может быть применим на предприятиях многономенклатурного производства любой специализации. Практическая значимость предлагаемого решения заключается в возможности на основании результатов расчета выявлять узкие места в производственном процессе, тем самым повышать пропускную способность процесса и производительность предприятия в целом.

Литература

1. Грачева К.А., Захарова М.К., Одинцова Л.А. и др. Организация и планирование машиностроительного производства (производственный менеджмент): учебник / под ред. Ю.В. Скворцова, Л.А. Некрасова. – М.: Высш. шк., 2003. – 470 с.
2. Мазурин Э.Б., Одинцов А. А., Поникаров В. А. Экономика, организация и управление предприятием: учебник: для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки «Автоматизация технологических процессов и производств» / под ред. Э.Б. Мазурина, А.А. Одинцова, В.А. Поникарова. – М.: Академия, 2015. – 247 с.
3. Голдратт Э.М., Кокс Д. [Goldratt E.M., Cox J.] Цель: Процесс непрерывного улучшения: пер. с англ. – Минск: Попурри, 2024. – 400 с.

УДК 631.372:338.3, JEL Classification: A10, B40

Оптимизация плана выпуска продукции с учётом ресурсных ограничений на производственном предприятии высокой технологичной сложности

Гизетдинова П.А.¹ Матвеев С.Г.²

¹студентка 1-го курса магистратуры, кафедра «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана, polinagizetdinova@gmail.com.

²доцент, к.т.н., доцент кафедры «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана, matveevsg@bmstu.ru.

Аннотация. В статье рассматривается задача оптимизации плана выпуска продукции на производственном предприятии, работающем в условиях многономенклатурного производства и ограничений по запасам, производственным мощностям и потребности в изделиях. Предложена математическая модель, позволяющая максимизировать валовую прибыль при соблюдении технологических, ресурсных и трудовых ограничений. Оптимизационная задача решена методом обобщённого приведённого градиента (ОПГ), реализованным в табличном редакторе. Полученный оптимальный план обеспечивает перераспределение объёмов выпуска между периодами, повышение равномерности загрузки оборудования и персонала, а также рост ключевых экономических показателей предприятия.

Ключевые слова: предприятие, производственная система, оптимизация производства, производственные мощности, планирование, математическая модель, валовая прибыль.

Optimization of the production plan considering resource constraints at a highly complex manufacturing enterprise

Polina Gizetdinova, ¹Sergey Matveev²

¹Student in Department of Economics and Organization of Production, Bauman Moscow State Technical University, Moscow.

²Candidate of Technical Sciences, Associate Professor in Department of Economics and Organization of Production, Bauman Moscow State Technical University, Moscow.

Abstract. This article examines the problem of optimizing a production plan at a manufacturing enterprise operating under conditions of multi-product production and limited inventory, production capacity, and demand. A mathematical model is proposed that maximizes gross profit while respecting process, resource, and labor constraints. The optimization problem is solved using the generalized reduced gradient (GEG) method implemented in MS Excel. The resulting optimal plan ensures the redistribution of output volumes between periods, improved uniformity of equipment and personnel utilization, and an

increase in the enterprise's key economic indicators.

Keywords: *enterprise, production system, production optimization, production facilities, planning, mathematical model, gross profit.*

Введение

Повышение эффективности производственного процесса – одна из ключевых задач современных предприятий. В условиях многономенклатурного выпуска, ограниченности ресурсов и необходимости строгого соблюдения сроков производства особо важно корректное планирование производственной программы. Распространённой проблемой в планировании является неравномерность загрузки оборудования и производственного персонала, что приводит к росту непроизводительных расходов и снижению общей результативности. Для её решения целесообразно использовать математические методы оптимизации, позволяющие определять оптимальный объём выпуска по периодам с учётом имеющихся ограничений [1, 2].

Объектом исследования является производственное предприятие приборостроительной отрасли, в котором выявлены проблемы длительных простоев и низкой загрузки персонала в рамках выполнения текущей производственной программы на 2025-2026 гг. Загрузка рабочих снижается до 70% в 2025-2026 гг., что увеличивает величину непроизводительных расходов второго периода до 93 млн руб. При текущем плане производства заказов ресурсы используются неэффективно, у организации возникает необходимость принятия управленческих решений для повышения ключевых показателей деятельности [3]. Для достижения положительных динамик изменения показателей необходимо спрогнозировать производственную программу таким образом, чтобы предприятие достигло максимально возможного уровня валовой прибыли.

Целью настоящего исследования является разработка и применение математической модели оптимизации плана выпуска продукции, обеспечивающей максимизацию валовой прибыли при рациональном использовании трудовых, материальных и производственных ресурсов на предприятии высокой технологичной сложности [1].

Методологические основы формирования исходных данных

Исходные данные по продуктовому портфелю организации включают многономенклатурный перечень продукции, поставляемой по отдельным заказам, для каждого из которых заданы:

- объём производства, на который заключён договор поставки (d_j);
- цена единицы реализуемой продукции;
- производственный цикл изготовления заказа;
- минимальный объём выпуска в первый год в условиях производства заказа более одного года ($d_{j \min}$);
- данные о наличии готовой продукции на складе для использования в исполнении заказа.

В рамках исследуемой производственной программы реализуются 34 заказа, из которых первые 15 уже подходят к завершению производственного

цикла и не подлежат перераспределению объёма выпуска. Эти данные необходимы для корректного расчёта себестоимости заказов, которые только запущены в производство и будут реализованы в следующих периодах. Перераспределение объёма производства необходимо для заказов, производящихся в 2025-2026 гг.

Структура продуктового портфеля отражает ситуацию, характерную для крупных производственных предприятий: большое число заказов, имеющих длительный производственный цикл – выполнение заказов осуществляется в течение двух периодов (лет) [4].

Материальные затраты включают затраты на приобретение покупных комплектующих изделий и покупных материалов, учитываемых в разрезе видов сырья. Для каждого j -го заказа рассчитаны суммарные затраты на приобретение материальных ресурсов:

$$M_j = \sum_{i=1}^8 M_{ij}, \quad (1)$$

где M_j – суммарные затраты на материальные ресурсы в j -ом заказе, млн руб./шт., i – порядковый номер вида сырья, $i = \{1, 8\}$, j – порядковый номер заказа, $j = \{1, 34\}$, M_{ij} – цена i -го вида сырья в j -ом заказе, млн руб./шт.

Материальные затраты относятся ко всему объёму заказа и не зависят от распределения выпуска между периодами, поэтому они выступают независимым параметром в модели. При этом присутствует ограничение по запасам материальных ресурсов: запас i -го вида ресурса по j -му заказу (Z_{ij}) не должен быть меньше расхода i -го вида ресурса по j -му заказу (M_{ij}).

Для производства на предприятии используются 15 типов рабочего оборудования, при этом количество оборудования k -го типа варьируется от 5 до 34 единиц, в зависимости от загрузки и длительности операций на данном рабочем месте. Производственные мощности ограничиваются эффективным фондом рабочего времени 15 типов оборудования:

$$F_k^{\text{эф}} = F_{\text{раб.дн.}} \cdot t_{\text{см.}} \cdot F_{\text{см.}} \cdot K_{\text{п.о.к}} \cdot R_k, \quad (2)$$

где k – номер типа оборудования; $F_k^{\text{эф}}$ – эффективный фонд рабочего времени оборудования k -го типа, ч/год; $F_{\text{раб.дн.}}$ – количество полных рабочих дней в году ($F_{\text{раб.дн.}} = 247$ дн.); $t_{\text{см.}}$ – продолжительность рабочей смены ($t_{\text{см.}} = 8$ ч); $F_{\text{см.}}$ – количество смен ($F_{\text{см.}} = 2$ см.); $K_{\text{п.о.к}}$ – коэффициент, учитывающий время простоя k -го типа оборудования в плановом ремонте (0,95-0,98); R_k – количество оборудования k -го типа, ед.

Для каждого заказа известны нормы времени обработки единицы изделия на каждом типе оборудования. Суммарное время обработки заказов рассчитывается следующим образом:

$$T_{kn} = \sum_{j=1}^{34} (T_{jk} \cdot x_{jn}), \quad (3)$$

где T_{kn} – суммарное время обработки заказов на k -ом станке, нормо-ч/год; n – номер периода, по которому ведётся расчёт величины (2024 год: $n = 0$, 2025 год: $n = 1$, 2026 год: $n = 2$); T_{jk} – норма времени использования k -го оборудования для изготовления единицы продукции j -го заказа, нормо-ч/шт.; x_{jn} – план производства j -ого заказа в n -ом периоде, шт./год.

Суммарное время обработки заказов на k -ом станке не должно превышать эффективный фонд рабочего времени оборудования k -го типа, что является

ограничением в рассматриваемой оптимизационной задаче.

План производства заказов №1–№15 сформирован организацией и производство заказов началось в 2024 году. Необходимо учесть фактические показатели трудоёмкости 2024 года, а также трудоёмкость работ, перенесённых на 2025 год с целью последующего корректного расчёта фонда оплаты труда в 2025 году, связанного с выполнением производственной программы, а также учёта фактического объёма в загрузке производственных мощностей. Для каждого заказа вычисляется суммарная трудоёмкость:

$$T_{jn} = \frac{T_{едj} x_{jn}}{1000}, \quad (4)$$

где T_{jn} – трудоёмкость работ по j -му заказу в n -ом периоде, тыс. нормо-ч, $T_{едj}$ – суммарное время обработки единицы продукции j -го заказа, нормо-ч/шт.; x_{jn} – план производства j -ого заказа в n -ом периоде, шт./год.

Трудоёмкость работ по j -му заказу в плановых периодах является изменяемой величиной, поскольку зависит от распределения объёма производства изделий по периодам. Соответственно, данные по трудоёмкости на плановые периоды формируются при нахождении оптимального плана выпуска заказов.

Также в расчёте суммарной величины трудоёмкости за период учитывается трудоёмкость работ, не описанных в задаче оптимизации. В такой трудоёмкости подразумеваются те работы, которые:

- вовлеклись в производство в 2023 году и завершились в 2024 году – для того, чтобы учесть трудоёмкость их работ в суммарной величине за период 2024 года и не выявлять отклонения в исходных данных задачи оптимизации;
- являются НИОКР, выручка и себестоимость по которым не участвуют в расчёте задачи оптимизации, поскольку перераспределение плана выпуска по ним невозможно – объём работ по НИОКР составляет 1 у.е. Учёт трудоёмкости по НИОКР ведётся для того, чтобы не искажалась потребная численность основных производственных рабочих, их загрузка по периодам и величина непроизводительных расходов относительно начисленного ФОТ;
- прогнозируются в 2026-2027 гг., но не участвуют в задаче оптимизации. Данные необходимы для корректного расчёта суммарной трудоёмкости, фонда оплаты труда, ставки распределения общепроизводственных затрат на 2026 год.

Исходные данные по персоналу включают средний месячный номинальный фонд рабочего времени, коэффициент полезного времени, месячный эффективный фонд рабочего времени на одного работника, среднюю численность основного производственного персонала (ОПП) в подразделении, процент работ сверх графика, взносы в социальные фонды. Кроме величины средней численности ОПП в расчётах учитывается рекомендованная (потребная) расчётная численность основных производственных рабочих в n -ом периоде на основе производственной программы. Данная величина показывает, сколько рабочих с загрузкой 100% требуется для выполнения трудоёмкости работ в n -ом периоде, и влияет на величину затрат на оплату труда, связанных с

выполнением производственной программы.

Итоговый начисленный фонд оплаты труда (ФОТ) рассчитывается как сумма затрат на оплату труда, связанных с выполнением производственной программы, и непроизводительных расходов, связанных с простоями рабочих. Если в периоде формируется низкая трудоёмкость работ, то рекомендованная численность ОПП становится ниже фактической численности ОПП. В таком случае организация не производит массовые увольнения рабочих – их загрузка снижается до величины ниже 100%, а фонд оплаты труда продолжает начисляться по повременной форме оплаты труда (в соответствии с установленным рабочем временем). В связи с тем, что загрузка рабочих снижена, а начисленный ФОТ сохраняется на одном уровне, меняются пропорции составляющих его величин: величина затрат на оплату труда, связанных с выполнением производственной программы, снижается, а величина непроизводительных расходов, возникающая при оплате труда рабочих во время простоев, растёт [2. 5].

Затраты на оплату труда, связанные с выполнением j -го заказа в n -ом периоде, рассчитываются следующим образом:

$$\text{ФОТ}_{jn} = T_{jn} \text{СТ}_{\text{нормо-ч } n}, \quad (5)$$

где ФОТ_{jn} – оплата труда основных производственных рабочих по j -ому заказу в n -ом периоде, млн руб./год; T_{jn} – трудоёмкость работ по j -му заказу в n -ом периоде, тыс. нормо-ч, $\text{СТ}_{\text{нормо-ч } n}$ – средние затраты на один нормо-час в n -ом периоде, тыс. руб./нормо-ч.

Средние затраты на один нормо-час рассчитываются как отношение затрат на оплату труда, связанных с выполнением производственной программы, к трудоёмкости работ в исследуемом периоде.

Расчёт отчислений в социальные фонды по каждому заказу происходит по ставке ($k_{\text{соц}}$), равной 30,12% от оплаты труда основных производственных рабочих.

В оптимизационной задаче учитывается величина накладных (общепроизводственных) расходов по подразделению, включающая в себя фонд оплаты труда обеспечивающего персонала, социальные отчисления, расходы на содержание и эксплуатацию основных средств, износ и амортизацию основных средств, расходы на ремонт основных средств, приобретение и ремонт приспособлений. Накладные расходы считаются суммарной величиной по каждому подразделению, а далее распределяются по заказам, выполненным в этом подразделении [6]. Базой распределения общепроизводственных затрат является оплата труда основных производственных рабочих. Величина общепроизводственных затрат (ОПЗ), распределённых на заказ, рассчитывается следующим образом:

$$\text{ОПЗ}_{jn} = \text{ФОТ}_{jn} \frac{\text{ОПЗ}_n}{\text{ФОТ}_{\text{произв } n}}, \quad (6)$$

где ОПЗ_{jn} – общепроизводственные затраты в j -ом заказе в n -ом периоде, млн руб.; ФОТ_{jn} – оплата труда основных производственных рабочих по j -ому заказу в n -ом периоде, млн руб./год; ОПЗ_n – суммарная величина накладных (общепроизводственных) затрат по подразделению в n -ом периоде, млн руб./год; $\text{ФОТ}_{\text{произв } n}$ – фонд оплаты труда, связанный с выполнением

производственной программы в n -ом периоде, млн руб./год.

Формализованная постановка задачи оптимизации

В задаче необходимо найти x_j^*n – оптимальный план производства заказов в 2025-2026 гг., обеспечивающий получение максимальной валовой прибыли с учётом имеющихся исходных данных и ограничений.

Валовая прибыль для исследуемых заказов (начиная с заказа №16) рассчитывается как разность между выручкой по заказам и производственными затратами:

$$\begin{aligned} \sum_{j=16}^{34} P_{\text{вал } j}(x_{jn}) = & \sum_{j=16}^{34} C_j - \sum_{j=16}^{34} M_j - \sum_{j=16}^{34} \text{ФОТ}_j (1 + k_{\text{соц}}) - \sum_{n=0}^2 \sum_{j=16}^{34} \text{ОПЗ}_{jn} - \\ & - \sum_{j=16}^{34} C_{\text{гп } j} = \sum_{j=16}^{34} (C_{\text{ед } j} \sum_{n=0}^2 x_{jn}) - \sum_{j=16}^{34} \sum_{i=1}^8 M_{ij} - \\ & - \sum_{n=0}^2 \sum_{j=16}^{34} T_{jn} C_{\text{Тнормо-час } n} \left(1 + k_{\text{соц } n} + \frac{\text{ОПЗ}_n}{\sum_{j=16}^{34} T_{jn} C_{\text{Тнормо-час } n}} \right) - \sum_{j=16}^{34} C_{\text{гп } j}, \quad (7) \end{aligned}$$

где $P_{\text{вал } j}$ – валовая прибыль по j -ому заказу, млн руб., C_j – выручка по j -ому заказу, млн руб., M_j – суммарные затраты на материальные ресурсы в j -ом заказе, млн руб./шт., ФОТ_j – оплата труда основных производственных рабочих по j -ому заказу, млн руб., $k_{\text{соц}}$ – ставка социальных отчислений, ОПЗ_{jn} – общепроизводственные затраты в j -ом заказе в n -ом периоде, млн руб./год, $C_{\text{гп } j}$ – производственная себестоимость готовой продукции со склада в j -ом заказе, млн руб.

Формула валовой прибыли выведена с использованием формул (1), (5), (6).

Неизвестные (варьируемые параметры) в оптимизационной задаче – это x_{jn} – план производства заказов в 2025-2026 гг. $\{x_{16} \dots x_{34}\}$, шт./год.

Целевая функция:

$$\begin{aligned} \sum_{j=16}^{34} P_{\text{вал } j}(x_{jn}) = & \sum_{j=16}^{34} (C_{\text{ед } j} \sum_{n=0}^2 x_{jn}) - \sum_{j=16}^{34} \sum_{i=1}^8 M_{ij} - \\ & - \sum_{n=0}^2 \sum_{j=16}^{34} T_{jn} C_{\text{Тнормо-час } n} \left(1 + k_{\text{соц } n} + \frac{\text{ОПЗ}_n}{\sum_{j=16}^{34} T_{jn} C_{\text{Тнормо-час } n}} \right) - \sum_{j=16}^{34} C_{\text{гп } j} \rightarrow \\ & \rightarrow \max \quad (8) \end{aligned}$$

Ограничения:

– $d_j \geq \sum_{n=0}^2 x_{jn}$ – план выпуска продукции не должен превышать объём продукции, на которую имеется спрос;

– $x_{jn} \geq 0$ – план выпуска продукции не может быть отрицательной величиной;

– $x_{j1} \geq d_{j \min 1}$ – план выпуска продукции в первом периоде должен быть больше или равен установленному минимальному объёму производства в первом периоде;

– $F_k^{\text{эф}} \geq \sum_{j=1}^{34} (T_{jk} x_{jn})$ – суммарное время обработки заказов на k-ом станке в n-ом периоде не должно превышать эффективный фонд рабочего времени k-го оборудования;

– $Z_{ij} \geq M_{ij}$ – запас i-го вида ресурса по j-му заказу должен быть больше расхода i-го вида ресурса по j-му заказу.

Результаты решения оптимизационной задачи

Решение задачи оптимизации производится в табличном редакторе, куда предварительно занесены исходные данные и сформированы математические связи. Для решения задачи нахождения экстремума целевой функции использован метод обобщённого приведённого градиента (ОПГ), реализованный в надстройке «Поиск решения» табличного редактора. Данный метод применим к задачам с нелинейной целевой функцией и множественными ограничениями [7. 8].

Диалоговое окно надстройки «Поиск решения» приведено на рис.1.

Рис. 1. Диалоговое окно надстройки «Поиск решения»

В ходе решения оптимизационной задачи получен оптимальный план производства продукции, позволяющий максимизировать валовую прибыль при заданных ограничениях. Результаты решения оптимизационной задачи

приведены на рис. 2. Сравнение оптимального плана производства продукции со сформированным организацией планом представлено в виде диаграммы на рис. 3.

Расчёты		
Номер j заказа	Маржинальная прибыль j-го заказа, Пmj, млн руб..	Валовая прибыль j-го заказа, Пj, млн руб.
1	23,29	4,11
2	10,10	-1,61
3	38,62	6,74
4	46,02	8,10
5	12,22	2,11
6	3,01	0,48
7	2,70	0,43
8	28,32	4,96
9	6,96	1,17
10	29,65	5,19
11	32,30	5,64
12	28,71	5,06
13	24,33	4,28
14	3,45	0,56
15	101,23	2,91
16	22,52	12,38
17	1,93	1,06
18	55,30	30,39
19	5,83	3,21
20	5,53	5,41
21	3,10	3,03
22	6,29	3,46
23	25,41	13,97
24	37,83	20,79
25	19,69	10,82
26	20,03	11,01
27	6,28	3,45
28	32,31	17,76
29	30,78	16,92
30	63,17	34,72
31	41,80	22,98
32	63,28	34,78
33	24,69	13,67
34	245,91	139,34

Расчёты		
План производства, Xj, шт./год		
Объём продукции, произведённой в предшествующем периоде (0), шт./год	Объём производства в первом плановом периоде (1), шт./год	Объём производства, перенесённый на второй плановый период (2), шт./год
159	164	0
7	8	0
263	273	0
314	324	0
83	87	0
20	22	0
18	20	0
193	200	0
47	50	0
202	209	0
220	228	0
196	202	0
166	171	0
23	25	0
681	843	0
0	74	137
0	6	12
0	182	337
0	19	36
0	1	1
0	0	1
0	21	38
0	83	155
0	124	231
0	65	120
0	66	122
0	21	38
0	106	197
0	101	188
0	207	385
0	137	255
0	208	386
0	81	151
0	777	1443

		По заказам 2026 года реализации
Суммарная маржинальная прибыль, Пm, млн руб.	711,668	
Суммарная валовая прибыль, П, млн руб.	340,582	

Рис. 2. Показатели оптимального плана производства, маржинальной и валовой прибыли

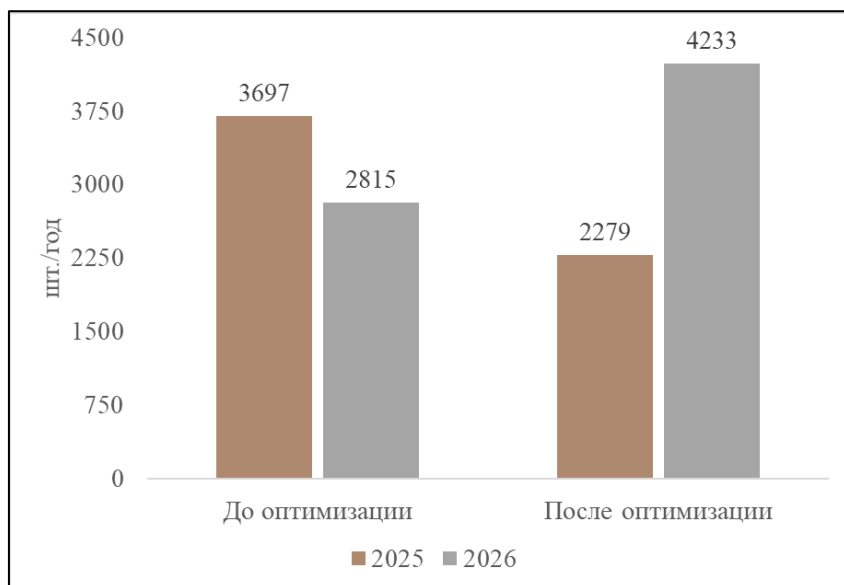


Рис. 3. Сравнение плана производства на 2025-2026 гг. до и после оптимизации

Как видно из диаграммы, приведенной на рис. 3, в первоначальном плане производства большая часть продукции была запланирована на 2025 год: 3697 шт. в 2025 году и 2815 шт. в 2026 году. После оптимизации плана производства большая часть продукции перенесена на второй плановый период: 2279 шт. в 2025 году и 4233 шт. в 2026 году. Данное изменение позволяет перераспределить трудоёмкость работ по периодам, повышая загрузку основного производственного персонала во втором периоде. Изменение трудоёмкости в соответствии с оптимальным планом производства представлено на рис. 4.

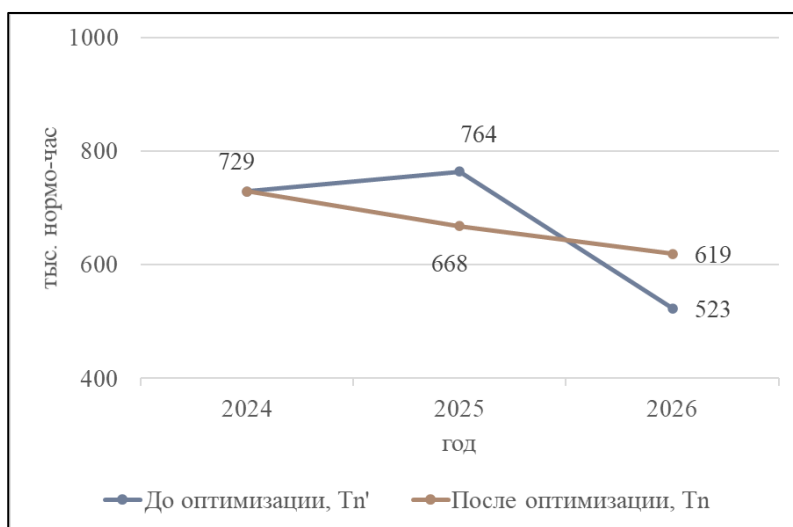


Рис. 4. Сравнение трудоёмкости в 2024-2026 гг. до и после оптимизации

До оптимизации плана выпуска трудоёмкость была неравномерна распределена по периодам: в 2025-2026 гг. наблюдалась тенденция неравномерного снижения с 764 тыс. нормо-часов до 523 тыс. нормо-часов. После решения задачи оптимизации трудоёмкость сохраняется примерно на одном уровне в 2025-2026 гг., поскольку часть объёма работ с 2025 г. перенесена на 2026 г. Это приводит к более полной загрузке ОПП, эффективному использованию их рабочего времени, снижению простоев и повышению общей производительности.

Также с повышением загрузки основного производственного персонала растёт величина затрат на оплату труда, связанных с выполнением производственной программы. В связи с этим величина непроизводительных расходов текущего периода, связанных с простоями и неэффективным использованием рабочего времени, сокращается. Изменение величины непроизводительных расходов до и после оптимизации плана выпуска представлено на рис. 5.

Величина непроизводительных расходов в 2026 году сократилась с 93 млн руб. до 58 млн руб. после оптимизации плана производства, что является положительной динамикой.

Оптимизация позволила уменьшить непроизводительные расходы второго периода более чем на 35%. Это снижение напрямую влияет на валовую прибыль 2026 года, потому что непроизводительные расходы не распределяются по заказам и не включаются в себестоимость продукции, реализуемой в 2025 и 2026 годах (как, например, общепроизводственные затраты). Величина вычитается из выручки 2026 года, таким образом, уменьшение этих расходов способствует увеличению валовой прибыли компании.

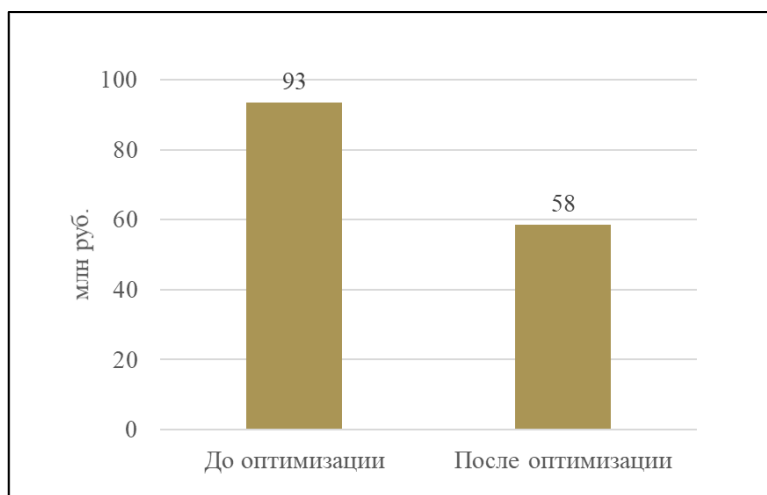


Рис. 5. Величина непроизводительных расходов в 2026 г. до и после оптимизации

Сравнение показателей прибыли до и после оптимизации приведено на рис. 6.

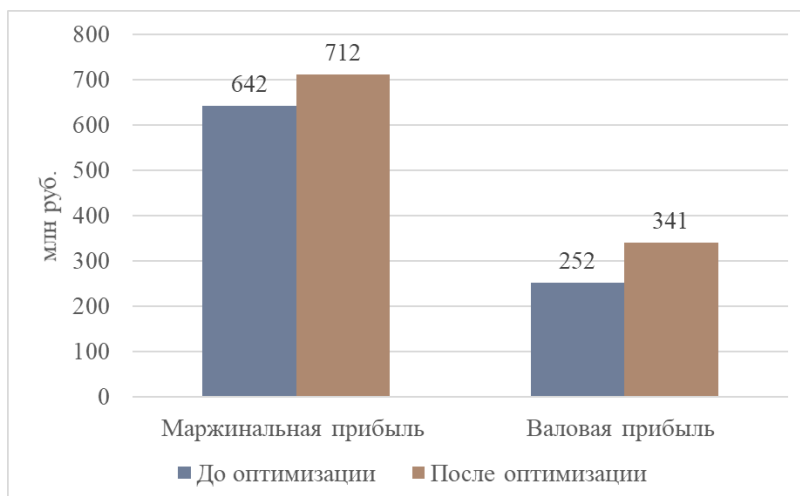


Рис. 6. Показатели прибыли в 2025 г. до и после оптимизации

Оба показателя имеют положительную динамику: маржинальная прибыль увеличилась на 70 млн руб./год, валовая прибыль – на 89 млн руб./год ввиду изменения величины общепроизводственных затрат и сокращения непроизводительных расходов рассматриваемого периода.

Полученные результаты подтверждают эффективность использования математических методов для оптимизации производственного планирования. Перераспределение объемов выпуска позволило улучшить сбалансированность загрузки оборудования и персонала, сократить непроизводительные расходы, повысить экономические показатели предприятия.

Заключение

В ходе исследования разработана и реализована математическая модель оптимизации плана выпуска продукции с учётом ограничений по трудовым, материальным и производственным ресурсам. Применение модели позволило получить оптимальный план производства, обеспечивающий рост валовой прибыли и повышение эффективности использования ресурсов.

Модель может быть адаптирована для различных типов производств, включая серийные, единичные и мелкосерийные, интегрирована в системы стратегического планирования и использоваться как инструмент поддержки управленческих решений на производственных предприятиях.

Литература

1. Математическое моделирование инновационных процессов: учебное пособие / С. Г. Матвеев, О. П. Матвеева, Е. В. Алексеева ; под редакцией С. Г. Фалько. — Москва: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2023. — 275.
2. Рыбакова Я.Р. Резервы повышения производительности труда за счет сокращения потерь рабочего времени //Актуальные вопросы права, экономики и управления. – 2018. – С. 202-205.
3. Орлов А.И. Устойчивость в социально-экономических моделях. — М.: Наука, 1979. — 296 с.
4. Калошина М. Н., Габуев В. В. Финансово-экономическое моделирование на предприятиях космической отрасли // Интегральные и дифференциальные парадигмы развития науки и практики России. – 2018. – С. 211-213.

5. Емельянов А. А., Соцкова С. И. Учет непроизводительных расходов и потерь трудовых и финансовых ресурсов // Вестник Самарского государственного экономического университета. – 2014. – №. 10. – С. 50-54.
6. Ряховская О. Н., Боярская Т. О. Экономика предприятия // Курс лекций. Москва. Изд-во МГТУ им. НЭ Баумана. – 2019.
7. Леоненков А. В. Решение задач оптимизации в среде MS Excel. – БХВ-Петербург, 2005.
8. Монгуш Б.С. Нелинейная задача оптимизации плана производства // Природные ресурсы, среда и общество. 2019.

УДК 004.832.28, JEL Classification: L1, L2

Подход к проектированию методики стратегического планирования в вертикальных интегрированных структурах

Данилов М.Д.¹, Фалько С.Г.²

¹студент, МГТУ им. Н.Э. Баумана, danimax2002@mail.ru;

²проф., д.э.н., зав. кафедрой «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Аннотация. Статья посвящена разработке подхода к проектированию методики стратегического планирования в вертикальных интегрированных структурах. Рассмотрены ключевые факторы, влияющие на качество стратегического планирования: уровень развития производственной системы, выраженный через вектор энтропии; степень информационной асимметрии; квалификация исполнителей. На базе анализа этих факторов в работе представлены основные этапы построения методики, а также направления дальнейших исследований, направленных на повышение качества стратегического планирования в интегрированных структурах.

Ключевые слова: стратегическое планирование, вертикальные интегрированные структуры, энтропия, информационная асимметрия.

An approach to the design of strategic planning methodology in vertical integrated structures

Danilov M.D.¹, Falko S.G.²

¹student, Bauman Moscow State Technical University;

²Professor, Doctor of economics, Head of the Chair of Economics and Organization of Production, Bauman University, Moscow.

Abstract. The article is devoted to the development of an approach to the design of strategic planning methodology in vertical integrated structures. The key factors influencing the quality of strategic planning are considered: the level of development of the production system, expressed through the vector of entropy; the degree of information asymmetry; the qualifications of performers. Based on the analysis of these factors, the paper presents the main stages of methodology development, as well as directions for further research aimed at improving the quality of strategic planning in integrated structures.

Keywords: strategic planning, vertical integrated structures, entropy, information asymmetry.

Введение

Унификация методики стратегического планирования является необходимым условием для анализа стратегической деятельности интегрированных структур. В этом случае сотрудники, участвующие в стратегическом планировании деятельности компании, выполняют обязанности подразделения стратегического контроллинга по отношению к подразделениям и исполнителям, занимающимся стратегическим планированием в дочерних обществах. Однако зачастую разработка методики осуществляется директивно, основываясь на экспертной оценке исполнителей. Это ведет к высокой доле субъективности в оценке качества методики стратегического планирования в интегрированных структурах, что может привести к разработке «формальной» стратегии в дочернем обществе, не связанной с оперативными планами или к некачественному прогнозу, который не позволит полностью реализовать потенциал организации в плановом периоде.

Таким образом, целью настоящей работы является разработка подхода к проектированию методики стратегического планирования в интегрированных структурах. Разработанный подход позволит стратегическим подразделениям головных организаций при разработке унифицированной методики полагаться не только на эвристические методы, но и на ряд показателей, оценивающих сложность самой методики и факторов, влияющих на качество стратегического планирования и формирующих интегральный показатель сложности задачи стратегического планирования. Объектом исследования настоящей работы является процесс стратегического планирования, предметом – факторы, влияющие на качество стратегического планирования.

Подходы к оценке качества стратегического планирования в организации

Для определения факторов, влияющих на качество стратегического планирования, целесообразно рассмотреть какие подходы существуют для оценки его методов, инструментов и методик. На данный момент ведущим подходом к оценке качества стратегического планирования, а именно: методик [1], инструментов [2] и методов [3], применяемых в его процессе, является критериальный подход, который позволяет эксперту дать оценку объекту, основываясь на некоторых правилах, при нарушении которых объект оценки признается некачественным.

Методика, разработанная авторами в работе [1], включает три последовательных оценочных этапа: оценка уровня управленческих компетенций, определение этапа жизненного цикла, управленческий хиндсайт. На основе комплексной оценки выносятся итоговое резюме, а также формулируются выводы и предложения, направленные на повышение качества стратегического планирования развития производственных структур. Недостатком подобного подхода является субъективность в оценке методики специалистами контроллингового подразделения разработанной ими методики, а также оценка развития производственной структуры только по её позиции на кривой жизненного цикла, а также некоторая апостериорность методики, не позволяющая оценить качество стратегического планирования априорно.

В работе [2] автором разработана система оценки методов стратегического управления (СОМСУ), включающая 23 основных показателя для оценки стратегических инструментов. Каждому критерию присваивается ранг важности с учетом специфики предприятия, что позволяет проводить интегральную оценку инструментов. Такой подход помогает выявить сильные и слабые стороны каждого инструмента, однако не учитывает фактор информационной асимметрии и субъективного фактора применения инструмента работником, который может не иметь нужной квалификации.

Авторами в работе [3] приведена классификация 28 методов стратегического планирования с использованием иерархических таксономических техник, таких как метод Уорда, основываясь на 11 критериях. Результатом работы стало разделение 28 методов на четыре основные группы, различающиеся по уровню сложности, требуемым квалификациям и объему информации, необходимой для применения (рис. 1). Такой систематический подход обеспечивает понимание применимости каждого инструмента в зависимости от организационно-технических условий и требований к исполнителям.

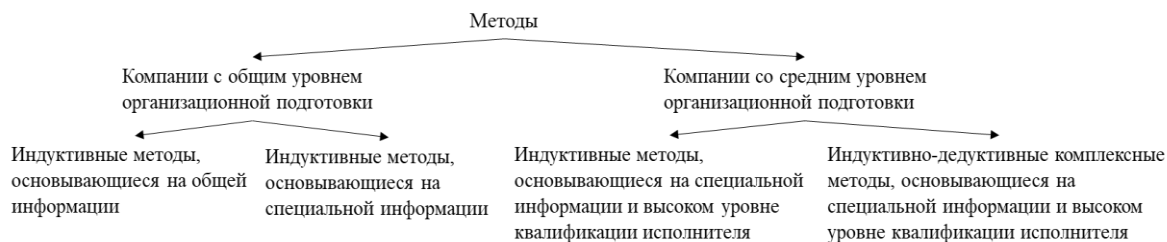


Рис. 1. Классификация методов стратегического планирования [3]

Таким образом, можно заключить, что на данный момент в оценке стратегического планирования глубоко проработана оценка самих методов и инструментов, основываясь на методе экспертных оценок, по набору показателей, разработанных каждым из авторов. Также авторами были определены основные факторы, влияющие на качество стратегического планирования: 1) квалификация исполнителей, 2) полнота получаемой из внешней среды информации, 3) уровень организационного развития предприятия.

Уровень развития производственной системы

Уровень развития производства можно рассматривать как показатель упорядоченности внутренних процессов. Как отмечает Е.Б. Колбачев [15]: «Степень организованности структуры ПС может быть охарактеризован уровнем ее энтропии, а снижение ее показателя свидетельствует об улучшении организационного состояния структуры». Подобная точка зрения была поддержана авторами в работах [7,10]. А подход энтропийного управления нашел широкое применение на практике [4-6, 8-11].

Так в работе [6] описано его использование как для управленческих, так и инновационных процессов. В работе [4] разработаны методические рекомендации расчета информационных параметров «условная энтропия» по

методу Альфреда Реньи и «сложность системы» на основе показателей, которые подвергаются непрерывному мониторингу при эксплуатационном контроле поточной линии сборки. Авторы в статье [5] развили интегрированный подход к оценке эффективности управленческих решений, объединяющий информационную энтропию и информационный коэффициент усиления. Этот подход использует энтропию для выявления информативности различных показателей и информационный коэффициент усиления для определения их относительной важности. В работе [9] авторы применяют энтропийный подход для оценки рисков инвестиций в компании, а в статье [11] для анализа развития городской инфраструктуры.

Уровень развития производственной системы может быть интерпретирован, как её способность эффективно преобразовывать входные ресурсы в выходную продукцию при минимальных потерях и отклонениях от планов. В качестве комплексного показателя уровня развития производственной системы Е.Б. Колбачевым была предложена энтропия, а именно информационная энтропия Шеннона [15]. Она характеризует распределение вероятностей отдельных событий в системе — например, количество и качество производственных решений, возникающих на разных уровнях управленческой и технологической деятельности. Рассчитать её можно по формуле, приведенной ниже:

$$H = c \left(p_i \ln \frac{1}{p_i} \right)$$

где H — энтропия производственной системы; p_i — вероятность состояний i -х элементов производственной системы; c — некоторая постоянная.

Далее идеи об использовании энтропии в качестве показателя были развиты авторами [7,11]. Так в работе [7] предложено рассчитывать интегральный показатель энтропии по сумме средневзвешенных арифметических групповых показателей, состоящий из двух компонентов: структурного и функционального.

Структурная сложность системы характеризуется количеством её элементов и их взаимосвязями между собой: чем больше взаимодействий между элементным составом системы в течение анализируемого периода, тем выше структурная сложность системы.

Функциональная сложность зависит от следующих составляющих:

- количества одновременно выполняемых работ, то есть насколько запараллелены работы;
- продолжительности самой длинной работы при максимальном запараллеливании;
- среды функционирования производственной системы.

В работе [11] автор предлагает рассматривать энтропию не как скалярную величину, а как векторную. Этот вектор $H(Y)$ состоит из двух компонент: энтропии хаотичности $H(Y)_V$ и энтропии самоорганизации $H(Y)_R$:

$$H(Y) = (H(Y)_V ; H(Y)_R)$$

Первая компонента энтропийного вектора — энтропия хаотичности $H(Y)_R$ — характеризует степень беспорядка, неконтролируемости и непредсказуемости в системе. Возрастание этой компоненты указывает на потерю управляемости,

появление непредвиденных сбоев, рост числа отклонений от запланированных параметров производства.

$$H(Y)_V = \sum_{i=1}^m \ln \sigma_{Y_i} + m \ln \sqrt{2\pi e}$$

Вторая компонента энтропийного вектора – энтропия самоорганизации $H(Y)_R$ – характеризует уровень развития структур в системе, её способность адаптироваться к изменяющимся условиям и к созданию новых форм организации. В контексте производственной системы возрастание энтропии самоорганизации может свидетельствовать о развитии новых компетенций и умений, внедрении новых технологий и методов производства, усложнении организационной структуры, развитии систем планирования и контроля, расширении производственных возможностей.

$$H(Y)_R = \ln(R) / 2,$$

где R — корреляционная матрица случайного вектора Y .

Однако следует понимать, что целесообразно не только рассчитывать сам показатель, но и рассматривать его динамику. Отслеживая изменение ΔH энтропии в целом и ее составляющих, можно сделать выводы о состоянии исследуемой стохастической системы и обнаружить зарождающиеся тенденции изменения состояния [11]. Также величину убыли энтропии $\Delta H(\epsilon, \eta)$ можно понимать как количество информации о случайной величине ϵ , полученной при наблюдении случайной величины η [15]. На основании этого можно также утверждать, что любые проблемы, возникающие в ПС, обусловлены недостатком информации в элементах ее структуры. Соответственно, одним из путей преодоления таких проблем могут быть изменения в структуре ПС, благодаря которым потребность в такой информации отпадает. Так, например, головная компания в вертикальных интегрированных структурах, принимая на себя обязательства по методической поддержке процесса стратегического планирования, снижает энтропию дочерних обществ.

Таким образом, в рамках оценки уровня развития производственной системы с помощью показателя энтропии для оценки уровня развития производственной системы важно при разработке методики стратегического управления отслеживать как его абсолютные значения, так и абсолютные изменения показателя. Участки с низкой энтропией при условии, что структурная составляющая низкая, требуют меньшей детализации методик и допускают упрощенные модели планирования, в то время как высокоэнтропийные подразделения нуждаются в расширенном контроллинге и точном определении параметров взаимодействия.

Информационная асимметрия

Полноту получаемой из внешней среды информации можно измерить с помощью информационной асимметрии. Информационная асимметрия — это ситуация, при которой различные участники управленческих или рыночных процессов располагают неодинаковым объемом, качеством или своевременностью информации. В рамках анализа феномена информационной асимметрии можно выделить следующие составляющие элементы [14]:

- взаимодействующие стороны, между которыми наблюдается

информационное неравенство;

- предмет взаимодействия, относительно которого имеет место указанное неравенство;
- собственно та информация, которой владеет одна сторона взаимодействия и не владеет другая;
- контекст анализа (рыночная ситуация, в которой рассматривается явление);
- последствия информационной асимметрии, выделяемые для конкретной рыночной ситуации, и возможности их нивелирования.

В работе [13] в качестве меры асимметрии информации предлагается использовать показатели, характеризующие отклонение одной функции распределения f_i от константы:

$$AI = |f_i - c|$$

А если в качестве константы выбрать средний уровень доступной информации m , то в качестве меры асимметрии информации можно использовать величину среднего линейного отклонения (MAI) или величину дисперсии (DAI):

$$MAI = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |f_i - m|,$$

$$DAI = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (f_i - m)^2$$

$$m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_i$$

Однако эти величины, по которым предлагаются проводить оценку асимметрии информации, в значительной степени носят абстрактный характер, так как на практике невозможно измерить объем информации f_i , доступной экономическим агентам.

Как отмечается в работе [12] для минимизации негативного влияния информационной асимметрии предлагаются комплексные меры: внедрение унифицированных стандартов сбора и обработки информации, развитие систем внутреннего и внешнего аудита, усиление коммуникативных процессов между подразделениями, а также использование цифровых технологий для повышения скорости и точности передачи данных.

В виду озвученных выше недостатков подходов для интегрированных структур на рынке монополистической конкуренции или монополии является целесообразной оценка информационной асимметрии на трех уровнях. На первом уровне оценивается информационная асимметрия между дочерними обществами и головной организацией интегрированной структуры. На втором оценивается уровень информационной асимметрии на уровне взаимодействия интегрированной структуры и государственных институтов. На третьем уровне оценивается информационная асимметрия на внутренних и внешних отраслевых рынках.

Оценка тезауруса исполнителя

В работе [1] предлагается оценивать квалификацию персонала как по трем показателям 1) образовательный уровень управленческого состава, 2) интенсивность развития управленческого состава, 3) научно-управленческая активность. Автор в статье [15] предлагает концепцию управления персоналом как совокупностью носителей тезаурусной информации, определяющей экономическую ценность профессиональных качеств каждого работника в конкретной производственной системе. При этом объем тезаурусной информации, которой обладает работник той или иной профессии и квалификации, целесообразно определять исходя из состава работ, который он должен выполнять согласно тарифно-квалификационному справочнику и информационной сложности той или иной работы. Если тезаурус исполнителя, его квалификация, недостаточен, то методы в методике могут быть использованы неверно, и качество плана снизится. Если персонал имеет тезаурус избыточный для данной методики, то организация будет не до конца использовать кадровый потенциал исполнителей в области стратегического планирования. Очевидно, что в этом случае информационную сложность отдельной работы следует определять по количеству некоторых минимальных неделимых объемов информации (реквизитов), необходимых для ее выполнения.

Подход к проектированию методики стратегического планирования

Таким образом, описав возможные подходы к оценке факторов, приведем этапы разработки методики по стратегическому планированию (рис. 2).

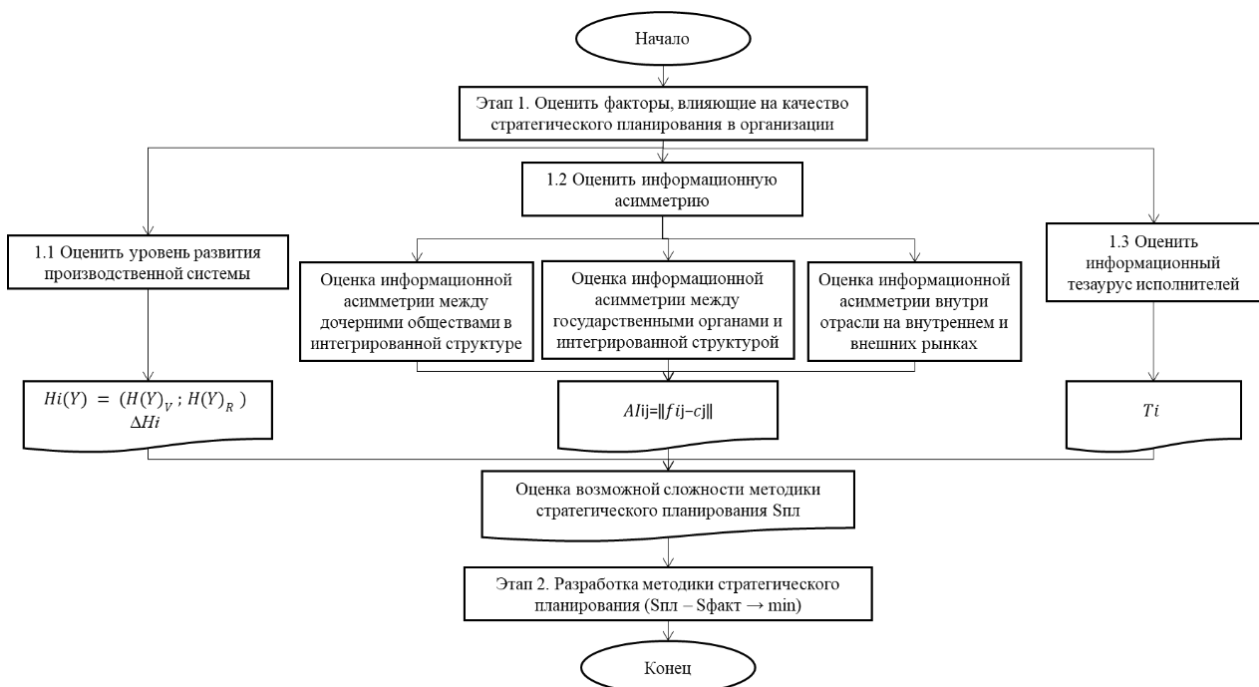


Рис. 2. Схема этапов по проектированию методики стратегического планирования в интегрированных структурах

Заключение

В работе на основании анализа источников сделан вывод о наличии влияния факторов, влияющих на качество стратегического планирования: 1) квалификация исполнителей, 2) полнота получаемой из внешней среды информации, 3) уровень организационного развития предприятия. Авторами рассмотрены показатели для оценки каждого из факторов, а также предложена схема этапов по проектированию методики стратегического планирования. Однако стоит отметить, что более подробное изучение факторов требует дальнейших исследований.

Разработанный подход позволяет объективизировать процесс проектирования методик стратегического планирования в интегрированных структурах. Интеграция теорий энтропии, информационной асимметрии и тезаурусного подхода создает методологическую основу для принятия обоснованных решений о выборе адекватных методик, что должно привести к повышению качества стратегического планирования и эффективности их реализации.

Литература

1. Верников В.А., Катульский Е.Д. Методика анализа и оценка качества стратегического планирования развития производственных структур // Научный вестник: финансы, банки, инвестиции. 2022. №4 (61). С. 76-90
2. Ромашова Е.А. Критерии оценки инструментов стратегического управления // Инновации. 2006. №11. С. 90-93
3. Lisiński M., Saruckij M. Principles of the application of strategic planning methods // Journal of Business Economics and Management. 2006, Vol VII, № 2, p. 37–43
4. Л.А. Погорелова, П.В. Овчинников Методика энтропийного управления сборочным производством // Вестник Томского государственного университета. Экономика. 2024. № 68. С. 235–253
5. Qixin Huang, Yajing Zhang Analyzing the Effectiveness of Corporate Management Decision Making Using Information Entropy and Information Gain Ratio // Applied Mathematics and Nonlinear Sciences, vol. 9(1), p.1-14
6. Minodora M. Evaluation of Information Entropy in Organizational System // Management and Economics Review, vol. 1(2), p. 82-91
7. Погорелова Л.А., Комиссарова М.А. Формирование интегрального показателя оценки сложности производственной системы в рамках энтропийного управления // Инновации в менеджменте. 2025. №43. С. 44-50
8. Левнер Е.В., Птускин А.С. О выборе направлений модернизации предприятий на основе информационно-энтропийной модели хозяйственного риска // Экономика и математические методы, т. 50(2), с. 111-126
9. Рыжкова Т. В. Махина Т.Ю. Энтропийный подход в финансовом контроллинге предприятия // Жизнеспособность экономических теорий: проверка порядком и хаосом : Сборник научных статей, 2022. С. 128-139.
10. Пустовойт К.С., Бухвалов Н.Ю., Столбов В.Ю., Гитман М.Б. Энтропийный подход к управлению производством с учетом стратегических целей предприятия // Проблемы управления. 2012. №6. С. 32-39
11. Тырсин А.Н., Геворгян Г.Г. Векторный энтропийный мониторинг и управление гауссовскими стохастическими системами // Вестник БГУ. Математика, информатика. 2018. №1. С. 19-33
12. Силова Е.С., Ковина Е.Е. Проблема преодоления информационной асимметрии в государственном управлении // Вестник Челябинского государственного университета. 2023. № 8 (478). С. 274–282
13. Шульц Д. Н. Подходы к измерению асимметрии информации // Инновационная наука. 2016. №12-1. С. 206-208
14. Чепель А.А. Специфика применения методов исследования информационной асимметрии в

рамках анализа инновационных рынков // Экономический анализ: теория и практика. 2013. №45 (348). С. 33-40

15. Колбачев Е.Б. Теория и организационно-экономические методы проектирования и управления производственными системами / Диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук. – Новочеркасск: Южно-Российский государственный технический университет (НПИ), 2003. – 401 с.

УДК 330.1

Перспективы внедрения поточных линий по переработке реголита при создании лунной инфраструктуры

Денисов А.О.¹, Славянов А.С.²

¹аспирант кафедры «Экономика и организация производства», МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва, denisovao@bmstu.ru;

²д.э.н., профессор кафедры «Экономика и организация производства», МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва, aslavianov@mail.ru.

Аннотация. В статье обоснована необходимость включения российской космической программы в реализацию лунного проекта. Предложена концепция создания автономных производств для переработки лунного грунта в строительные материалы и элементы конструкций. Обосновано необходимое условие экономической эффективности строительства инфраструктуры для обеспечения функционирования Международной научной лунной станции.

Ключевые слова: экономическая эффективность, поточные линии, спекание грунта, переработка реголита.

Prospects for the deployment of production lines for regolith processing in lunar infrastructure development

Alexander Denisov¹, Andrey Slavyanov²

¹Postgraduate of the Department of «Economics and Production Organization», Bauman University, Moscow;

²Dr. of Econ. Sci., Professor of the Department of «Economics and Production Organization» Bauman University, Moscow.

Abstract. The article discusses the challenges and prospects of ensuring the economic efficiency of lunar base construction through the use of local resources. It justifies the necessity of transitioning from experimental regolith processing technologies to the establishment of autonomous in-situ production lines on the Moon. A comparative study of three primary methods for sintering lunar soil is conducted.

Keywords: economic efficiency, production lines, soil sintering, regolith processing.

Современная экономика космических миссий сталкивается с фундаментальным вызовом — экспоненциальным ростом затрат при масштабировании инфраструктуры за пределами Земли. Согласно [1], стоимость доставки 1 кг груза на лунную поверхность оценивается в 1.0-1.3 млн. долл.

США. Даже при использовании перспективных тяжелых ракет-носителей следующего поколения, включая полностью многоразовые системы, стоимость доставки не опустится ниже 3-5 тыс. долл. США за кг.

Современные разработки в области создания лунной инфраструктуры – взлетно-посадочных площадок, дорожных покрытий, фундаментов, защитных сооружений, жилых модулей) предлагают широкий спектр технических решений, сочетающих традиционные и инновационные подходы. Наряду с готовыми модулями, доставляемыми с Земли, особый интерес представляют технологии использования местных ресурсов [2-9]. За счет схожего минералогического состава лунных и земных пород, существующие строительные технологии могут быть модифицированы для применения лунного грунта в качестве основного строительного материала.

Использование бесплатного и неограниченного ресурса предоставит возможность кардинально снизить стоимость благодаря трансформации высоких переменных затрат (регулярные запуски) в капитальные инвестиции по обеспечению автономного производства. Этот метод открывает принципиально новые возможности для устойчивого освоения спутника, позволяя существенно сократить зависимость от земных поставок. Например, развертывание производственной инфраструктуры стоимостью 2-3 млрд. долл. США позволит избежать необходимости 40-60 регулярных запусков тяжелых ракет стоимостью 150-200 млн. долл. США каждый в течение 10-летнего периода эксплуатации базы [10].

В последние годы активно развиваются технологии переработки лунного реголита на основе 3D-печати и спекания с помощью микроволнового, лазерного или солнечного излучения [11-14]. Они успешно демонстрируют свой потенциал в лабораторных условиях, однако для перехода к реальному освоению Луны необходима трансформация этих методов в крупномасштабное производство. Создание даже первичной инфраструктуры потребует выпуска большого количества типовых элементов, что достижимо только через развертывание автономных роботизированных комплексов. Поэтому ключевой задачей становится разработка не просто отдельных устройств, а полноценных производственных линий, способных обеспечить замкнутый цикл переработки реголита непосредственно на месте.

По этой причине закономерным следующим этапом является переход к созданию полностью автономных роботизированных комплексов. Главная цель таких систем – наладить безостановочный и самодостаточный процесс превращения лунного грунта в готовую продукцию, начиная с его извлечения и заканчивая проверкой качества. Только этот путь ведёт к требуемой производительности, максимальной автоматизации и созданию унифицированных строительных компонентов, без которых невозможна последующая сборка силами роботов. Если не будет развёрнуто такое поточное производство, даже самые совершенные методы работы с реголитом не выйдут за рамки экспериментальных демонстраций и не смогут удовлетворить запросы реальной лунной программы. Следовательно, разработка подобных линий представляет собой не просто очередную задачу, а обязательное условие, без которого невозможно перейти от теоретических разработок к практическому освоению Луны.

При выборе технологий для лунного строительства оптимальное решение зависит от типа возводимого объекта. Для создания обширных покрытий, таких как дороги и посадочные площадки, наиболее эффективны технологии, позволяющие спекать грунт непосредственно на месте, – микроволновая обработка, спекание концентрированным солнечным или лазерным излучением. В то же время производство более сложных конструктивных элементов требует применения аддитивных технологий.

Независимо от выбранного способа переработки реголита, ключевой общеинженерной проблемой остается обеспечение стабильного качества и однородности материала в готовых изделиях.

В настоящей работе проводится сравнение технологий микроволнового, лазерного и солнечного спекания по критериям энергозатрат, производительности и технологической готовности.

В таблице 1 представлено сравнение основных методов спекания, позволяющее наглядно оценить их потенциал и ограничения для практического применения в условиях лунной миссии.

Таблица 1. Сравнение методов спекания лунного реголита

Параметр	Микроволновое спекание	Солнечное спекание	Лазерное спекание
Принцип действия	Объемный нагрев за счет диэлектрических потерь	Фокусировка солнечного света на материал	Локальное плавление лучом лазера
Температура процесса	1000-1200°C	1200-1400°C	1200-1500°C
Энерго-эффективность	Высокая	Очень высокая	Средняя
Производительность	Высокая (крупные блоки)	Очень высокая (прямое покрытие)	Средняя (зависит от мощности)
Готовность технологии	Лабораторные прототипы	Экспериментальная отработка	Демонстраторы технологий
Основные преимущества	- Равномерный прогрев - Энергоэффективность - Крупные элементы	- Использование местного ресурса (Солнце) - Простота концепции - Высокая скорость	- Высокая точность - Лучшие механические свойства - Контроль геометрии
Основные недостатки	- Требуется предварительная сушка - Термические напряжения	- Зависимость от времени суток - Низкий контроль качества - Хрупкость продукции	- Высокое энергопотребление - Сложность оборудования - Трещины при быстром охлаждении
Прочность на сжатие	20-100 МПа	2-50 МПа	50-200 МПа
Размеры образцов, см	До 25×25×10	Теоретически неограничен	До 50×50

Сравнение проводится по ключевым параметрам, критически важным для автономного развертывания: от принципа действия и энергозатрат до прочности получаемых образцов и их пригодности для масштабирования.

Каждая технология спекания демонстрирует компромисс между эффективностью, качеством и сложностью. Микроволновый метод энергоэффективен и подходит для крупных деталей, солнечный – самый дешёвый, но даёт нестабильное качество, а лазерный обеспечивает высочайшую прочность и точность, но отличается дороговизной и высоким энергопотреблением, оставаясь при этом наиболее готовой к практическому применению технологией.

На первом этапе проектирования поточных линий необходим выбор таких технологических режимов, которые обеспечивают высокую однородность структуры и трещиностойкость образцов спеченного реголита. Эти режимы отрабатываются на земле на экспериментальных установках, а затем с помощью теории подобия адаптируются к лунным условиям.

В [10] предложен усовершенствованный многоступенчатый процесс микроволнового спекания. Сначала необходима предварительная вакуумная термообработка сырья при 250 °С для дегазации абсорбированной воды, что предотвращает образование внутренних дефектов от давления паров. Для устранения термических напряжений необходим медленный нагрев (3–5 °С/мин) с промежуточными выдержками, обеспечивающий равномерное тепловое распределение в объеме крупного блока размером 100x100x50 мм. Рентгеновская томография и механические испытания кернов, отобранных из различных зон блоков, подтвердили их высокую структурную однородность. Средняя прочность на сжатие составила 13,7 МПа, что сопоставимо с традиционными керамическими материалами.

Оптимизированный процесс позволяет производить крупные, однородные и прочные строительные элементы, пригодные для возведения лунной инфраструктуры. Технология демонстрирует практическую реализуемость подхода и может быть интегрирована в автоматизированную поточную линию замкнутого цикла (рис. 1).

Лазерное или солнечное спекание основано на глубоком плавлении реголита сфокусированным энергетическим пучком диаметром до 100 мм, что обеспечивает высокую производительность. Для эффективного плавления требуется плотность потока излучения на поверхности реголита порядка 100-150 Вт/см². Такие характеристики может обеспечить развертываемый концентратор солнечного света площадью около 2,5 м², что является вполне реалистичной задачей.

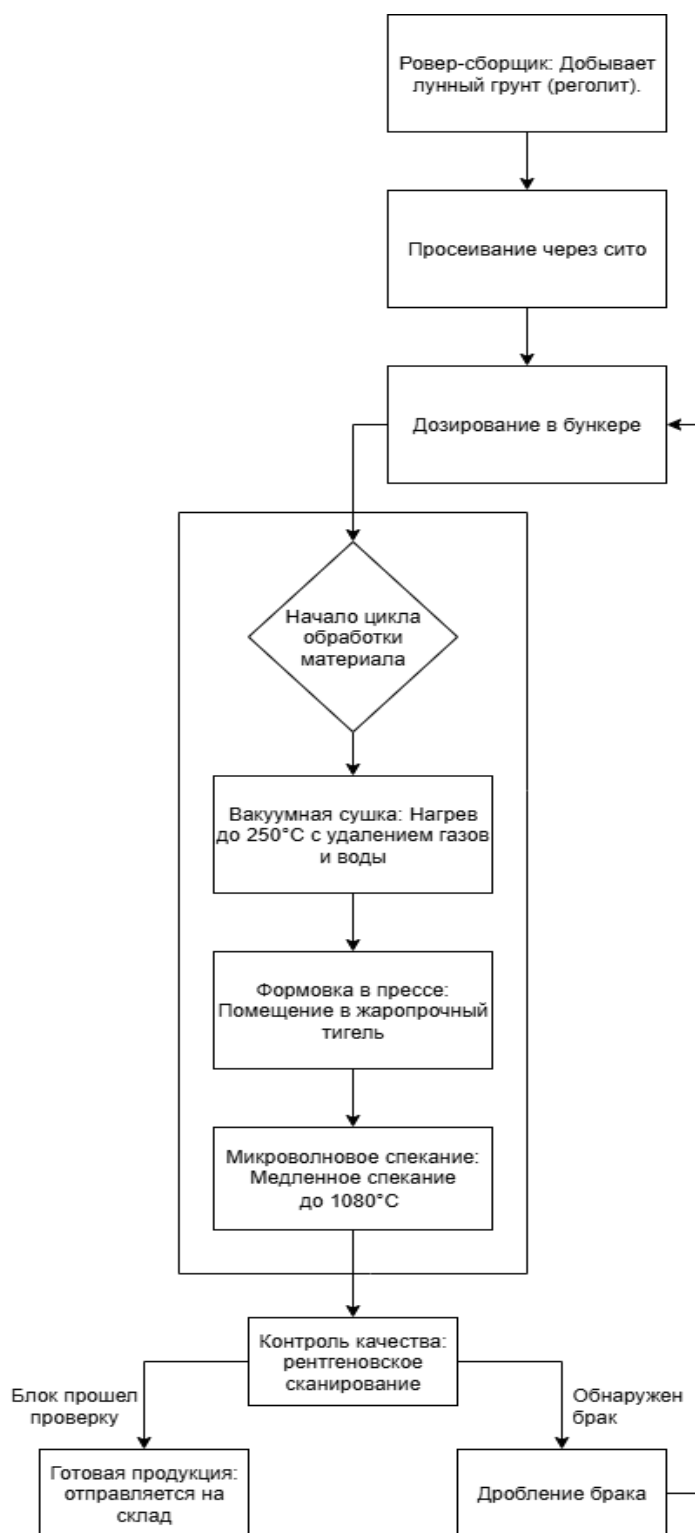


Рис. 1. Поточная линия микроволнового спекания лунного грунта

В процессе одностороннего нагрева расплавленный реголит затвердевает неоднородно. Верхний слой, который остывал быстрее, превращался в стекло (аморфная фаза), а нижние слои, остывавшие медленнее, успевали частично кристаллизоваться. При этом глубина проплавления не превышает 20-25 мм, выходя на насыщение при времени экспозиции свыше 20 минут [11]. Этот стеклокерамический композит имеет высокие прочностные характеристики, сопоставимые с высококачественным бетоном. Испытания на сжатие образцов, изготовленных из имитатора лунного грунта, показали среднюю прочность около 94 Мпа.

Однако из-за больших температурных градиентов и неоднородной структуры материале образуются микротрещины и поры, а при повторном послойном наращивании образца (своего рода 3D-печать) нижележащий слой растрескивался из-за термического шока. Это указывает на то, что технология пока лучше подходит для создания однослойных покрытий.

Для уменьшения термических напряжений отдельные плитки могут представлять собой фигурные элементы, способные к топологическому сцеплению (Рис. 2).

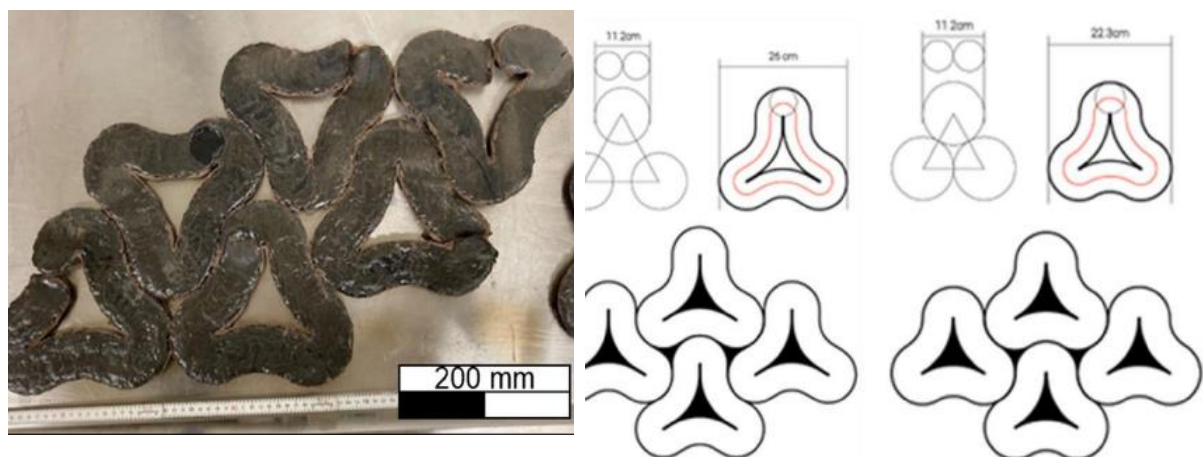


Рис. 2. Фигурные элементы, изготовленные методом лазерного спекания

Такая конструкция позволяет покрывать большие площади без сплошного монолита, компенсируя возможные деформации. Для изготовления плитки размером около 25х25 см диаметр луча должен составлять 45 мм.

Поточная линия лазерного спекания может представлять собой мобильный комплекс, который последовательно выполняет операции по подготовке грунта и формированию твердого покрытия (Рис. 3).

Процесс создания лунного покрытия начинается с расчистки и выравнивания поверхности ровером-бульдозером. Затем комбайн собирает и просеивает реголит, формируя однородный сыпучий материал. Роботизированный укладчик распределяет реголит слоем 20-25 мм, после чего солнечный концентратор плавит его по контуру шестигранных плиток, создавая прочное стеклокерамическое покрытие. Завершающий этап включает автоматический контроль качества с повторной обработкой дефектных участков.



Рис. 3. Поточная линия лазерного спекания лунного грунта

Самым энергоэффективным методом является солнечное спекание с помощью концентраторов солнечной энергии. Он использует бесплатную энергию Солнца, прост и надежен. Сначала идет нагрев объема блока до температуры спекания в течение 50-70 мин, далее – выдержка 15-30 минут и постепенное остывание примерно в течение 30 мин. Недостатки этого метода заключаются в зависимости от светового дня и низкая мощность. Рациональной сферой применения будет создание больших, но не требующих высокой точности элементов, например, для лунной платформы или дорожного покрытия (Рис. 4).

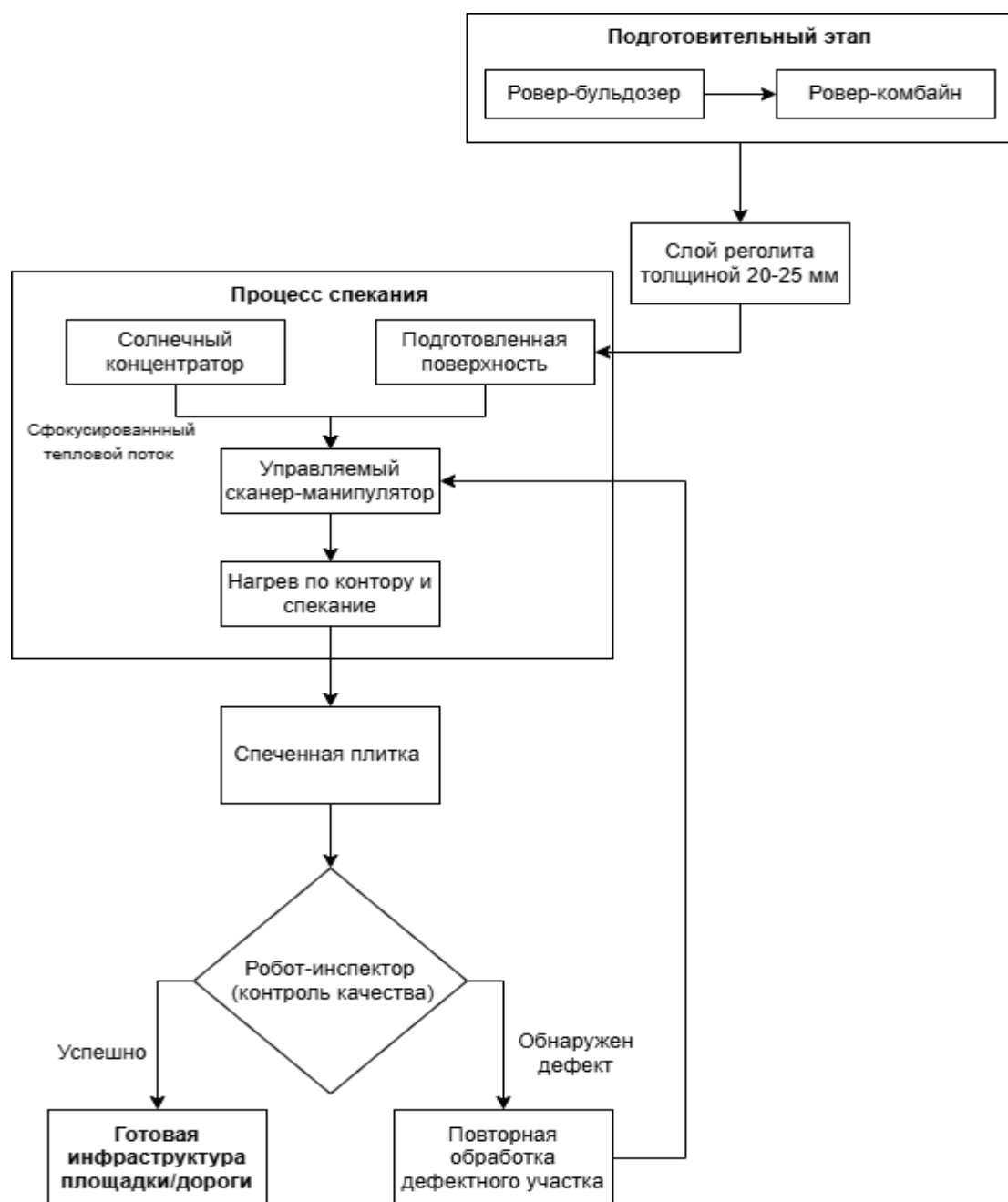


Рис. 4. Поточная линия солнечного спекания лунного грунта

Для наглядного сравнения технологий был взят за основу единый стандартный строительный блок размером 25х25х10 см массой около 11 кг. Из таблицы 2 видно, что наибольшее количество блоков в сутки можно произвести при использовании технологии микроволнового спекания. Однако требуется очень большая мощность и рациональнее будет начать с солнечного спекания благодаря энергоэффективности для строительства самой необходимой

инфраструктуры. Далее уже подключить микроволновое спекание для основного строительства и лазерное спекание для поддержания гибкости и долговечности лунной базы.

Таблица 2. Сравнение технологий на примере производства блоков

Технология	Производительность, шт./час	Производительность, шт./земные сутки	Объем (земные сутки), м ³	Суточное потребление энергии, МВт·ч	Прочность, МПа	Точность, мм
Микроволновое спекание	40–50	~960–1200	~6–7.5	~3–6	Высокая (15–30)	Высокая (±1–2)
Солнечное спекание	5–15	~120–360 (только в светлое время)	~0.75– 2.25	0	Средняя (5–15)	Низкая (±5–10)
Лазерное спекание	0.3–0.5	~7 – 12	~0.04– 0.075	~0.14–0.36	Очень высокая (20–50)	Очень высокая (±0.1–0.5)

Все три линии представляют собой замкнутые, ресурсоэффективные циклы, минимизирующие зависимость от поставок с Земли. Вместе они формируют комплексный подход к лунному строительству. Проведенное сравнение технологий спекания выявило отсутствие универсального решения, где каждый метод демонстрирует специфический компромиссный набор эксплуатационных характеристик. В этой связи, стратегически оправданным представляется не выбор единственной технологии, а их синергетическая интеграция в рамках единого производственного цикла. Только такой комбинированный подход, максимально использующий местные ресурсы, превращает освоение Луны из финансово обременительной программы в управляемый и экономически оправданный мегапроект, обеспечивающий России долгосрочные преимущества в космосе.

Литература

1. NASA Artemis Plan: Fiscal Year 2024 Budget Estimate. – Washington: NASA, 2023. – 45 p.
2. Иванов А.В., Петров С.К. *Лунные строительные технологии: реголит как ресурс*. М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2022. 215 с.
3. Бенароя Х. Превращая пыль в золото: строительство будущего на Луне и Марсе Turning Dust to Gold: Building a Future on the Moon and Mars / Х. Бенароя; пер. с англ. А. В. Иванова. М: Техносфера, 2012. 415 с.
4. Галкин В.И., Крутов А.В. И. Космическое строительство: от теории к практике. М: Физматлит, 2020. 328 с.
5. Семёнов Ю.П. Освоение Луны: технологии и перспективы. СПб: Политехника, 2021. 276 с.
6. Легостаев В.П. Луна – шаг к технологиям освоения Солнечной системы. М.: РКК «Энергия», 2011. 584 с.
7. Денисов А.О., Славянов А.С. Обоснование участия России в лунном проекте // Инновации в менеджменте. 2025. № 2 (44). С. 15-22. DOI: 10.12345/innov.2025.2.15.
8. Славянов А.С. Формирование системы инвестиционной поддержки инновационных проектов в космической деятельности. Нижний Новгород: Профессиональная наука, 2022. 233 с.

9. Денисов А.О. Выбор стратегии реализации российской лунной программы в современных условиях // Сборник тезисов Всероссийской школы-конференции молодых астрономов КАСП-2025. С. 49.
10. European Space Agency. Business Case for Lunar ISRU: Economic Model. Paris: ESA, 2023. 54 p.
11. Козлов Д.И., Сидоров А.А. Перспективы солнечного спекания реголита для лунной инфраструктуры // *Вестник НПО им. С.А. Лавочкина*. 2023. № 4(45). С. 23–31. DOI: 10.7868/S0234567891234567.
12. Гусев А.В., Менг Ж., Пинг З. Строительно-прорывное освоение Луны / Материалы 59-х Научных чтений, посвященных разработке научного наследия и развития идей К.Э. Циолковского. Калуга. 2024. С.164-168.
13. Иванов, А.В. *Перспективы снижения стоимости лунного строительства за счет ISRU-технологий* // *Космические исследования*. 2023. Т. 61, № 4. С. 112-125. DOI: 10.1134/S0010952523700123.
14. Галкин В.И., Крутов А.В. *Космическое строительство: от теории к практике*. М: Физматлит, 2020. 328 с.

УДК 330.341; JEL Classification: M15

Системное проектирование промышленной вентиляции с учетом акустического резонанса воздуховодов и вентиляторов

Динуров И.Р.¹, Матвеев С.Г.²

¹студент магистратуры кафедры «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана, dinurovi@mail.ru.

²доцент, к.т.н., доцент кафедры «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана, matveevsg@bmstu.ru.

Аннотация. В статье рассматривается один из инструментов системного проектирования промышленных вентиляционных систем с учетом акустического резонанса. На основе лабораторного эксперимента демонстрируется прямая связь между геометрией воздуховодов, частотой вращения вентилятора и возможными экономическими потерями предприятия на доработках и ремонтах. Рассматриваются экономические вопросы выбора проектных вариантов с учетом затрат жизненного цикла проектируемой системы.

Ключевые слова: производственная система, вентиляция, предприятие, акустика, резонансные эффекты, контроллинг, системное проектирование.

System design of industrial ventilation with consideration of acoustic resonance of air ducts and fans

Dinurov I.R.¹, Matveev S.G.²

¹Student of the Magistracy of the Department of Economics and Organization of Production, Bauman University, Moscow.

²Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Economics and Organization of Production, Bauman University, Moscow.

Abstract. The article discusses one of the tools for the system design of industrial ventilation systems, considering acoustic resonance. Based on the laboratory experiment, a direct relationship is demonstrated between the geometry of the ducts, the fan speed and the possible economic losses of the enterprise during modifications and repairs. The economic issues of choosing design options with consideration of the costs of the life cycle of the designed system are considered.

Keywords: production system, ventilation, enterprise, acoustics, resonance effects, controlling, system engineering.

Введение

Обеспечение заданных параметров воздухообмена на промышленных предприятиях является одной из важнейших задач при проектировании и эксплуатации современных производственных систем. Чтобы обеспечить комфортные условия работы персонала и заданный температурно-влажностный режим воздухообмена при выполнении технологических операций, в производственных помещениях устанавливают промышленную вентиляцию, целью которой является не только обеспечение воздухообмена, но и устранение загрязненного воздуха на опасных участках. При проектировании промышленной вентиляции необходимо рассматривать производственное помещение как сложную систему и использовать инструменты и концепции системного проектирования и контроллинга проектных решений [1, 2].

Как правило, исходя из параметров промышленного помещения, устанавливается вытяжная установка и рассчитывается приток воздуха в пространство. Основное внимание традиционно уделяется аэродинамическому расчету и цене оборудования. В то же время акустические характеристики часто отходят на второй план, что в ряде случаев может привести к значительным экономическим потерям. Акустический резонанс — это не просто физическое явление; это конкретная и предотвратимая экономическая угроза.

Возникающие при резонансе сверхнормативные вибрации и шум запускают цепь событий, напрямую влияющих на экономические показатели эксплуатации промышленного помещения:

- возрастают прямые затраты на переделку системы вентиляции ввиду необходимости замены участков воздуховодов. Установка дополнительных глушителей и демпферов после монтажа системы обходится в 3–5 раз дороже, чем их учет в ходе проектных работ;

- возрастают затраты на внеплановый ремонт ввиду ускоренного износа оборудования и разрушения воздуховодов;

- возникают штрафы и судебные издержки из-за нарушения санитарных норм по уровню шума на рабочих местах;

- возрастают потери от простоя производства, связанных с остановкой производственного процесса на время ремонта вентиляции, что приводит к возникновению упущенной выручки.

Таким образом, актуальной является задача проектирования системы промышленной вентиляции с использованием методов системного проектирования и учета не только параметров аэродинамического расчета, но и системному учету акустических характеристик разрабатываемой системы вентиляции.

Экспериментальная установка для нахождения резонанса в открытой трубе

Экспериментальное исследование выполнялось на специальной установке, схема которой представлена на Рис. 1.

Установка состоит из таких компонентов, как: 1 – компрессор, 2 – воздушная система охлаждения, 3 – глушитель (при работе в закрытых помещениях), 4 – электродинамический вибростенд, 5 – датчик давления, 6 –

стяжка, 7 – стеклянная труба с открытым концом сверху, 8 – рабочий стол, 9 – ноутбуки с установленными программами, 10 – контроллер, 11 – система питания (усилитель). Внешний вид установки представлен на Рис. 2.

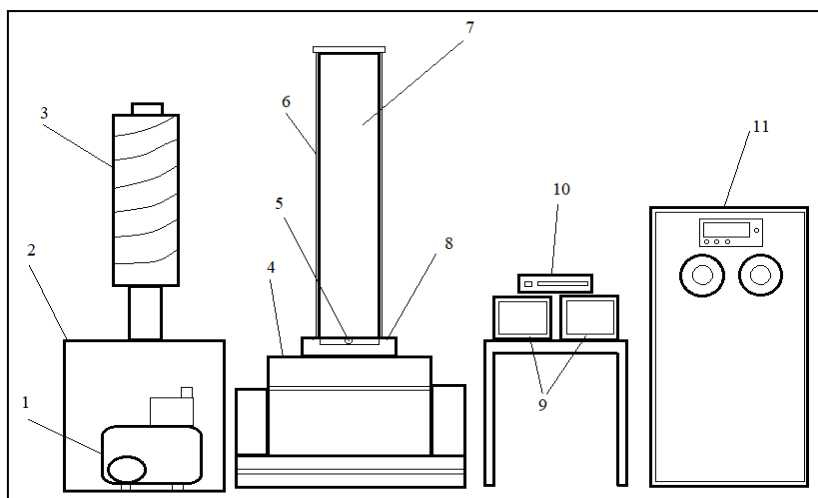


Рис. 1. Схема экспериментальной установки



Рис. 2. Экспериментальная установка

Установка состоит из основных частей: электромагнитный вибростенд, система питания, система охлаждения и приборы для фиксирования показателей (ноутбук). Каждый элемент установки, в свою очередь, необходим для корректного функционирования и проведения эксперимента.

Исследования резонансных колебаний в открытой трубе проводилось на экспериментальной установке, используя вибростенд ЭДИВИС (УВЭП)-6000 (СКБ «Точрадиомаш», Россия). Данный вибростенд предназначен для имитации воздействия механических факторов окружающей среды. Он создан для возможности проверки стойкости промышленных агрегатов к ударам, вибрации. В данном исследовании агрегатом является открытая с одной стороны вентиляционная труба. Основные характеристики вибростенда приведены в Табл. 1.

Таблица 1. Основные технические характеристики УВЭП-6000

№ п/п	Параметры установки	Значения параметров
1	Номинальная вынуждающая сила (синус)	6000 Н
2	Максимальное ускорение (синус)	880 м/с ²
3	Номинальный диапазон частот	2 – 4000 Гц
4	Максимальная скорость	1.8 м/с
5	Максимальное перемещение, Pk-Pk	51 мм
6	Максимальная масса испытательной нагрузки	200 кг
7	Мощность усилителя	10 кВА

Решение задачи управления и контроля работы вибростенда выполняет контроллер, также используется специальное программное обеспечение, установленное на ноутбук. Сигнал между данными устройствами передается с помощью сетевого кабеля Ethernet. Поскольку система рассчитана на работу с обратной связью, то данные по перемещению вибростола снимаются посредством закрепленного на него пьезоэлектрического акселерометра.

Основные результаты экспериментальной работы

Результат измерений характеризует амплитудно-частотную характеристику. Проведены эксперименты по интервалу частот и нахождению резонансной частоты, которая оказалась равной 92 Гц. Выбор параметров установки направлен на исследование давления колебания в трубе длиной 0,895 м при рассмотрении интервала частот от 80 Гц до 100 Гц при различных значениях амплитуды I (0,02 мм, 0,04 мм, 0,06 мм) вблизи резонансной частоты, равной 92 Гц.

По показаниям осциллографа был построен график зависимости колебаний давления газа от частоты при разных амплитудах. Данный график представлен на рисунке (Рис.3).

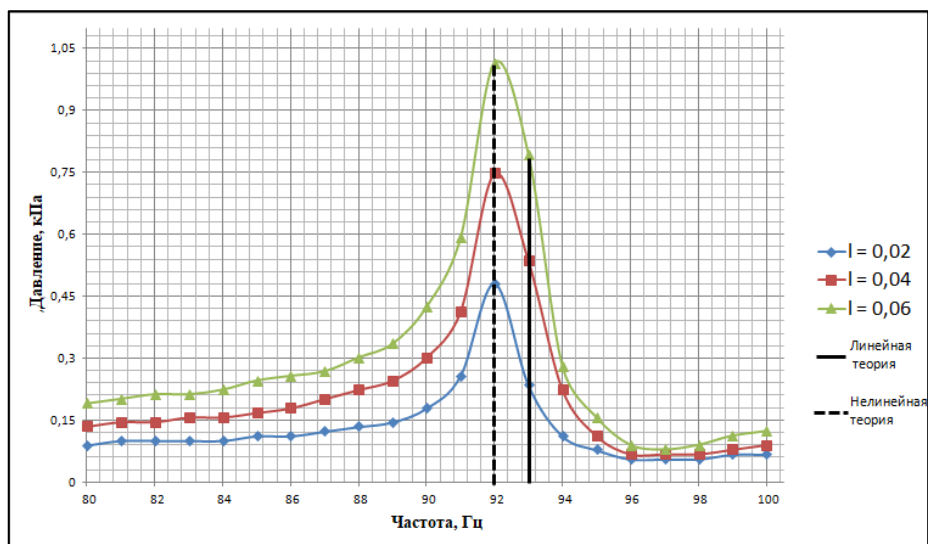


Рис. 3. График зависимости колебаний давления газа от частоты при разных амплитудах колебаний

Теоретическое значение резонансной частоты при идеальном газе без учета потерь за счет нелинейности и потерь на стенках [3, 4] найдено из расчета по формуле:

$$\nu = \frac{c_0}{4L} \quad (1)$$

Исходные данные для расчета: скорость звука равняется 333 м/с, длина трубы 0,895 м. Тогда теоретическое значение резонансной частоты, рассчитанное по формуле (1), равняется 93,016 Гц.

Для нахождения резонансной частоты с учетом нелинейности и потерь на стенках [5, 6] необходимо воспользоваться формулой нелинейной теории:

$$\nu = \frac{c_0}{4L(1+\beta')} \quad (2)$$

Здесь коэффициент поглощения β' равняется 0,011, скорость звука равняется 333 м/с, длина трубы 0,896 м. В итоге мы приходим к выводу, что значение резонансной частоты, вычисленное по формуле нелинейной теории с учетом потерь, равняется 92,0044 Гц и совпадает с наблюдаемым в экспериментах значением с условием учета погрешности датчика давления.

Стандартные параметры промышленных вентиляционных систем в производственных помещениях

Рассмотрим стандартные параметры промышленной вентиляционной системы на швейном предприятии.

ГОСТ 12.1.005-88 [7] регламентирует параметры микроклимата для предприятий швейной промышленности. Оптимальная температура в швейных цехах должна поддерживаться на уровне 22-25 градусов Цельсия, а влажность – 40-60 процентов. В рабочих зонах рекомендуется температура 20-23 градуса и влажность не более 60 процентов, а во время процесса шитья допускается повышение температуры до 24 градусов. Рассматриваемый участок вентиляций

– круглый прямошовный воздуховод из стали (ГОСТ 14918-80 [8]) и его параметры (Табл 2).

Таблица 2. Характеристика круглого воздуховода

Параметр	Варианты исполнения	Стандарт
Длина воздуховода	От 100 мм до 1250 мм	1250 мм
Тип соединения	Ниппельное фланцевое	Ниппельное
Толщина металла	От 0,5 мм до 1 мм	Согласно СНиП или проекту
Минимальный диаметр	100 мм	
Максимальный диаметр	1600 мм	
ГОСТ на сталь	14918-80	
Оборудование для производства	Вальцовочный станок, фальцепрокатный станок, фальцеосадочный станок	

Расчет параметров воздуховода при заданной резонансной частоте

Рассмотрим наш эксперимент с открытой трубой длиной 0,89 м и резонансной частотой 96 Гц. Это может быть рассмотрено как модель прямого участка будущего воздуховода промышленного помещения.

Возникает экономическая дилемма проектировщика. Он может выбрать вентилятор, у которого частота прохождения лопастей (основной источник шума) составляет 96 Гц. Это, гипотетически, более дешевая модель. Результат — мгновенное возникновение резонанса, треск, гул, вибрация.

Зная резонансную частоту участка (96 Гц), проектировщик может выбирать вентилятор, у которого частота прохождения лопастей отличается на 10-15%. Это может быть немного более дорогая модель, но она исключает возникновение проблемы вибрации и акустического шума в помещении. Переплата за "правильный" вентилятор составляет примерно 10%, в то время как расходы на последующие установки глушителя для подавления резонанса на 96 Гц может достичь 50% расходов на создание всей вентиляционной системы. Следовательно, единовременная небольшая переплата за выбор правильного оборудования предотвращает многократно большие затраты на борьбу с последствиями. Проиллюстрируем полученные выводы на конкретных примерах.

Первый пример. Имеется прямой участок воздуховода (круглая труба) длиной $L = 0,89$ м. Резонансная частота такого участка трубы $f_{рез}$, рассчитанная по формуле (1) и подтвержденная экспериментом, составляет $f_{рез} = 92-96$ Гц. Необходимо выбрать вентилятор. Основной тон шума от вентилятора определяется по формуле:

$$f_{вент} = \frac{n \times N}{60}, \quad (3)$$

где, n - число лопастей, N - частота вращения (об./мин).

Если проектировщик дешевый вентилятор без учета акустики в вентиляционной системе с характеристиками: $n = 12$ лопастей, $N = 480$ об./мин, то в результате расчета по формуле (3) получаем основной тон шума для вентилятора на частоте:

$$f_{вент} = (12 \times 480) / 60 = 96 \text{ Гц.}$$

Результат: частота работы вентилятора (96 Гц) совпадает с резонансной частотой воздуховода (96 Гц). Возникает резонанс, что приводит к гулу,

вибрациям и разрушительным последствиям в вентиляционной системе.

Проведем расчет затрат на устранение последствий такого несистемного решения. Цена участка воздуховода [9] складывается из цены изготовления и монтажа участка длиной 0,89 м и составляет 5 000 рублей. Цена стандартного трубного глушителя для подавления резонанса на 96 Гц составляет 50% от цены участка воздуховода, то есть $0.5 \times 5\,000 = 2\,500$ рублей. Цена работ по монтажу глушителя (демонтаж части системы, установка, крепление) составляет 1 500 рублей. Потери от простоя производства за 4 часа выполнения работ по демонтажу воздуховода и монтажу дополнительного глушителя при выручке цеха 10 000 руб./ч составляют $4 \times 10\,000 = 40\,000$ рублей. Итого прямые затраты на устранение проблемы: 2 500 (глушитель) + 1 500 (монтаж глушителя) + 40 000 (потери от простоя) = 44 000 рублей.

Проведем расчет дополнительных затрат при использовании системного подхода при проектировании вентиляционной системы с учётом акустического эффекта. На этапе проектирования выявлена "запретная зона" – 96 Гц. С учетом этого проектировщик выбирает вентилятор с другими параметрами $f_{\text{вент}}$, отличными от $f_{\text{рез}}$: $n = 10$ лопастей, $N = 522$ об./мин. Этот вентилятор на 10% дороже. Расчет частоты $f_{\text{вент}}$ по формуле (3):

$$f_{\text{вент}} = (10 \times 522) / 60 = 87 \text{ Гц.}$$

Эта частота отличается от резонансной более чем на 10%, что не приведет к вибрации, шуму и разрушению проектируемой вентиляционной системы.

Экономические последствия (расчет переплаты): базовая цена "дешевого" вентилятора: 50 000 руб. Цена "правильного" вентилятора (на 10% дороже): $50\,000 \times 1.10 = 55\,000$ руб. Переплата на этапе закупки: $55\,000 - 50\,000 = 5\,000$ рублей.

Для удобного сравнения сценариев была составлена Табл. 3.

Таблица 3. Получившиеся значения для каждого сценария

Показатель	Результаты несистемного проектирования без учета акустических характеристик	Результаты системного проектирования с учетом акустических характеристик	Экономический эффект
Затраты на этапе закупки/монтажа	50 000 руб (вент.) + 5 000 руб, (вент. труба) = 60 000 руб.	55 000 руб (вент.) + 5 000 руб, (вент. труба) = 60 000 руб.	Переплата 5 000 руб.
Затраты на эксплуатацию (ремонт+простой)	44 000 руб	0 руб	Экономия 44 000 руб.
Итого:	55 000 + 44 000 = 99 000 руб.	60 000 руб.	Суммарная экономия 39000 руб.

Второй пример. По формуле (1) длина воздуховода L обратно пропорционально определяет его резонансные частоты: $L=v/(4f_{\text{рез}})$. При обычных параметрах частота работы производственных вентиляторов $f_{\text{вент}}$ находится в диапазоне от 40 Гц до 60 Гц.

Вариант А: спроектировать систему вентиляции с «неудобной» длиной участков, попадающей в резонанс с дешевыми, типовыми вентиляторами. Сэкономить на проекте, но заложить в бюджет будущие доработки из-за отсутствия учета акустических резонансных эффектов.

Вариант Б: на этапе проектирования скорректировать длину критических участков всего на 10–20 см короче. Как показал эксперимент, это незначительное изменение кардинально сместит резонансную частоту $f_{\text{рез}}$. Что позволит применить более дешевый типовой вентилятор без риска резонанса.

Проведем расчеты: участок воздуховода длиной 1,7 метра резонирует на частоте $f_{\text{рез}}=50$ Гц. Укоротив его до 1,5 м, можно сместить резонансную частоту до 53 Гц. Это позволяет использовать стандартный вентилятор с частотой возбуждения $f_{\text{вент}}=50$ Гц без каких-либо проблем. Это не потребует изменения затрат на проектный вариант системы вентиляции. Потенциальная экономия в этом случае составит величину в размере цены глушителя и работ по его монтажу.

Пусть спроектирован прямой участок воздуховода длиной $L_1 = 1,7$ метра. Необходимо подобрать к нему вентилятор. Стандартные дешевые вентиляторы имеют частоту возбуждения $f_{\text{вент}} = 50$ Гц. Тогда для принятия проектных решений необходимо выполнить в несколько шагов.

Шаг 1. Оценка резонанса для исходного проекта. Расчет резонансной частоты участка L_1 . Используем формулу (1): $f_{\text{рез1}}=v=c_0/(4L)$. Скорость звука $c_0 = 340$ м/с (при $T=24^\circ\text{C}$), $L_1 = 1,7$ м. Тогда:

$$f_{\text{рез1}}=v=340/(4 \times 1,7) = 340/13,6 \approx 50 \text{ Гц.}$$

Отсюда возникает проблема: резонансная частота участка $f_{\text{рез1}}=50$ Гц в точности совпадает с частотой возбуждения стандартного дешевого вентилятора $f_{\text{вент}} = 50$ Гц. Это влечет возникновение резонансного эффекта.

Шаг 2. Принятие решения укоротить участок воздуховода на $\Delta L = 0,2$ м (20 см), чтобы сместить резонансную частоту. Новая длина: $L_2 = 1,7 - 0,2 = 1,5$ м. Расчет новой резонансной частоты по формуле (1):

$$f_{\text{рез2}}=v=340/(4 \times 1,5) = 340/6,4 = 56,6 \text{ Гц.}$$

Новая резонансная частота воздуховода $f_{\text{рез2}}=56,6$ Гц теперь отличается от частоты возбуждения вентилятора $f_{\text{вент}} = 50$ Гц на $(56,6 - 50)/50 \times 100\% = 6,6\%$. Это позволяет исключить резонанс в проектируемой вентиляционной системе.

Шаг 3. Проведение расчета затрат на изменение проекта. Это делается на этапе корректировки чертежей в САД-системе. Затраты на материалы: цена 0,2 м воздуховода достаточно мала в рамках всего проекта (200 руб.). Экономия (расчет от противного): какое количество средств пришлось бы потратить, если бы оставили длину 1,7 м и возник резонанс? Цена глушителя на участок такой длины составляет 15 000 руб. Работы по его монтажу составляет 5 000 руб. Итого системный подход к проектированию вентиляционной системы позволяет снизить проектные затраты на $15\,000 + 5\,000 = 20\,000$ рублей.

Алгоритм выполнения работ по проектированию систем промышленной вентиляции с использованием системного подхода с учетом резонансных частот

Этап 1. Рассчитать "акустический паспорт" системы: для всех ключевых участков (прямые, колена, камеры) определить резонансные частоты по формулам (1) и (2). Пример: для прямого участка $L=2\text{м}$: $f_{\text{рез}} = v = 340 / (2 \times 2) = 85 \text{ Гц}$. Для камеры шириной $0,5\text{м}$: $f_{\text{рез1}} = v = 340 / (2 * 0,5) = 340 \text{ Гц}$. Составить список "запретных частот" (например, $85 \text{ Гц} \pm 5\%$, $340 \text{ Гц} \pm 5\%$).

Этап 2. Проанализировать предлагаемые на вентиляторы: для каждой модели рассчитать частоту тонального шума $f_{\text{вент}} = (n \times N) / 60$. Исключить модели, у которых $f_{\text{вент}}$ попадает в "запретные зоны".

Этап 3. Сравнить совокупные затраты на период жизненного цикла системы вентиляции с учетом затрат на ее эксплуатацию и модернизацию.

Вариант А – дешевый вентилятор с риском резонанса: цена вентилятора: 50 000 руб.; цена глушителей 20 000 руб.; цена монтажа глушителей 10 000 руб.; потери от простоя производственной системы 40 000 руб. Тогда суммарные затраты на период жизненного цикла системы вентиляции составляют 120 000 руб.

Вариант Б – более дорогой, но акустически безопасный вентилятор: цена вентилятора: 70 000 руб.; риск резонанса исключен. Тогда суммарные затраты на период жизненного цикла системы вентиляции составляют 70 000 руб.

Несмотря на более высокую начальную цену, вариант Б экономичнее на 50 000 рублей. Акустический расчет и использование методов системного проектирования позволяет принять это решение до начала монтажа, а не бороться с последствиями после.

Выводы

Учет резонанса — это не узкоинженерная задача, а инструмент системного проектирования и управления ценой жизненного цикла вентиляционной системы. Простой лабораторный эксперимент с трубой демонстрирует фундаментальный принцип: геометрия системы определяет ее "акустический паспорт", который необходимо учитывать при принятии проектных решений.

Создание проектных решений по созданию промышленных вентиляционных систем с учетом резонансных эффектов закладывает основу не только для тихой и безопасной работы, но и для стабильного, прогнозируемого бюджета на ее эксплуатацию.

Литература

1. Фалько С. Г. Контроллинг в процессе внедрения и оптимизации производственных систем. Контроллинг, 2017. - №1. С. 2-5.
2. Фалько С. Г. О важности системного проектирования. Инновационный менеджмент, 2018. №2. С. 2.
3. Галиуллин, Р.Г. Нелинейные колебания газа в трубах // Р.Г. Галиуллин, Л.А. Ткаченко. Учебное пособие по курсу «Нелинейные колебания газа в трубах». Казань: КГУ. 2007. 26 с.
4. Igamov, M. A. Nonlinear Oscillations of a Gas in a Tube // M.A. Igamov, R. G. Zaripov, R. G. Galiullin, V. B. Repin. Applied Mechanics Reviews. 1996. V. 49. No. 3. P. 137-154.

5. Ткаченко, Л.А. Резонансные колебания газа в открытой трубе в безударно-волновом режиме // Л.А. Ткаченко, М.В. Сергиенко Акустический журнал. 2016. Т. 62. № 1. С. 44-50.
6. Ткаченко, Л.А. Генерация высших гармоник при резонансных колебаниях в трубе с открытым концом // Л.А. Ткаченко, С.А. Фадеев. Акустический журнал. 2017. Т.63. №1. С. 9-16.
7. ГОСТ 12.1.005-88. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. М, 1989. 40 с.
8. ГОСТ 14918-80. Сталь тонколистовая оцинкованная с непрерывных линий. Технические условия. М, 1981. 40 с.
9. Прайс-лист на монтаж вентиляции // ПромЭлВент: инжиниринговая компания. 2024. URL: <https://promelvent.ru/uslugi/prajs-list-na-montazh/> (дата обращения: 23.11.2025)

УДК: 338.33; JEL Classification: C 52

Технико-экономическое обоснование выбора принципиально нового варианта охлаждения топлив при наземной эксплуатации летательных аппаратов

Долгина В.В.¹, Матвеева О.П.², Матвеев С.Г.³

¹студентка 6-го курса кафедры «Стартовые ракетные комплексы» МГТУ им. Н.Э. Баумана, zharikovavv@student.bmstu.ru.

²доцент, д.т.н., профессор кафедры «Стартовые ракетные комплексы» МГТУ им. Н.Э. Баумана, matveevaop@bmstu.ru.

³доцент, к.т.н., доцент кафедры «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана, matveevsg@bmstu.ru.

Аннотация. Изложено обоснование целесообразности внедрения принципиально новой производственной установки для охлаждения ракетных топлив. Приведены сравнительные технико-экономические расчеты капитальных затрат, производительности нового варианта, эксплуатационных расходов. Результаты сравнительных расчётов позволяют сделать вывод о целесообразности создания принципиально новой установки для охлаждения топлив при заправке летательных аппаратов.

Ключевые слова: производственная система, температурная подготовка топлива, холодильная установка, аммиак, расчет затрат, системное проектирование.

Feasibility study of the choice of a fundamentally new fuel cooling option for ground operation of flying ship

Valeria Dolgina¹, Olga Matveeva², Sergey Matveev³

¹student of the Department of Launch Rocket Systems, Bauman Moscow State Technical University, Moscow.

²Professor, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Launch Rocket Systems, Bauman Moscow State Technical University, Moscow.

³Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Economics and Production Organization, Bauman Moscow State Technical University, Moscow.

Abstract. The rationale for the feasibility of introducing a fundamentally new production facility for cooling rocket fuels is outlined. Comparative technical and economic calculations of capital costs, productivity of the new variant, and operating costs are presented. The results of comparative calculations allow us to conclude that it is advisable to create a fundamentally new installation for cooling fuels when refueling flying ship.

Keywords: production system, temperature preparation of fuel, refrigeration unit, ammonia, cost calculation, system engineering.

Введение

Среди технологических операций, выполняемых на технических и стартовых комплексах в ходе подготовки к пуску ракет космического назначения (РКН), температурная подготовка высококипящих топлив, особенно охлаждение, является одной из самых трудоемких и требующих значительных материальных затрат. Это объясняется, в частности, тем, что известные технологии охлаждения топлив имеют преимущественно разомкнутый контур по хладагенту.

В качестве хладагента в применяемых теплообменниках используется жидкий азот с фазовым переходом «жидкость-пар». Однако из-за крайне низкой температуры кипения жидкого азота (-196°C при нормальном давлении) магистрали с высококипящими топливами могут перемерзнуть, что недопустимо. Тогда приходится применять двух-трехконтурные циркуляции хладоносителей в громоздких теплообменниках для развития теплообменных поверхностей с непрерывной или дискретной выдачей охлажденного продукта [1, 2].

В предлагаемых вариантах, чтобы избежать переохлаждения топливных магистралей и замерзания топлива, снижают коэффициент теплопередачи теплообменника, что делает его менее эффективным. Физически это достигается за счет организации пленочного кипения жидкого азота (вместо более интенсивного по теплопередаче пузырькового кипения), а также за счет использования достаточно громоздких теплообменников типа «труба в трубе».

Также одним из примеров охлаждения топлива с разомкнутым контуром хладагента является прямое охлаждение путем барботирования холодным газом, получаемым из жидкого азота.

Все эти технологии охлаждения больших объемов топлива позволяют исключить или снизить использование фреоновых парокомпрессионных холодильных машин (ХМ) с менее эффективным хладагентом или воздушных ХМ, имеющих недостаточный ресурс.

В новом варианте, разработанном с учетом всех недостатков существующих предложений и использованием методов системного проектирования [3-6], предлагается существенно сократить размеры установки и общие затраты на охлаждение высококипящих топлив за счет следующих решений:

- замена хладагента азота на аммиак, обладающий исключительно высокой теплотой парообразования, что снижает общее количество хладагента в системе;
- замыкание контура хладагента и восстановления отработанного хладагента в рабочее состояние;
- использование пластинчатых теплообменников (ПТ), являющихся наиболее эффективным и малогабаритным вариантом теплообменных аппаратов;
- реализация более эффективного варианта кипения хладагента — пузырьковое;
- размещение холодильной установки в стандартном 10-ти футовом морском контейнере, что позволяет использовать место на стартовом комплексе максимально экономично и сделать установку и доставку наиболее

эффективной.

Преимущества такого подхода проектирования холодильной установки: отсутствие необходимости хранения и подготовки больших объемов хладагента, отсутствие выброса паров хладагента в атмосферу, небольшие размеры установки за счет применения эффективных ПТ, использование аммиака, как более высокоэффективного хладагента, и замыкание контура системы.

Для обоснования целесообразности внедрения принципиальной новой аммиачной холодильной установки (АХУ) проводятся сравнительные технико-экономические расчеты, в рамках которых оцениваются: капитальные затраты на создание нового варианта холодильной установки, производительность нового варианта, эксплуатационные расходы при типовых условиях эксплуатации комплекса. При проведении этих расчетов используется концепция системного проектирования [5, 6]: объект исследования рассматривается как сложная организационно-техническая система, а затраты на нее рассчитываются с учетом длительности всего жизненного цикла создаваемой системы, а также используются экономические инструменты контроллинга проектов [3, 7]. Результаты сравнительных расчётов являются основой для выводов о целесообразности создания АХУ.

Расчет капитальных затрат на создание нового варианта холодильной установки

Для определения себестоимости изготовления образца нового варианта холодильной установки воспользуемся методом укрупненной калькуляции, в котором себестоимость изготовления нового образца изделия $S_{п.пр}$ определяется по формуле [7]:

$$S_{п.пр} = \left[S_m + L \cdot \left(1 + \frac{k_{ц} + k_{оп}}{100} \right) + L \cdot \alpha + (L + L \cdot \alpha) \cdot k_c \right] \times \left(1 + \frac{k_{вп}}{100} \right),$$

где S_m – затраты на основные материалы и покупные комплектующие изделия (с учетом транспортно-заготовительных расходов), руб.; L – затраты по основной заработной плате основных рабочих, т.е. рабочих, занятых изготовлением изделия (включая изготовления деталей, сборку сборочных единиц и изделия, испытания изделия), руб.; α – коэффициент, учитывающий затраты по дополнительной зарплате основных рабочих ($\alpha = 0,12 \div 0,18$); k_c – коэффициент, учитывающий страховые взносы; $k_{ц}$, $k_{оп}$ – соответственно цеховые и общепроизводственные (общезаводские) расходы, %; $k_{вп}$ – внепроизводственные (коммерческие) расходы, % ($k_{вп} = 3 - 5\%$).

В результате проведенных расчетов получаем полную себестоимость изготовления нового варианта АХУ, составляющую 6,4% от ориентировочного размера капитальных затрат на создание холодильной установки с теплообменником типа «труба в трубе» (ХУТТ), работающей на жидком азоте, по данным заводов-изготовителей за 2014 - 2016 год с поправкой, учитывающей уровень инфляции на ноябрь 2025 года. На Рис. 1 приведена диаграмма сравнения относительных капитальных затрат для рассмотренных двух вариантов холодильной установки: нового варианта АХУ и существующего варианта ХУТТ.

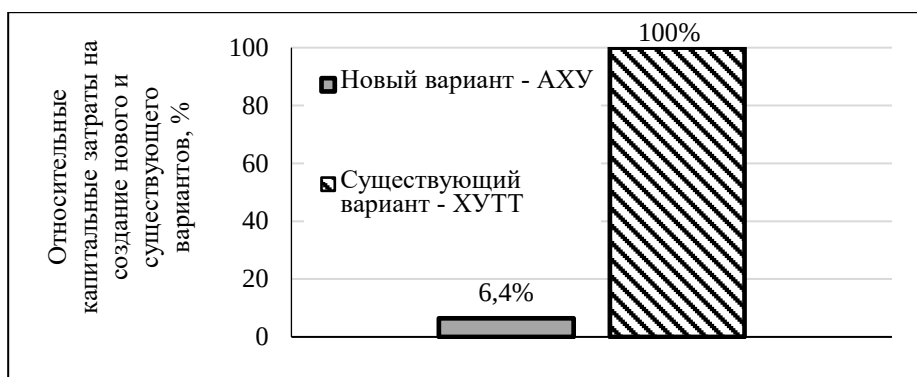


Рис. 1. Столбчатая диаграмма соотношения капитальных затрат для нового и существующего вариантов холодильных установок

Из данных Рис. 1 можно сделать вывод, что при использовании нового варианта АХУ капитальные затраты могут быть уменьшены более, чем в 15 раз.

Сравнительные характеристики нового и существующего вариантов холодильной установки

Холодопроизводительность холодильных установок определяется из временных рамок температурной подготовки и теплофизических характеристик хладагента. Сравнимые холодильные установки различаются по многим параметрам, указанным в Табл. 1.

Таблица 1. Сравнительные характеристики основных параметров холодильных установок

Основные параметры	Новый вариант	Существующий вариант
Время подготовки, %	416	100
Масса подготавливаемого топлива, %	400	100
Удельная холодопроизводительность, %	96	100
Занимаемые площади, %	3,7	100
Масса хладагента в контуре за весь цикл работы, %	1,5	100
Масса выбрасываемого в атмосферу хладагента, %	0	100
Расход хладагента, %	33	100

Анализ приведенной таблицы показывает, что новый вариант предназначен для температурной подготовки большего объема топлива при схожей удельной холодопроизводительности, кДж/ч. Таким образом, при почти равной удельной холодопроизводительности, новый вариант занимает гораздо меньшую площадь и использует всего 1,5% от массы хладагента существующего варианта за счет замыкания холодного контура и подбора наиболее подходящего хладагента – аммиака. Снижение расхода хладагента в 3 раза при той же удельной холодопроизводительности обусловлено применением наиболее эффективных пластинчатых теплообменников и аммиака.

Расчет эксплуатационных расходов АХУ

Оценка эксплуатационных расходов проводится за время подготовки к пуску одного РКН на стартовом комплексе. Для определения эксплуатационных расходов воспользуемся формулой [7]:

$$S_{\text{ЭК}} = S_{\text{з.п.осн.}} + S_{\text{з.п.доп.}} + S_{\text{с.в.}} + S_{\text{э}} + S_{\text{ам}} + S_{\text{тоэр}} + S_{\text{накл}},$$

где $S_{\text{з.п.осн.}}$ – затраты по основной зарплате эксплуатирующего персонала; $S_{\text{з.п.доп.}}$ – затраты по дополнительной зарплате эксплуатирующего персонала; $S_{\text{с.в.}}$ – страховые взносы; $S_{\text{э}}$ – затраты на силовую энергию; $S_{\text{ам}}$ – амортизационные отчисления; $S_{\text{тоэр}}$ – затраты на техническое обслуживание и эксплуатационные ремонты; $S_{\text{накл}}$ – накладные расходы.

Результаты расчетов эксплуатационных затрат сведены в Табл. 2.

Таблица 2. Расчетные относительные приведенные эксплуатационные затраты при использовании холодильных установок
(в расчете на один пуск РКН)

Статьи эксплуатационных затрат	Новый вариант	Существующий вариант
Основная зарплата, %	61	100
Дополнительная оплата труда, %	61	100
Страховые взносы, %	61	100
Затраты на силовую энергию, %	119	100
Затраты на техническое обслуживание, %	119	100
Амортизационные отчисления, %	20	100
Накладные расходы, %	60	100
Суммарные, %	56	100

Структуры эксплуатационных расходов для нового и старого вариантов холодильной установки приведены на Рис. 2.

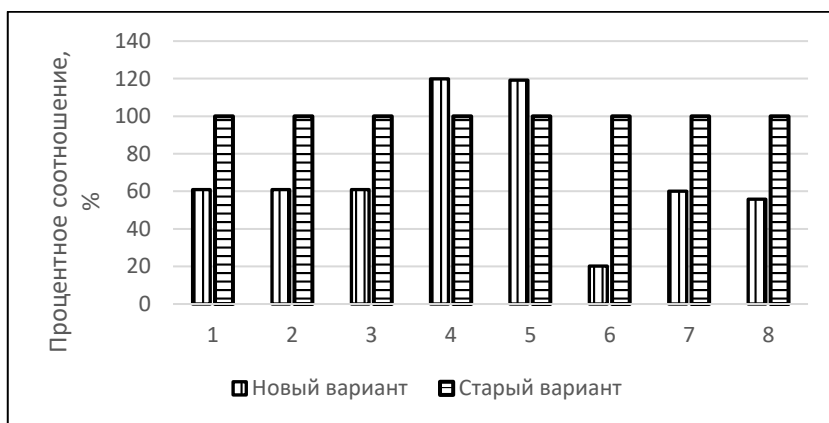


Рис. 2. Диаграммы структуры расходов на эксплуатацию нового и старого вариантов холодильной установки:

1 – основная зарплата; 2 – дополнительная оплата труда; 3 – страховые взносы; 4 – затраты на силовую энергию; 5 – затраты на техническое обслуживание; 6 – амортизационные отчисления; 7 – накладные расходы; 8 – общие затраты

Из результатов расчетов затрат на эксплуатацию холодильных установок можно сделать выводы:

- основная зарплата, дополнительная оплата труда и страховые взносы уменьшились в 1,6 раза;
- затраты на силовую энергию и техническое обслуживание увеличились в 1,19 раза;
- амортизационные отчисления уменьшились в 5 раз;
- накладные расходы уменьшились в 1,7 раза.

Увеличение энергетических затрат мало и связано с использованием более мощного насосного оборудования и включения в установку градирни, которая позволяет уменьшить длины трубопроводов и функционировать водному контуру охлаждения аммиака автономно от всего стартового комплекса.

Таким образом, расходы на эксплуатацию холодильной установки нового варианта по сравнению со старым вариантом уменьшились в 1,7 раз.

Выводы

Результаты расчетов показали существенные экономические преимущества при использовании холодильной установки нового варианта.

Уменьшение количества элементов, входящих в новую систему, и замыкание контура хладагента позволяет уменьшить относительные капитальные затраты более, чем в 15 раз.

Уменьшение габаритов конструкции и количества требуемого персонала позволяет уменьшить эксплуатационные расходы в 1,7 раз.

Эти преимущества позволяют сделать вывод об экономической целесообразности перехода на замкнутый вариант функционирования холодильной установки с использованием нового хладагента аммиака и пластинчатого теплообменника.

Литература

1. Денисов О. Е., Золин А. В., Чугунков В. В. Методика моделирования охлаждения компонентов ракетного топлива с применением жидкого азота и промежуточного теплоносителя // Машиностроение и компьютерные технологии. 2014. №3. С. 145-161.
2. Павлов С. К., Чугунков В. В. Повышение эффективности системы охлаждения ракетного топлива с использованием теплообменника и антифриза, охлаждаемого жидким азотом // Инженерный журнал: наука и инновации. 2016. №1 (49). С. 2.
3. Фалько С.Г. Контроллинг в процессе внедрения и оптимизации производственных систем. Контроллинг, 2017. - №1. С. 2-5.
4. Матвеева О.П., Романяк А.Ю., Удовик И.С. Анализ вариантов сокращения энергопотребления в процессах поддержания тепловых режимов космических аппаратов на стартовых комплексах. Инженерный журнал: наука и инновации. 2019. - № 12(96). С. 1-13.
5. Фалько С. Г. О важности системного проектирования. Инновационный менеджмент, 2018. №2. С. 2.
6. Зимин В.Н., Фалько С.Г. Подготовка специалистов в области системного проектирования для ракетно-космической промышленности. Инновации в менеджменте. № 12, 2017. С. 2–7.
7. Сковцов Ю. В. Организационно-экономические вопросы в дипломном проектировании: Учеб. Пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – М: Студент, 2012. – 374 с.

УДК 658, JEL Classification: E23 O22 O32

Возможности и перспективы Agile-практик в управлении проектами промышленных предприятий

Егоров А.С.¹, Яценко Р.Д.²

¹магистрант кафедры промышленной логистики МГТУ им. Н.Э. Баумана, egorov.akim@mail.ru;

²ассистент кафедры промышленной логистики МГТУ им. Н.Э. Баумана, yatsenko@bmstu.ru.

Аннотация. Проанализированы особенности управления проектами в условиях цифровой трансформации промышленных предприятий; представлены предложения по адаптации гибких методов управления проектами к задачам промышленного производства; сформулированы практические рекомендации по внедрению гибких методологий в промышленности.

Ключевые слова: промышленные предприятия, цифровая трансформация, управление проектами, Agile.

Agile Practices in Industry: New Approaches to Project Management

Akim Egorov¹, Roman Yatsenko²

¹ Student of department «Industrial logistics», Bauman University, Moscow.

² Assistant of department «Industrial logistics», Bauman University, Moscow.

Abstract. The paper analyzes the specific features of project management under the conditions of digital transformation in industrial enterprises; proposes approaches for adapting agile project management methods to the challenges of industrial production; and formulates practical recommendations for implementing agile methodologies in the industrial sector.

Keywords: Agile, industry, digital transformation, project management.

Введение

Данное исследование актуально, поскольку в промышленном секторе в настоящее время наблюдается активная фаза цифровизации. Согласно исследованиям, цифровые технологии становятся одним из главных конкурентных преимуществ российских промышленных предприятий. Компании активно внедряют машинное зрение, промышленный интернет вещей, машинное обучение, большие данные (ML и Big Data) и генеративный искусственный интеллект [1].

Традиционная граница между аппаратным и программным обеспечением стирается. Современный промышленный продукт представляет собой единый

программно-аппаратный комплекс. Подобные изменения, а также высокая скорость технологического развития требуют совершенствования методов управления проектами в промышленных предприятиях.

Каскадная модель (Waterfall), традиционно использовавшаяся в отрасли, потеряла свою актуальность ввиду сокращения жизненного цикла продукции и быстрого изменения рыночной ситуации. Эту проблему можно решить, внедрив в промышленное производство гибкие и гибридные подходы к управлению проектами, характерные для ИТ-сектора.

Особенности управления проектами в условиях цифровой трансформации промышленных предприятий

Современный промышленный сектор переживает полномасштабную трансформацию, связанную с интеграцией цифровых технологий в производственные процессы. Можно выделить несколько ключевых тенденций.

1) Цифровая трансформация прежде всего затрагивает технологические процессы. Традиционное оборудование заменяется на интеллектуальные программно-аппаратные комплексы [7,16]. Например, современные станки с ЧПУ — это не просто механические устройства, а сложные киберфизические системы, в которых:

- аппаратная часть обеспечивает физическое выполнение операций;
- программное обеспечение управляет процессами в реальном времени;
- системы мониторинга собирают телеметрию для предиктивного обслуживания.

2) Эволюция производственных процессов влияет на все аспекты деятельности предприятия:

- Во всех отраслях промышленности наблюдается сокращение жизненного цикла продукции. Время разработки нового продукта, которое раньше составляло 5-7 лет, теперь сократилось до 2-3 лет. К примеру, цикл обновления моделей автомобилей сократился с 7 лет до 3-4 лет.
- Важнейшим компонентом производственного процесса стало быстрое прототипирование. Такие технологии, как 3D-печать, технология цифровых двойников и технология виртуального тестирования, значительно сокращают время, затрачиваемое на исследования и разработки.

Таким образом, цифровая трансформация кардинально изменила подход к промышленным проектам. Если ранее проект рассматривался как линейная последовательность четко определенных этапов по принципу «спроектировать – изготовить – испытать», то сегодня он представляет собой динамический итеративный процесс создания комплексного программно-аппаратного решения в условиях высокой неопределенности.

Смена парадигмы потребует от системы управления проектами радикально иного набора качеств. Во-первых, ей необходима способность к быстрой адаптации и гибкому перепланированию. Жесткие и строго регламентированные технические задания уступают место «живым» бэклогам продуктов, которые постоянно приоритизируются и уточняются по мере

получения новых данных об изменениях рынка и результатах тестирования. Во-вторых, необходим навык работы с постоянно меняющимися требованиями. В отличие от традиционного подхода, где изменения были запрещены, в новых условиях модификации превращаются в ключевой актив, позволяющий гибко реагировать на запросы клиентов.

Наконец, необходимо тесное сотрудничество между различными командами. Это разработчики программного обеспечения, дизайнеры, специалисты по обработке данных и производственные рабочие. Специалисты должны работать вместе и ежедневно обеспечивать одновременную разработку как программной, так и аппаратной части продукта.

Именно эти новые компетенции управления сложными гибридными проектами определяют конкурентоспособность промышленных предприятий в эру цифровой трансформации [15].

Адаптация гибких методов управления проектами к задачам промышленного производства

Гибкие подходы и практики, включая Agile, Scrum и DevOps, которые уже доказали свою эффективность в ИТ-сфере, находят все большее применение в промышленности, однако для их внедрения необходимо трансформировать их основные концепции.

Agile представляет собой не просто набор инструментов, а прежде всего философию управления, основанную на ценностях и принципах, закреплённых в Манифесте гибкой разработки [2]. Ключевые положения включают приоритет людей и взаимодействия над процессами и инструментами, важность работающего продукта перед исчерпывающей документацией, сотрудничество с заказчиком вместо жесткого следования контракту и готовность к изменениям вместо следования первоначальному плану. На промышленном предприятии эти принципы трансформируются: "работающий продукт" может означать функционирующий прототип или испытательный стенд, а "сотрудничество с заказчиком" реализуется через регулярное взаимодействие с внутренними стейкхолдерами — представителями производственных подразделений и службы контроля качества [6].

Scrum как наиболее популярный фреймворк реализации Agile-подхода претерпевает значительные изменения при адаптации к промышленным задачам [3]. Роли владельца продукта, scrum-мастера и команды разработки наполняются новым содержанием: владельцем продукта часто становится главный инженер или технический руководитель проекта, scrum-мастером — специалист по процессам или методист, а команда разработки преобразуется в кросс-функциональную группу специалистов, объединяющую инженеров, технологов и конструкторов.Arteфакты и события Scrum также адаптируются: бэклог продукта трансформируется в перечень технических требований и заданий, спринты удлиняются до 4-6 недель для учета времени на изготовление физических прототипов.

DevOps как методология, стирающая границы между разработкой и эксплуатацией, в промышленном контексте означает создание единых команд из конструкторов, технологов и обслуживающего персонала, автоматизацию

процессов тестирования и контроля качества [5].

Как показывает практика ведущих промышленных предприятий, успешная адаптация гибких методологий требует не столько формального следования процедурам, сколько глубокого изменения мышления сотрудников, корпоративной культуры и производственной системы в целом [8]. Это позволяет сохранить преимущества Agile — скорость, гибкость, ориентацию на ценность — при этом учитывая объективные ограничения промышленного производства и обеспечивая эффективное управление сложными программно-аппаратными комплексами в условиях цифровой трансформации.

Возможности, перспективы и практические рекомендации по внедрению гибких методологий в промышленности

Опыт внедрения гибких подходов в промышленное производство показывает, что новые методы положительно влияют на процесс производства. Главным преимуществом становится существенное сокращение времени вывода новых продуктов на рынок — по данным исследований, этот показатель улучшается на 25-40% по сравнению с традиционными подходами [4]. Другим преимуществом является снижение количества дорогостоящих доработок на поздних этапах производства, поскольку Agile-подход позволяет выявлять и исправлять ошибки на стадиях проектирования и прототипирования.

К экономическим выгодам можно отнести снижение затрат на проектирование и организацию производства, что в среднем составляет 15-25% от общего бюджета проекта [9]. Гибкие методологии способствуют более рациональному использованию ресурсов, оптимизации складских запасов и сокращению логистических издержек. Особенно заметен эффект при внедрении принципов DevOps в обслуживании оборудования — компании сообщают о снижении простоев и увеличении межремонтных интервалов благодаря предиктивному обслуживанию и непрерывному мониторингу состояния техники [5].

В сфере управления персоналом наблюдается повышение вовлеченности сотрудников, которые начинают работать в кросс-функциональных командах и видят реальные результаты своего труда после каждого спринта. Это способствует развитию профессиональных компетенций и улучшает коммуникацию между специалистами разных подразделений. Постепенно формируется культура непрерывного развития, когда сотрудники самостоятельно определяют проблемы и предлагают пути их решения во время регулярных совещаний [13].

Однако внедрение гибких практик сопряжено с некоторыми сложностями. Основным барьером становится сопротивление со стороны менеджмента, который часто воспринимает Agile как угрозу своему статусу и традиционным управленческим подходам. Для решения этой проблема глубокая трансформация корпоративной культуры [11]. Не менее сложной задачей является пересмотр систем мотивации и KPI — традиционные показатели эффективности часто противоречат философии гибких методологий.

Технологические ограничения проявляются в неготовности legacy-систем поддерживать итеративные процессы, что требует значительных инвестиций в

модернизацию IT-инфраструктуры. Промышленные предприятия сталкиваются с трудностями интеграции Agile-подходов с существующими ERP-системами, которые изначально проектировались для каскадной модели управления. Дополнительную сложность создают регуляторные требования — многие отрасли обязывают предприятия вести полную документацию по строго определенным стандартам, что не всегда совместимо с Agile-принципами минимально достаточной документации.

Для успешного внедрения гибких методологий рекомендуется начинать с подготовительного этапа продолжительностью 1-2 месяца, в течение которого проводится анализ готовности предприятия, выбирается пилотный проект с высокими шансами на успех и формируется команда проекта из представителей ключевых подразделений. Особое внимание следует уделить разработке комплексного плана обучения сотрудников, поскольку без понимания философии гибких подходов сотрудники будут механически выполнять свои задачи без реального изменения методов работы.

Пилотное внедрение лучше всего проводить в течение 3-6 месяцев на одном проекте, постоянно адаптируя методологии под специфику предприятия. Регулярные ретроспективы позволяют своевременно корректировать подход. На этапе масштабирования, который занимает от 6 до 12 месяцев, происходит постепенное внедрение новых практик на другие проекты, создается центр компетенций по Agile-трансформации и разрабатывается система метрик для оценки эффективности изменений [10].

Критическим фактором успеха является лидерство и вовлеченность топ-менеджмента — без активной поддержки руководства трансформация обречена на провал [14]. Не менее важна системность подхода: нельзя одномоментно перевести всё производство на Agile, необходим поэтапный переход с учетом специфики работы разных подразделений. Процесс обучения должны касаться не только инструментов и практик, но и философии гибких подходов, поскольку именно изменение мышления сотрудников становится основой устойчивой трансформации. Адаптация методологий под отраслевые особенности — обязательное условие, поскольку прямое копирование IT-практик без учета специфики производства не приносит желаемых результатов. Наконец, крайне важно постоянно фиксировать и демонстрировать результаты изменений, чтобы поддерживать мотивацию сотрудников и обосновывать целесообразность продолжения трансформации [12].

Опыт успешных промышленных предприятий показывает, что несмотря на существующие вызовы, внедрение гибких методологий позволяет сформировать устойчивые конкурентные преимущества. Компании, сумевшие адаптировать Agile-подходы к своей специфике, демонстрируют более высокую гибкость, скорость реагирования на изменения рынка и эффективность использования ресурсов, что в конечном итоге определяет их лидирующие позиции в отрасли.

Выводы

Анализ внедрения гибких методологий в промышленности подтверждает их стратегическую ценность для российских предприятий. Опыт компаний демонстрирует значительное улучшение операционных показателей:

сокращение сроков вывода продукции, снижение затрат на проектирование, уменьшение unplanned простоев оборудования. Эти результаты особенно актуальны в условиях импортозамещения и необходимости обеспечения технологического суверенитета.

Ключевым фактором успеха является адаптация Agile-практик к специфике промышленного производства. Прямое копирование IT-подходов без учета производственных реалий не приносит желаемого эффекта. Необходимо поэтапное внедрение, начинающееся с пилотных проектов, активная поддержка руководства и инвестиции в обучение персонала.

Предприятия, успешно прошедшие этот путь, получают устойчивое конкурентное преимущество за счет повышения гибкости, скорости реагирования на изменения рынка и эффективности использования ресурсов.

Литература

1. Перспективные цифровые технологии в промышленности: драйверы, барьеры, сценарии применения [Электронный ресурс]. URL: <https://strategy.ru/research/research/perspektivnye-cifrovye-tehnologii-v-promyshlennosti-drajvery-barery-scenarii-primeneniya/> (дата обращения: 22.11.2025).
2. Манифест Agile. [Электронный ресурс]. URL: <https://agilemanifesto.org/iso/ru/manifesto.html> (дата обращения: 22.11.2025).
3. Руководство по Скрам в Производстве. [Электронный ресурс]. URL: <https://scrumtrek.ru/blog/agile-scrum/1578/scrum-in-hardware/> (дата обращения: 22.11.2025).
4. Кузнецова Е. С. Опыт применения Agile-технологий российскими компаниями // Экономика, предпринимательство и право. 2024. – № 9. – С. 102-110.
5. Безпятый М.В. Автоматизация и оптимизация процессов разработки и развертывания в DevOps: применение современных методов и инструментов // Инновации и инвестиции. 2023. – № 7. – С. 458-464.
6. Антонов А.А. Тенденции использования Agile-методологий в современной России // Экономика. – 2023. – № 3(20). – с. 18–23.
7. Багдыков К.Т., Шевченко Д.А., Муромец Н.Е. Инструменты проектного управления в цифровой трансформации бизнеса // Информатизация в цифровой экономике. – 2023. – № 4. – с. 325–338.
8. Иванов Д. Нет ничего невозможного: как Agile и Дмитрий Лобасев меняют бизнес-процессы и людей. Комсомольская правда. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kp.ru/daily/27433/4636708/> (дата обращения: 22.11.2025).
9. Какие выгоды от внедрения Agile получает бизнес в России. Средство массовой информации it-world.ru. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.it-world.ru/newscompany/releases/189779.html> (дата обращения: 22.11.2025).
10. Носырев И. Бизнес по Грефу: как российские компании становятся гибкими. РБК. [Электронный ресурс]. URL: https://www.rbc.ru/own_business/14/04/2017/58ee1c2d9a7947d172c83066 *** (дата обращения: 22.11.2025).
11. Устюгова Е. Почему Agile не приживается в России?. [Электронный ресурс]. URL: <https://mustread.kept.ru/articles/management/pochemu-agile-ne-prizhivaetsya-v-rossii/> (дата обращения: 22.11.2025).
12. Штатнова О.К. Методология Agile: риски внедрения в организацию // Цифровая экономика глазами студентов: материалы Международной научной конференции, Казань, 12 мая 2023 года. – Казань: ИП Сагиев А.Р. Казань, 2023. – с. 818–821.
13. Шестакова Г.А., Яценко В.В. Влияние вовлеченности персонала на повышение его компетентности в условиях инновационного развития ракетно-космической отрасли // В книге: XLIX академические чтения по космонавтике. Сборник тезисов, посвященные памяти

- академика С.П. Королёва и других выдающихся отечественных ученых - пионеров освоения космического пространства. В 2-х томах. Москва, 2025. С. 323-325.
14. Яценко В.В. Компетентность проектного менеджера как ключевая компетенция организации // Менеджмент и бизнес-администрирование. 2018. № 1. с. 142-149.
 15. Яценко В. Цифровая экономика и трансформация компетенций высокотехнологичных предприятий // В сборнике: Контроллинг в экономике, организации производства и управлении: цифровизация в экономике. Сборник научных трудов: материалы VIII международной конференции по контроллингу. 2019. С. 322-326.
 16. Яценко Р.Д. Расширение возможностей использования цифровых платформ в практике деятельности производственных предприятий // В сборнике: Тринадцатые Чарновские чтения. сборник трудов XIII Всероссийской научной конференции по организации производства. Москва, 2023. С. 209-218.

УДК: 519.217.2; JEL Classification: G31

Обоснование управленческого решения по снижению длительности процесса комплектования заказов на складе АО «МБ РУС»

Жеков М.И.¹ Матвеев С.Г.²

¹студент 2-го курса магистратуры, кафедра «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана, zhekovmi@student.bmstu.ru

²доцент, к.т.н., доцент кафедры «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана, matveevsg@bmstu.ru.

Аннотация. Рассмотрен бизнес-процесс комплектования заказов на складе снабжения предприятия по ремонту автомобилей. Построена процессная модель работы склада. Разработана имитационная модель сети массового обслуживания основных процессов склада снабжения ремонтной зоны предприятия. Формализовано описана и решена задача о поиске кратчайшего маршрута комплектования заказа с использованием задачи линейного программирования «о коммивояжере». Приведен пример использования полученных результатов моделирования для обоснования организационно-управленческих решений, позволяющих снизить длительность цикла комплектования заказов на складе с 62 до 38 минут.

Ключевые слова: производственная система, предприятие, контроллинг, моделирование, склад, сеть массового обслуживания, линейное программирование, системное проектирование.

Justification of the management decision to reduce the duration of the order picking process in the warehouse of MB RUS JSC

Mikhail Zhekov, ¹Sergey Matveev²

¹Student in Department of Economics and Organization of Production, Bauman Moscow State Technical University, Moscow.

²Candidate of Technical Sciences, Associate Professor in Department of Economics and Organization of Production, Bauman Moscow State Technical University, Moscow.

Abstract. The business process of completing orders at the supply warehouse of a car repair company is considered. A process model of warehouse operation has been built. A simulation model of the queuing network of the main processes of the supply warehouse of the repair area of the enterprise has been developed. The problem of finding the shortest order acquisition route using the "traveling salesman" linear programming problem is formalized and solved. An example of using the obtained modeling results to justify organizational and managerial decisions that reduce the duration of the order acquisition cycle in a warehouse from 62 to 38 minutes is given.

Keywords: production system, enterprise, controlling, modeling, warehouse, queuing network, linear programming, system engineering.

Введение

АО «МБ РУС» основано в 1994 году. Направления деятельности: продажа, послепродажное обслуживание и гарантийная поддержка легковых и коммерческих автомобилей, а также продажа оригинальных запасных частей и аксессуаров. Благодаря своему почти 30-летнему опыту дистрибьюции, развитой сети центров продаж и сервиса и команде профессионалов АО «МБ РУС» является ведущим экспертом по марке Mercedes-Benz на территории России. При этом компания активно работает над расширением портфеля продуктов и сотрудничеством с другими автомобильными производителями, предлагая клиентам высокотехнологичные премиальные бренды в легковом сегменте. Сегодня АО «МБ РУС» представлено в Москве двумя дистрибьютерскими центрами, ремонтной зоной гарантийного обслуживания, складом снабжения ремонтной зоны и основным складом. В работе рассмотрена работа склада снабжения ремонтной зоны и его взаимодействия с ремонтной зоной гарантийного обслуживания и поставщиками комплектующих.

Цель: разработать управленческое решение для снижения средней длительности выполнения процесса комплектования заказов на складе АО «МБ РУС» с 62 до 40 минут. Разработка инструментов для обоснования организационно-управленческих решений является одной из основных задач концепции контроллинга на предприятии [1]. Такие инструменты разрабатываются с использованием достаточно большого количества различных методов организационно-экономического моделирования [2, 3].

Объектом исследования являются бизнес-процессы, обеспечивающие грузопотоки на складе снабжения ремонтной зоны АО «МБ РУС».

Предмет исследования — организация выполнения процессов комплектования заказов и распределения комплектующих по ячейкам хранения их на складе.

Анализ бизнес-процессов

Распределение комплектующих и расходных материалов (далее — комплектующих) по ячейкам представляет собой процесс их доставки и их размещение в ячейках склада для хранения [2]. Схема процесса распределения комплектующих по ячейкам представлена на Рис. 1.

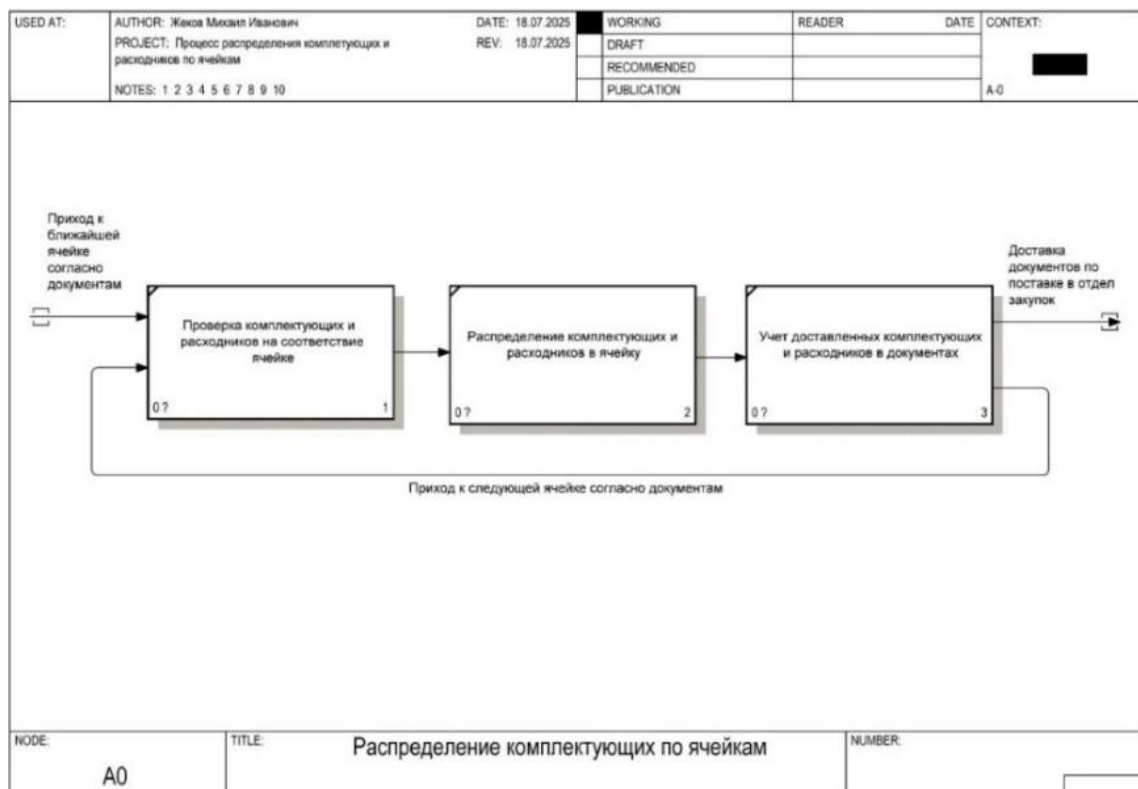


Рис. 1. Диаграмма модели бизнес-процесса распределения комплектующих по ячейкам «как есть» (AS-IS), построенной в нотации стандарта IDEF0

В текущих условиях сопоставление параметров комплектующих и номеров ячеек производится кладовщиком вручную по распечатанным листам заказа.

Комплектование заказа представляет обратный процесс к процессу распределения комплектующих по ячейкам. Поэтому в ходе комплектования заказа повторяются те же самые ошибки, что и во время распределения комплектующих по ячейкам. Схема данного бизнес-процесса представлена на Рис. 2.

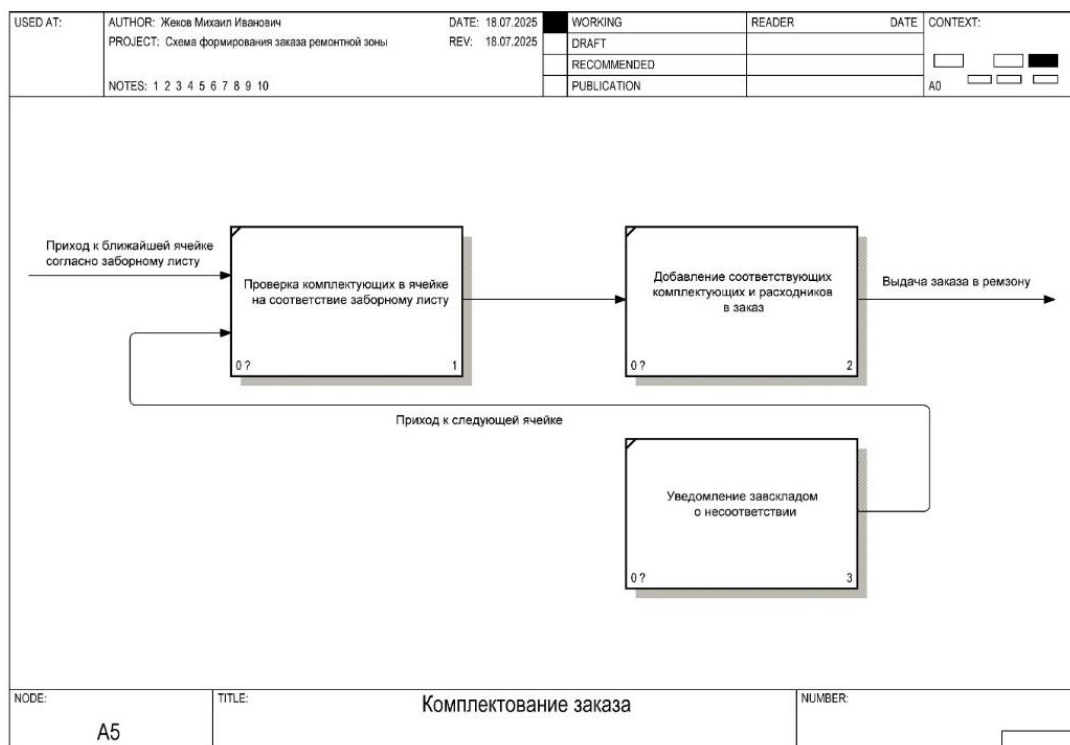


Рис. 2. Диаграмма модели бизнес-процесса комплектования заказа «как есть» (AS-IS), построенной в нотации стандарта IDEF0

С целью расчета длительности цикла выполнения рассмотренных процессов, с использованием теории систем массового обслуживания [4] разработана модель сети массового обслуживания (СеМО) для процессов приема партий комплектующих и формирования заказа. Схема модели такой СеМО представлена на Рис. 3.

Для процессов приема партий комплектующих интенсивность входного потока составляет $\lambda = 0,19$ шт./мин. С использованием метода экспертного опроса получены данные о средней величине входящей партии, вероятности прохождения комплектующими входного контроля. Средняя величина входящей партии на процессы приема комплектующих – 50 шт. Вероятность прохождения комплектующих процесса приема – 0,92. Характеристики длительности процессов приема представлены в Табл. 1.

Для процессов формирования заказов интенсивность входного потока комплектующих $\gamma = 0,29$ шт./мин. С использованием метода экспертного опроса получены данные о средней величине заказов, вероятности наличия всех комплектующих. Средняя величина заказа комплектующих – 20 шт. Вероятность наличия всех комплектующих на складе – 0,8. Характеристики длительности процессов формирования заказов представлены в Табл. 2.

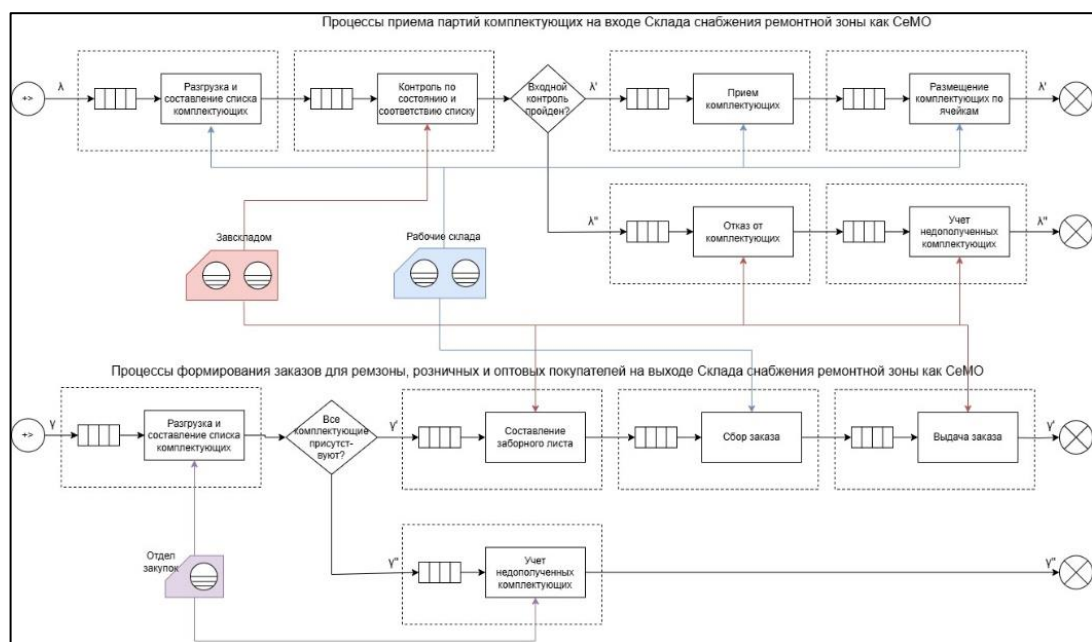


Рис. 3. Схема модели СеМО процессов приема партий комплектующих и формирования заказа на складе обслуживания ремонтной зоны

Таблица 1. Характеристики длительности процессов приема комплектующих

Название процесса	t_{min} , мин./парт.	$t_{ожд}$, мин./парт.	t_{max} , мин./парт.
Разгрузка и составление списка комплектующих	10	20	30
Контроль по состоянию и соответствию списку	5	10	40
Прием комплектующих	5	10	30
Размещение комплектующих в ячейках	5	90	200
Отказ от комплектующих	5	10	30
Учет недополученных комплектующих	5	10	15

Таблица 2. Характеристики длительности процессов комплектования заказа

Название процесса	t_{min} , мин./парт.	$t_{ожд}$, мин./парт.	t_{max} , мин./парт.
Проверка наличия комплектующих	5	20	30
Составление заборного листа	3	5	10
Сбор заказа	5	20	120
Выдача заказа	5	10	15
Составление списка комплектующих, которые отсутствуют	5	10	15

С использованием полученных результатов построена имитационная модель работы склада с использованием среды AnyLogic, академической версии программы Personal Learning Edition (PLE). Эта модель позволяет учитывать действие случайных факторов на результаты работы склада. Окно презентации эксперимента построенной имитационной модели представлено на Рис. 4.

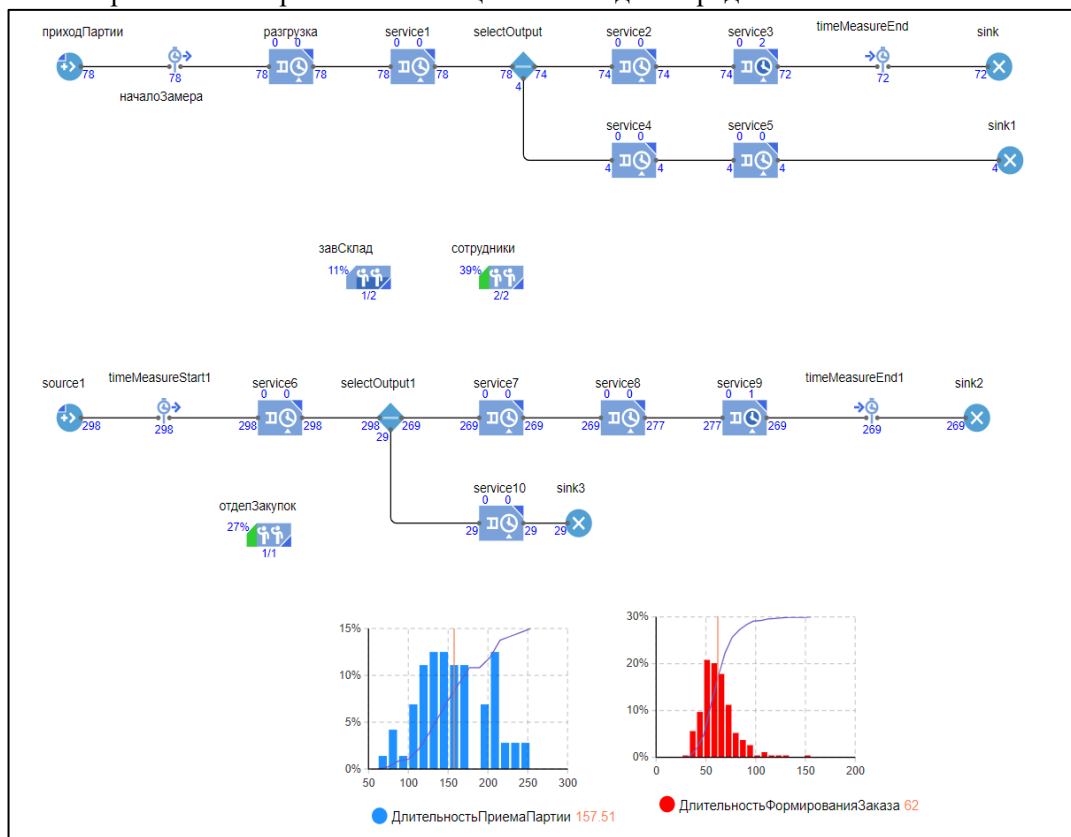


Рис. 4. Окно презентации эксперимента построенной имитационной модели работы склада

Использование результатов построения имитационной модели позволили сделать вывод, длительность цикла процесса комплектования заказа является случайной величиной, для которой построена гистограмма распределения, приведенная на Рис. 4. Среднее значение этой случайной величины равно 62 минутам. Этот показатель является одним из ключевых показателей деятельности склада (KPI). Его снижение в 1,5 раза позволит существенно повысить эффективность взаимодействия ремонтных и складских подразделений, повысить эффективность работы всего предприятия, снизить длительность ремонта автомобилей, увеличить лояльность клиентов ремонтного предприятия, увеличить поток заказов на ремонт и, тем самым, повысить эффективность работы всего предприятия. Для обоснования мероприятий по снижению длительности цикла процесса комплектования заказа предложено использовать разработанную оптимизационную модель выбора наилучшего маршрута размещения и комплектования заказов на складе.

Формализованная постановка задачи определения оптимального маршрута перемещения работника склада при комплектовании заказа

Объектом исследования в данной задаче являются два взаимно обратных процесса. Поэтому в данной статье будет рассмотрен один из них — процесс распределения комплектующих по ячейкам склада, а также процесс комплектования заказа. Задача состоит в том, чтобы найти такой маршрут обхода (объезда) работником склада нужных ячеек хранения, чтобы длина маршрута (целевая функция в решаемой задаче) была минимальной, то есть на выполнение этой работы тратилось минимально возможное время.

При этом необходимо учесть некоторые особенности способа доставки и размещения комплектующих [5]. На складе снабжения ремзоны доставка комплектующих и производится с помощью ручной тележки. Исходя из типа тележки возникает проблема устойчивого размещения комплектующих. Кроме того, необходимо учесть такие характеристики как плотность и хрупкость комплектующих, а также необходимость перекладывания комплектующих по мере заполнения тележки. Поэтому необходимо разработать правила, по которым будет проводиться заполнение тележки:

- правило 1: тележка должна быть разделена на 3 уровня по очередям заполнения, причем последующий уровень не может начать заполняться, пока предыдущий уровень полностью не заполнен или пока множество комплектующих, принадлежащих предыдущему уровню, не окажется пустым;
- правило 2: уровни должны быть заполнены, учитывая плотность комплектующих, причем порядок должен идти от более плотных к менее плотным;
- правило 3: комплектующие со свойством «хрупкое» не должны находиться на уровне 1;
- правило 4: соединительные расходные материалы без собственных упаковок должны находить в ящике на 3 уровне.

Организация построения маршрута тележки: тележка выезжает из точки начала отсчета и движется к комплектующим, которые должны заполнить 1 уровень емкости тележки, при этом не повторяя свои остановки. После окончательного заполнения 1 уровня тележка движется к комплектующим, формирующим второй уровень и т.д. до полного заполнения всех трех уровней тележки.

Исходя из написанного выше данная задача сводится к решению трех задач линейного программирования для заполнения каждого из трех уровней комплектующей тележки, а именно к «задаче о коммивояжёре» [6, 7].

Формализуем задачу для одного уровня маршрута. В конечном результате необходимо получить маршрут перемещения между ячейками и длину данного маршрута. Обозначим через индексы i и j ячейки склада.

Введем **варьируемые параметры** x_{ij} :

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если тележка перемещается от ячейки } i \text{ к ячейке } j, \text{ где } i, j = \overline{1, n}; \\ 0, & \text{если тележка не перемещается от ячейки } i \text{ к ячейке } j. \end{cases}$$

Тогда возможные варианты маршрутов перемещения между ячейками могут быть представлены в виде матрицы $\|x_{ij}\|$.

Известные параметры — расстояния между ячейками обозначим через r_{ij} и зададим матрицей $\|r_{ij}\|$.

$$r_{ij} = \begin{cases} M_{ij}, & \text{если тележка перемещается от ячейки } i \text{ к ячейке } j, \\ & \text{находящейся на том же этаже, где } i, j = \overline{1, n}; \\ S_{ij}, & \text{если тележка перемещается от ячейки } i \text{ к ячейке } j, \\ & \text{находящейся на другом этаже, где } i, j = \overline{1, n}; \end{cases}$$

Формализуем задачу для одного уровня маршрута. В конечном результате необходимо получить маршрут перемещения между ячейками и длину данного маршрута.

Тогда **целевая функция** $R(x_{ij})$ длины маршрута перемещения между ячейками может быть формализованно записана в виде:

$$R(x_{ij}) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n r_{ij} \cdot x_{ij} \rightarrow \min.$$

Ограничения. Для того, чтобы маршрут последовательно включал все ячейки без повторений, необходимо ввести два условия:

тележка может приехать к ячейке только один раз (условие 1):

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, j = \overline{1, n};$$

тележка может уехать от ячейки только один раз (условие 2):

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, i = \overline{1, n}.$$

Также поскольку варьируемые параметры x_{ij} принимают значение 0 или 1, следовательно, на их значение следует наложить еще одно ограничение (условие 3): x_{ij} — целое.

С целью обеспечить замкнутость маршрутов и отсутствие несвязанных между собой подциклов введем дополнительные переменные $U_{i,j} = \overline{2, n}$, для которых необходимо ввести дополнительное условие 4:

$$U_i - U_j + (n - 1)x_{ij} \leq (n - 2); \quad i \neq j; i, j = \overline{2, n}.$$

С учетом заданных параметров, проведем поиск оптимального маршрута для одного из заказов, учтенных в ходе проведения хронометражных наблюдений.

Результаты численного решения задачи определения оптимального маршрута перемещения работника склада

Решение оптимизационной задачи проведено с использованием надстройки «Поиск решения» программы табличного редактора.

Для определения оптимального маршрута выбран процесс комплектования заказа, а именно наиболее длительный из представленных в данной работе процессов. Номенклатура заказа — 43 типа комплектующих по 1

единице каждого. В первую очередь выгрузим из складской базы данных координаты всех участвующих ячеек и соберем их в единую таблицу. Далее по порядку применим алгоритмы заполнения 1-3 уровней тележки и разделим комплектующие по трем множествам. Результаты моделирования с использованием разработанной оптимизационной модели позволили рассчитать оптимальный маршрут сбора заказа, длина которого составила 1271,2 м, а длительность цикла сбора заказа комплектующих с учетом скорости перемещения тележки, равной 0,6 м/с, составила 2285 с или 38 минут.

Таким образом, использование предложенных методов организации труда сотрудников склада, разработанных оптимизационных и имитационных моделей позволило обосновать организационно-управленческие решения, позволяющие снизить длительность цикла комплектования с 62 до 38 минут.

Выводы

Повышение эффективности взаимодействия ремонтных и складских подразделений является актуальной задачей, решение которой позволяет повысить эффективность работы всего предприятия, снизить длительность ремонта автомобилей, увеличить лояльность клиентов ремонтного предприятия, увеличить поток заказов на ремонт и, тем самым, повысить эффективность работы всего предприятия.

Разработанные процессные, имитационные и оптимизационные модели позволяют обосновать организационно-управленческие решения по снижению длительности цикла комплектования в полтора раза: с 62 до 38 минут.

Полученные результаты и разработанные модели могут быть использованы в других сферах производственной деятельности с целью повышения эффективности работы предприятия в целом как сложной производственной системы.

Литература

1. Фалько С.Г. Контроллинг в процессе внедрения и оптимизации производственных систем. Контроллинг, 2017. - №1. С. 2-5.
2. Орлов А. И. Организационно-экономическое моделирование: учебник: в 3 ч. / – Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. 486 с.
3. Устойчивые экономико-математические методы и модели: монография / А.И. Орлов. — Москва: АйПиАр Медиа, 2022. — 337 с.
4. Матвеев С. Г., Матвеева О. П., Алексеева Е. В. Математическое моделирование инновационных процессов: учебное пособие / под ред. С.Г. Фалько. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2023. 275 с.
5. Коробков Е.В. Процесс комплектования заказов на складе. Обзор // Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2015. № 3. С. 153-183.
6. Мудров В.И. Задача о коммивояжере: учеб. пособие / В.И. Мудров. — 2-е изд., перераб. и доп. — 2013. — 64 с.
7. И. И. Меламед, С. И. Сергеев, И. Х. Сигал, “Задача коммивояжера. Вопросы теории”, Автомат. и телемех., 1989. — 50 с.

УДК 330.332, JEL Classification: D24, M15

Модернизация системы управления промышленных предприятий в цифровой экономической среде

Жокабине Н.Ф.

канд. экон. наук, доцент кафедры производственного менеджмента, «Луганский государственный университет имени В. Даля», NF.1111@yandex.ru.

Аннотация. В статье исследованы проблемные аспекты модернизации системы управления промышленных предприятий в цифровой экономической среде, установлена необходимость модернизации, выявлены условия ее реализации. Систематизированы эффективные инструменты модернизации системы управления промышленных предприятий, определены результаты их внедрения. Проведен анализ ключевых цифровых технологий, таких как промышленный Интернет вещей, большие данные, искусственный интеллект и цифровые двойники, и оценено их влияние на операционную эффективность и стратегическое развитие промышленных предприятий. Выделены уровни внедрения цифровых инструментов, учитывающие этапность, интеграционные аспекты и организационно-управленческие изменения. Предложены практические рекомендации по модернизации системы управления промышленных предприятий в цифровой экономической среде.

Ключевые слова: промышленное предприятие, система управления, модернизация, цифровая экономическая среда, цифровая экономика, цифровая трансформация, цифровые технологии

Modernization of industrial enterprise management systems in the digital economic environment

Zhokabine N.F.

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Department of Production Management, «Lugansk Vladimir Dahl State University».

Abstract. This article examines the problematic aspects of modernizing industrial enterprise management systems in the digital economic environment, identifies the need for modernization, and identifies the conditions for its implementation. Effective tools for modernizing industrial enterprise management systems are systematized, and the results of their implementation are determined. An analysis of key digital technologies, such as the Industrial Internet of Things, big data, artificial intelligence, and digital twins, is conducted, and their impact on the operational efficiency and strategic development of industrial enterprises is assessed. The levels of digital tool implementation are identified, taking into account the stages, integration

aspects, and organizational and managerial changes. Practical recommendations for modernizing industrial enterprise management systems in the digital economic environment are proposed.

Keywords: *industrial enterprise, management system, modernization, digital economic environment, digital economy, digital transformation, digital technologies.*

Введение

Развитие цифровой экономической среды, которая характеризуется интенсивным использованием цифровых данных и технологий, сопровождается технократизацией и интеллектуализацией деятельности современных промышленных предприятий, однако их системы управления в большинстве случаев являются устаревшими и неэффективно функционирующими. Многочисленные факторы, которые ранее считали малозначимыми и не учитывали, сегодня существенно влияют на хозяйственно-производственную деятельность промышленных предприятий. Цифровизация организационно-производственных отношений, усложнение интеллектуализированных систем управления и коммуникаций – определяющие факторы модернизации системы управления предприятия, которые несмотря на многочисленные научные труды, посвящённые данной тематике, на сегодня еще недостаточно исследованы.

В научной литературе [5,6,7,10] предприятие рассматривается, с одной стороны, как материализованная социально-экономическая структура, а с другой – как совокупность способов, характеристик, законов, взаимосвязей и отношений между производственными структурами предприятия.

Переосмысление нелинейности и многомерности системы управления промышленных предприятий, ее неоднозначности и незапланированности становится источником нового понимания современного управления и организационного порядка. Происходит переход к новым моделям управления через интеграцию цифровых процессов на предприятиях, их объединение посредством глобальных информационно-коммуникационных сетей.

Определение понятия «система управления предприятия» отличается разнообразием стилистических форм, однако для большинства вариантов дефиниций целесообразно выделить два предельных подхода. С одной стороны, наблюдаем расширенную трактовку этой категории – отождествление ее с общей структурой предприятия. С другой стороны – констатируем сужение этого понятия до уровня организационная структура управления, а это объясняется тем, что функции и структура управления – это две неразрывно взаимосвязанные и взаимообусловленные части единого целого, то есть система управления предприятия наиболее обобщенно представляет соответственно содержание и форму процесса управления. Взаимообусловленность функций и структуры управления предполагает первичность функций и вторичность структуры управления, хотя такое их взаимоотношение скорее относительное, чем абсолютное. Это объясняется тем, что в повседневной деятельности любое предприятие, наряду с формальной структурой, имеет и неформальную – систему межличностных и межгрупповых связей и взаимодействий, контактов, не основанных на официальных договоренностях.

Эффективная система управления предприятия в цифровой экономической среде должна удовлетворять следующим требованиям:

- обеспечивать адаптивное, гибкое и надежное управление на всех уровнях;
- гарантировать финансовую устойчивость и прибыльность;
- реализовывать специальные функции менеджмента на базе структурных подразделений предприятия;
- обеспечивать производственную деятельность необходимыми ресурсами;
- оперативно реагировать на внутренние и внешние возмущения, предотвращая риски;
- обеспечивать достаточный уровень мобильности и гибкости при минимальном количестве уровней управления;
- поддерживать эффективную модернизацию структур управления;
- минимизировать затраты на выполнение управленческих функций путем внедрения новых информационно-коммуникационных технологий обработки больших объемов информации, возрастающих экспоненциально.

В условиях развития цифровой экономической среды все четче прослеживается тенденция признания многоплановости и многоаспектности основных категорий, описывающих систему управления предприятия как социально-экономическую целостную структуру. Благодаря диалектическому развитию элементы и структура системы управления предприятия приобретают новые свойства – пересматривается содержание и форма понятийных характеристик, что требует определенных модернизационных процедур, которые комплексно охватят логически взаимосвязанные преобразования структурных подразделений, чтобы в полной мере отвечать конъюнктуре рынка и требованиям внешней среды.

Необходимость модернизации системы управления промышленных предприятий в цифровой экономической среде

Современные тенденции цифровизации экономической среды тесно связаны с накоплением и интенсивным использованием распределенного сетевого интеллектуального капитала как источника повышения эффективности деятельности и конкурентоспособности промышленных предприятий. Цифровые данные становятся единственным устойчивым конкурентным преимуществом, поэтому сегодня большинство предприятий стремятся накапливать и активно использовать интеллектуальный капитал. Инновационная деятельность современных предприятий рассматривается как определяющий фактор, который способствует получению дополнительной прибыли.

Реализации новых возможностей промышленных предприятий препятствует тот факт, что они в большинстве необоснованно соблюдают правила и подходы традиционной экономики. Модернизация системы управления промышленных предприятий и широкое применение перспективно

интеллектуальных методов управления становится необходимым требованием выживания и развития. Подавляющее большинство систем управления предприятия все еще не приспособлены к новым условиям использования цифровых технологий с учетом роста возможностей Интернета и цифровизации экономической среды, а поэтому нуждаются в кардинальных изменениях и совершенствовании.

На сегодня модернизация системы управления предприятия происходит с нарушением начальной симметрии, расширения внешних коммуникаций, появления новых центров тяжести и разветвленных путей развития, данная ситуация обуславливает усиление экономических, социальных, организационных флуктуаций и импульсное развитие предприятий. Необходимо учитывать, что эффективная модернизация не достигается автоматически, а только при удовлетворительном уровне развитости промышленных предприятий. Непродуманное использование цифровых технологий и внедрение различных трендов диджитализации грозит значительными затратами ресурсов.

Эффективные инструменты модернизации системы управления промышленных предприятий в цифровой экономической среде

С учетом влияния тенденций развития цифровой экономики [1,3,4,9] можно констатировать, что правила функционирования системы управления промышленных предприятий кардинально изменились. Процесс развития предполагает периодическое внедрение инновационных управленческих инструментов, а основная задача управления состоит в выборе рационально обоснованной траектории модернизации предприятия.

Глобальный переход к цифровым технологиям [2,8] обуславливает необходимость фундаментальной модернизации традиционных систем управления промышленных предприятий. Цифровая среда характеризуется повышенной волатильностью, неопределенностью, сложностью и неоднозначностью, что делает устаревшие иерархические модели управления неэффективными. Конкурентоспособность современного промышленного предприятия все в большей степени определяется не объемом активов, а скоростью принятия решений, гибкостью производственных процессов и способностью к инновациям.

Цифровая трансформация системы управления – это не просто автоматизация существующих бизнес-процессов, а их фундаментальный пересмотр и внедрение новых, основанных на данных, инструментов принятия управленческих решений. Актуальность этого обусловлена наличием существенного разрыва между технологическими возможностями, предлагаемыми цифровой экономикой, и реальным уровнем их внедрения и адаптации в системах управления промышленных предприятий.

Современный арсенал инструментов для модернизации системы управления можно структурировать по следующим ключевым направлениям:

Инструменты сбора и интеграции данных — промышленный Интернет вещей, который представляет собой сеть взаимосвязанных промышленных устройств, оснащенных датчиками и программным обеспечением для сбора и обмена данными. Внедрение IoT позволит:

- реализовать сквозную видимость (end-to-end visibility) производственных активов в реальном времени;
- перейти от планово-предупредительного к предиктивному обслуживанию (predictive maintenance), прогнозируя отказы оборудования до их наступления;
- оптимизировать логистику и управление цепями поставок за счет отслеживания сырья и готовой продукции.

Инструменты анализа и интеллектуальной поддержки решений — технология Big Data и искусственного интеллекта для обработки больших массивов структурированных и неструктурированных данных с применением алгоритмов машинного обучения, что позволит:

- выявлять скрытые закономерности и прогнозировать спрос, цены на сырье, поведение оборудования;
- автоматизировать процессы управления качеством через компьютерное зрение для дефектации продукции.
- внедрять системы предикативной аналитики, которые не только прогнозируют события, но и рекомендуют оптимальные управленческие действия.

Инструменты моделирования и виртуализации — цифровые двойники (Digital Twins), виртуальные копии физических объектов, процессов и системы в целом, которые синхронизируются в реальном времени. Их применение в управлении позволяет:

- проводить виртуальные испытания новых продуктов, технологических процессов и режимов работы оборудования без остановки производства;
- оптимизировать производственные циклы и выявлять «узкие места»;
- отрабатывать сценарии реагирования на нештатные ситуации.

Организационно-управленческие инструменты — Agile, DevOp, так как модернизация требует изменения не только технологий, но и управленческих практик. Agile-подходы (Scrum, Kanban) позволят повысить гибкость управления проектами и адаптивность к изменениям. DevOps-практики ускорят внедрение новых цифровых решений за счет тесной интеграции команд разработки и эксплуатации.

Успешная модернизация системы управления промышленных предприятий в цифровой экономической среде требует системного многоуровневого подхода:

Технологический уровень — это внедрение конкретных инструментов IoT-сенсоров, промышленный Интернет вещей, ПО для анализа данных, решающих локальные задачи.

Процессный уровень — реинжиниринг бизнес-процессов на основе полученных данных, создание кросс-функциональных команд, работающих с цифровыми инструментами.

Стратегический уровень — это интеграция данных и аналитики в процесс стратегического планирования, формирование data-driven culture, когда решения на всех уровнях принимаются на основе объективных данных, а не интуиции.

Модернизация системы управления промышленного предприятия в цифровой среде является не опцией, а императивом выживания и развития. Эффективность этого процесса обеспечивается не отдельными цифровыми инструментами, а их синергией и интеграцией в перестройке бизнес-процессов.

Выводы

Модернизация системы управления промышленных предприятий как адаптивной и самообучающейся системы, нельзя однозначно описать универсальными законам и принципам. Поскольку каждый момент существования промышленного предприятия единичный и уникальный, а бесконечное разнообразие организационных моментов зависит от случайностей, возникающих из-за постоянных изменений и преобразований, следовательно невозможно однозначно спрогнозировать деятельность промышленного предприятия, учесть неопределенность и стохастичность цифровой экономической среды, однако можно с заданной надежностью обосновать траекторию его модернизации. Поэтому в современной практике управленческие решения определяются не четким планом выполнения задач, а гибким многовариантным саморегулируемым алгоритмом действий. Целесообразно также учитывать такие характеристики организационных процессов, как необратимость и неравномерность, дискретность и флуктуативность. В качестве практических рекомендаций модернизации системы управления промышленных предприятий в цифровой экономической среде предлагается реализация следующих мероприятий:

Внедрять пилотные проекты с быстрым и измеримым результатом для демонстрации эффективности и получения финансирования.

Инвестировать в развитие человеческого капитала, внедрять программы upskilling, reskilling, формировать кросс-функциональные команды.

Формировать целостную стратегию цифровой трансформации, увязанную с генеральной стратегией предприятия.

Создавать надежную архитектуру кибербезопасности на основе принципа «security by design».

Внедрять новые ключевые показатели эффективности, отражающие эффективность использования цифровых активов и data-driven управления — скорость принятия решений, точность аналитики и прогнозов.

В общем, концепция модернизации системы управления промышленных предприятий в цифровой экономической среде заключается в динамическом обновлении направлений ее изменения в зависимости от обновления производственных технологий под влиянием цифровых технологий, развития коммуникационных возможностей и привлечения специализированного сильного искусственного интеллекта.

Литература

1. Агеев, А.И. Технократическая концепция проектов цифровой экономики: синергия интеграции систем и данных / А.И. Агеев, В.Н. Бондарик, О.Д. Иванова, А.В. Кудрявцев, А.А. Лощинин // Микроэкономика. – 2018. – № 5. – С.14-21.
2. Альпидовская, М.Л. Виртуальная реальность глобальной экспансии «цифры» // Философия хозяйства. 2020. – № 3 (129). – С. 87–99.

3. Аузан, А.А. Цифровая экономика как экономика: институциональные тренды / А.А. Аузан // Вестник Московского университета. Серия 6: Экономика. 2019. – № 6. – С. 12–19.
4. Бабкин, А.В. Инновационные кластеры цифровой экономики: теория и практика. Монография / А.В. Бабкин. – СПб.: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого", 2018. – 676 с.
5. Багаутдинова, Н.Г. Новые конкурентные преимущества в условиях цифровизации / Н.Г. Багаутдинова, Р.А. Багаутдинова // Инновации. – 2018. – № 8. – С. 80-83.
6. Гвоздева, Т. Проблемно-ориентированное управление организационным развитием: монография / Т. Гвоздева, А. Белов. – LAP Lambert Academic Publishing, 2011. – 172 с.
7. Глущенко, В.В. Исследование систем управления: учебн. пособ. / В.В. Глущенко, И.И. Глущенко. – 2-е изд., перераб. и доп. – Железнодорожный: ООО НПЦ "Крылья", 2004. – 416 с.
8. Управление бизнесом в цифровой экономике: вызовы и решения: монография / под ред. И.А. Аренкова, Т.А. Лезиной, М.К. Ценжарик, Е.Г. Черновой. – Санкт-Петербург: СПбГУ, 2019. – 360 с.
9. Устюжанина, Е.В. Цифровая экономика как новая парадигма экономического развития / Е.В. Устюжанин, А.В. Сигарев, Р.А. Шеин // Нац. интересы: приоритеты и безопасность. – 2017. – Т.13, № 10. – С.1788-1804.
10. Филин, С.А. Принципы управления инновационной деятельностью предприятий в России при переходе к «цифровой» экономике / С.А. Филин, А.А. Кузина // Нац. интересы: приоритеты и безопасность. – 2018. – Т.14, вып.3. – С. 507-519.

УДК 004.942, JEL Classification: C63; C61

Подход к имитационному моделированию процесса сгущения для выбора приводов горнообогатительного оборудования

Завозина О.Ю.¹, Панченко О.А.²

¹к.т.н., старший преподаватель кафедры «Основы конструирования машин» МГТУ им. Н.Э. Баумана, zaitseva.ou@bmstu.ru

²студент магистратуры кафедры «Основы конструирования машин» МГТУ им. Н.Э. Баумана, panchenko@gmail.com

Аннотация. В данной статье представлен подход к оптимизации работы приводов сгустителя на основе имитационной модели, реализованной с применением отечественного программного обеспечения. Выделены возможности системы Лоцман: PLM полезные для составления адекватной модели. Рассмотрен процесс сгущения руды и выделены параметры, влияющие на выбор оптимального исполнения привода в оборудовании. Приведенная классификация позволяет разделить параметры на управляемые, неуправляемые и результаты моделирования. В итоге установлена функциональная зависимость, позволяющая численно обосновать выбор привода.

Ключевые слова: Имитационное моделирование, сгущение, сгуститель, привод, IDEF0, сеть массового обслуживания, математическая модель, энергоэффективность, регулируемый электропривод, PLM-системы.

Approach to simulation modeling of the thickening process for selecting drives of mineral processing equipment

Olga Zavozina¹, Olga Panchenko²

¹ assistant of department «Fundamentals of machine design», Bauman University, Moscow.

² master's student, department of "Fundamentals of Machine Design", Bauman University, Moscow.

Abstract. This article presents an approach to optimizing the operation of thickener drives based on a simulation model implemented using domestic software. The capabilities of the Loftsman:PLM system useful for creating an adequate model are highlighted. The process of ore thickening is considered, and the parameters influencing the choice of the optimal drive design for the equipment are identified. The provided classification allows dividing the parameters into managed, unmanaged, and simulation results. As a result, a functional dependence is established, allowing for a numerical justification of the drive selection.

Keywords: *simulation modeling, thickening, thickener, drive, IDEF0, queuing network, mathematical model, energy efficiency, adjustable electric drive, PLM systems.*

Введение

Процесс сгущения является критически важным переделом на горнообогатительных комбинатах (ГОКах), непосредственно влияет на их общую пропускную способность, объемы выпуска продукции, себестоимость и качество конечной продукции. В условиях истощения запасов качественных руд и вовлечения в переработку некондиционного сырья с высоким содержанием примесей нагрузка на оборудование для сгущения многократно возрастает. Нагрузочная способность горнообогатительного оборудования во многом зависит от передач, переводящих вращающий момент с двигателей в полезное механическое усилие [1]. Одной из наиболее острых проблем эксплуатации радиальных сгустителей является игнорирование факторов, влияющих на выбор привода. Так, не рассчитанный на высокие крутящие моменты привод в условиях «тяжелого» сгущения, выходит из строя, вызывая длительные простои и требуя дорогостоящего ремонта или замены, что сопоставимо со стоимостью нового оборудования [2].

Традиционные методы расчета и проектирования сгустителей не позволяют адекватно описать реальный процесс [3]. На сегодняшний день актуальна проблема отсутствия математических моделей процесса, позволяющих получить корректные расчетные результаты для таких сложных систем, как горнообогатительное оборудование.

Решение задачи требует применения методов системного анализа, среди которых ключевую роль играет имитационное моделирование. В частности, использование отечественного программного продукта PLM-системы «Лощман» (с англ. Product Lifecycle Management) в качестве единой платформы данных позволяет создать строгую методологическую основу для такого исследования (Рис. 1). Достоверность таких моделей критически зависит от качества и согласованности исходных данных, что обуславливает необходимость интеграции инструментов моделирования с системами управления инженерными данными на всех этапах жизненного цикла продукции.

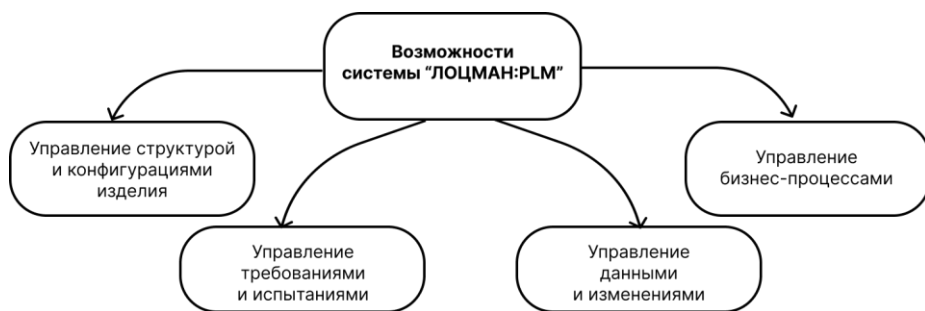


Рис. 1. Возможности системы Лощман:PLM, применимые для создания имитационной модели горнообогатительного процесса

Применение PLM – системы обеспечивает синхронизацию между имитационной моделью и проектной документацией, то есть любые изменения конструктивных параметров оборудования автоматически становятся основой для актуализации модели. Такой подход гарантирует адекватность модели и позволяет проводить комплексный анализ системы в различных эксплуатационных сценариях [4].

Формирование имитационной модели

Рассмотрим подход к имитационному моделированию сложных производственных процессов на примере обогащения руды в ГОК путем сгущения. Сгущением называется процесс обезвоживания обводненных тонкозернистых продуктов путем осаждения твердых частиц и выделения жидкой фазы в виде осветленного слива [5], ключевые этапы которого, приведены на рисунке 2. Рисунок составлен с помощью метода графического и функционального моделирования – нотации IDEF0.

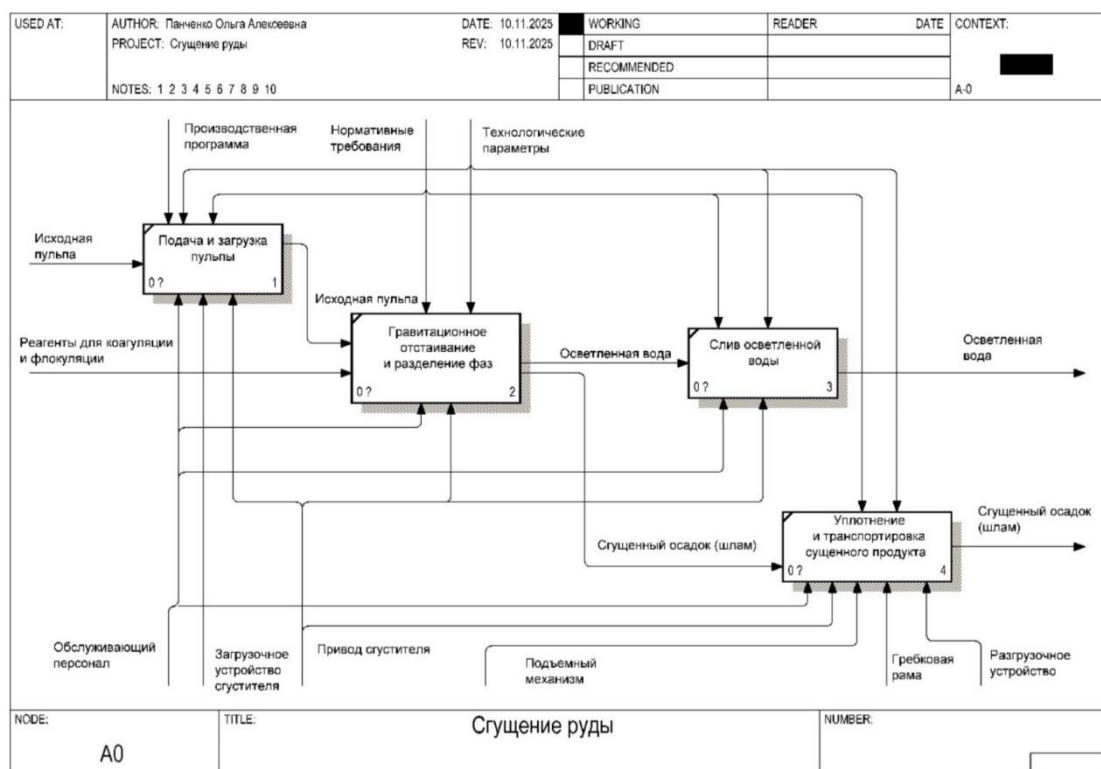


Рис. 2. Процесс сгущения руды, представленный в нотации по стандарту IDEF0

Как следует из модели, привод функционирует в сложной системе, где на него одновременно влияют:

- входные параметры (реологические свойства пульпы, гранулометрический состав);

- управляющие воздействия (изменение производственной программы, регламентов);
- конструктивные ограничения (геометрия аппарата, тип гребкового механизма).

В данном случае имитационная модель, которая интегрирует все выявленные параметры в единую динамическую систему, позволяет воспроизводить поведение всей системы «сгуститель-привод» в различных эксплуатационных сценариях. На основе формализованного процесса может быть разработана имитационная модель, структурный скелет которой представлен на рисунке 3.

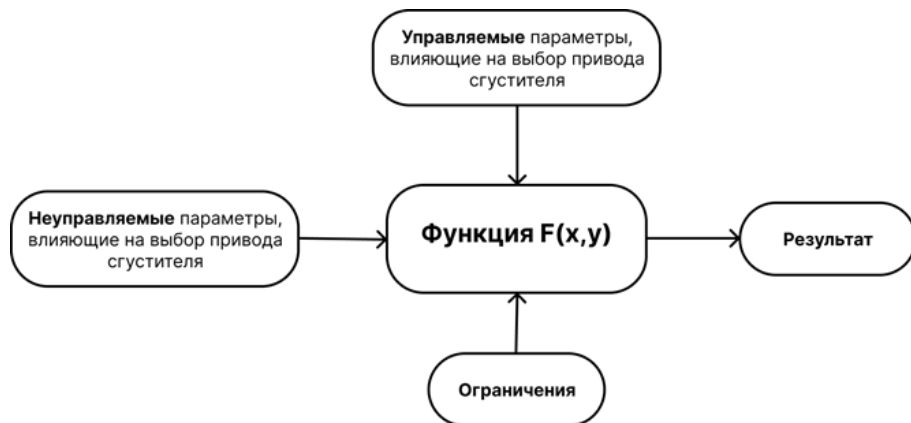


Рис. 3. Формализация подхода к имитационному моделированию в контексте выбора привода сгустителя

Результаты классификации параметров модели

Разработка имитационной модели требует четкого разделения параметров процесса на управляемые и неуправляемые, что определяет методологию проведения виртуальных экспериментов и анализа результатов. Параметры имитационной модели процесса сгущения можно разделить на три основные группы (таблица 1).

Выходным параметром, или результатом имитационного моделирования, является набор параметров, являющимися требованиями к приводам оборудования. По полученному набору параметров в дальнейшем конструктор может оценить текущую конструкцию привода и при необходимости выбрать более подходящий вариант. Данная классификация позволяет системно подойти к созданию имитационной модели, где варьирование управляемых параметров для заданных внешних условий, помогает обосновать выбор привода для оборудования с оптимальными параметрами.

Таблица 1. Классификация параметров имитационной модели*

Категория параметров	Параметры
Неуправляемые параметры (Входные данные/ограничения)	Свойства сырья – Минералогический состав – Плотность твердой фазы – Исходный гранулометрический состав – Химический состав пульпы (рН)
	Конструктивные ограничения – Диаметр и геометрия сгустителя – Конструкция гребкового механизма – Тип и характеристики привода
	Внешние условия – Температура окружающей среды – Производственная программа
Управляемые параметры (Рычаги воздействия)	Реагентный режим – Тип флокулянта/коагулянта – Дозировка реагента – Точка подачи реагента
	Технологический режим – Плотность питания сгустителя – Скорость вращения гребков
	Режим работы привода – Алгоритм управления – Система защиты оборудования от перегрузок
Результаты (Выходные параметры)	Нагрузка на привод – Средний крутящий момент – Пиковый момент – Вид динамической нагрузки
	Качество продуктов – Плотность сгущенного продукта – Прозрачность слива
	Экономические показатели – Удельный расход флокулянта – Удельное энергопотребление

* Составлено на основе [5, 6]

Принцип работы имитационной модели основан на установлении функциональной зависимости (1) между входными параметрами и результатами [7]:

$$y = F\left(\sum_{i=1}^N w_i x_i\right) = F(WX) \quad (1)$$

где $X = (x_1, x_2, \dots, x_N)^T$ – числовой массив входных (управляемых и неуправляемых) параметров, $W = (w_1, w_2, \dots, w_N)$ – массив весовых коэффициентов, F – функция преобразователь.

Разработанная структура создает основу для интеграции с PLM-системой, где неуправляемые параметры хранятся в виде справочников материалов и

оборудования, а управляемые параметры и результаты расчетов составляют модели технологических процессов. Это позволяет осуществлять обоснованный выбор и эксплуатацию приводов сгустителей на основе комплексного математического моделирования.

Заключение

Проведенное исследование демонстрирует возможность применения имитационного моделирования для решения проблемы оптимизации работы приводов сгустителей на горнообогатительных комбинатах. Разработанный подход позволяет преодолеть ограничения традиционных методов выбора приводного оборудования, основанных на статических расчетах и эмпирических коэффициентах запаса.

Интеграция предлагаемого подхода с системой "Лоцман:PLM" обеспечивает использование актуальных и верифицированных данных на всех этапах жизненного цикла оборудования. Перспективой дальнейших исследований является разработка действующей имитационной модели системы "сгуститель-привод" с возможностью адаптивного управления технологическим процессом на основе прогнозирования нагрузочных характеристик в реальном времени.

Литература

1. Захаров М. Н., Сеницына Ю. В. Лекции о деталях машин. Вологда: Инфра-Инженерия. 2025. 224 с.
2. Бауман, А. В. Сгущение и водооборот / А. В. Бауман. – Новосибирск : Издательство Сибпринт, 2020. — 32 с.
3. Сгустители // Коралайна Технологии URL: <https://coraltech.ru/articles/1/sgustiteli> (дата обращения: 10.11.2025).
4. ЛОЦМАН:PLM Система управления инженерными данными и жизненным циклом изделия // АСКОН URL: <https://ascon.ru/products/loodsman-plm> (дата обращения: 10.11.2025).
5. Приказ Ростехнадзора от 08.12.2020 г. N 505 "Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых" от 01.01.2021 г. № 61651 // Официальный интернет-портал правовой информации. - 2020 г. - № 0001202012220071. - с изм. и допол. в ред. от 22.12.2020. с. 284
6. Отраслевой стандарт ОСТ 48-286-86 Сгустители Однорусные. Технические условия от 01.01.1988 № ОКП 31 3242 // Министерство цветной металлургии СССР. с.19
7. Завозина, О. Ю. Использование многопараметрического критерия качества для выбора стратегии модернизации производства / О. Ю. Завозина, Ю. В. Сеницына // Контроль. Диагностика. – 2024. – Т. 27, № 12(318). – С. 59-66.

УДК 338.24.01(045); JEL Classification: M100.

Подходы к применению метода стратегий заинтересованных сторон в российских промышленных организациях

Зотов Ф.П.

к.т.н., доцент кафедры менеджмента и предпринимательства УрГЭУ, fzotov@inbox.ru.

Аннотация. В настоящей статье рассмотрены перспективы применения метода стратегий заинтересованных сторон менеджментом промышленных российских организаций. Установлено, что большая часть российских исследователей рассматривает тему заинтересованных сторон с позиций воздействия на заинтересованные стороны как на объект управления. Выявлено, что менеджментом воспринимаются только традиционные стратегии, направленные на максимизацию экономической ценности для инвесторов. Предложено применить метод стратегий заинтересованных сторон менеджментом российских промышленных организаций.

Ключевые слова: менеджмент промышленной организации, метод стратегий заинтересованных сторон, ценностный подход.

Approaches to the application of the stakeholder strategy method in Russian industrial organizations

Fedor Zotov

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Management and Entrepreneurship, Ekaterinburg.

Abstract. This article examines the prospects for applying the stakeholder strategy method to the management of Russian industrial organizations. It is established that most Russian researchers approach stakeholder issues from the perspective of influencing them as a management object. It is also revealed that management uses only traditional strategies aimed at maximizing economic value for investors. The application of the stakeholder strategy method to the management of Russian industrial organizations is proposed.

Keywords: industrial organization management, stakeholder strategy method, value approach.

Введение

В исследовании предложена тема продвижения в российские промышленные организации методов и инструментов менеджмента, которые относительно недавно получили положительную практику применения в зарубежных компаниях [3]. Поставлена задача найти аргументы для продвижения *метода стратегий заинтересованных сторон* в российские промышленные организации.

Как определено в материалах Bain&Company⁶, *метод стратегий заинтересованных сторон* (далее - *метод*) является субъектом ценностного подхода в рамках взаимодействия бизнес-модели базовой компании с ее заинтересованными сторонами. В то время как традиционные стратегии компаний направлены на максимизацию экономической ценности для инвесторов, применение *метода* формирует взаимовыгодные стратегии, благодаря чему бизнес-модели устойчиво генерируют взаимные выгоды [10].

Применение *метода* менеджментом организации позволяет формировать конкурентные преимущества в части снижения риска, а также в более широких возможностях роста. Другими эффектами от применения *метода* являются облегчение доступа к заемному капиталу, улучшение отношений с поставщиками, увеличение количества связей с сообществами и др. В течение долгого времени аргументом в менеджменте было предубеждение в том, что невозможно создавать ценности всем заинтересованным сторонам, не нанося ущерба ценностям для инвесторов. Но данные, собранные за последние годы компанией Bain&Company, свидетельствуют об обратном. В опросе Bain&Company 2023 года этот *метод* включен в топ-подборку из 25ти инструментов и имеет рейтинг применения зарубежными компаниями на уровне 16% из 100% компаний, в которых он был применен.

Методы и материалы

В качестве теоретической базы исследования автор придерживался концепции стейкхолдеров (заинтересованных сторон) Р. Фримена [4]. В этой концепции утверждается, что устойчивое развитие компании зависит от управления над различными группами юридических и физических лиц, заинтересованных в бизнесе компании (стейкхолдеров).

В 1998 году вышла работа А. Свендсен “Стратегия заинтересованных сторон” [6]. В ней представлено пошаговое руководство, которое компании могут использовать для поддержки сотрудничества с внутренней и внешней средами. По мнению А. Свендсен для реализации пошагового руководства важно создание структур поддержки сотрудничества, включая коммуникационные структуры, и методик организационных преобразований, пригодных для совместной работы. Ожидается, что они позволяют по-новому осознать важность сотрудничества и проявить приверженность к нему.

⁶Bain & Company - международная консалтинговая компания. Входит в большую тройку консалтинговых компаний наравне с McKinsey и Boston Consulting Group. Специализируется на стратегическом консалтинге // About us. URL: <https://www.bain.com/about/> (дата обращения 20.10.2025)

В настоящем исследовании применялся термин “value”, в переводах с английского понимаемого как “ценность” в отличии от термина “cost”, который большей частью понимается как “стоимость”. Идеи менеджмента по ценностям (management by values, MBV) были обобщены группой авторов из компании McKinsey&Company в составе Koller T., Goedhart M. и Wessels D. еще в 1990 году [5]. Бланшар К. и О'Коннор М. описали установление практики менеджмента по ценностям (management by value), которым подчинены стратегии и оперативной деятельности компаний [1]. Настройка ценностей становится сущностью действий, по которой проверяется, насколько процессы компании находятся в противоречии с провозглашенными ценностями. Планируется горизонт внедрения ценностей до 3-х лет, пока в компании окончательно не закрепится культура ценностного подхода.

Исследование Юдина О.Ю. расширило ценностные и технологические подходы к бизнес-моделям. По его мнению, вовлечение в процесс формирования ценностей партнеров, обладающих уникальными конкурентными преимуществами, и создание цепочки ценности, в которой каждый процесс реализуется наиболее компетентным партнером, позволяет создавать максимально привлекательную ценность [2].

Результаты и обсуждения

Большая часть российских исследователей рассматривает тему отношений с заинтересованными сторонами с позиций воздействия, где заинтересованной стороне отведена роль объекта управления, то есть именно так, как она изложена Р. Фриманом в его концепции стейкхолдеров. Попытка преодолеть такую позицию сводится к согласованию общих ценностей и взаимных выгод. В итоге становится востребованной достаточно полная инсайдерская информация из области ответственности организации, которая позволяет продолжить исследования, чтобы ответить на вопрос “How to Create a Stakeholder Strategy? / Как создать стратегию взаимодействия с заинтересованными сторонами”, заданный в одноименной статье экспертами Rigby D., First Z., O'Keeffe D. [7].

В 2019 году Круглый Стол Бизнеса (с англ. Business Roundtable), позиционируемый как ассоциация более чем 200 генеральных директоров ведущих американских компаний, представляющих все отрасли экономики США, выпустил заявление о конце эпохи, в которой целью всех крупных корпораций была максимизация акционерной стоимости⁷. Взамен компаниям рекомендовалось взаимодействие с заинтересованными сторонами, которые оказывают существенное влияние на бизнес: клиентов, сотрудников, поставщиков, сообщества, инвесторов. Компаниям предлагалось создавать ценность каждому заинтересованному лицу, что по мнению представителей ассоциации поможет установить новый стандарт для руководства компаниями.

Но это заявление создало проблемы по причине того, что многие лидеры компаний неохотно соглашались принимать на себя обязательство заниматься ценностями заинтересованных сторон. Критики продолжают утверждать, что, во-первых, применение *метода* есть пробудившийся альтруизм, который не

⁷ About us. URL: <https://www.businessroundtable.org/> (дата обращения 24.11.2025)

должен волновать компании. Во-вторых, применение *метода* требует понимания взаимных связей и взаимодействия между всеми заинтересованными сторонами, а также умения создавать ценность для каждой заинтересованной стороны. В-третьих, лидеры компаний выразили опасения, что применение *метода* станет невероятно сложной задачей.

В статье “A Steps for Creating and Implementing a Stakeholder Strategy / Шаги по созданию и реализации стратегии взаимодействия с заинтересованными сторонами” ее авторы Rigby D., First Z., François F. отразили сценарии для перехода компаний от стремления максимизировать акционерную стоимость к стремлению создавать ценность для каждой заинтересованной стороны [8].

Тем не менее, ведущие американские компании согласились предоставлять свои данные о практике взаимодействия с заинтересованными сторонами. Для анализа сложных взаимоотношений привлекались независимые рейтинговые агентства, такие как Drucker Institute⁸, Just Capital⁹, Embankment Project for Inclusive Capitalism¹⁰. Важно отметить включение в рейтинги данных рядом известных компаний, которые неизменно подтверждали стратегию генерирования ценностей для заинтересованных сторон.

Procter & Gamble. Что касается инсайдерских данных по компании Procter & Gamble, то их анализ показал строгую структурированность и детализацию в отношении освоения *метода стратегий заинтересованных сторон*¹¹. Компания является единственной компанией, которая за все годы участия в рейтингах Drucker Institute входила в топ-компаний по всем показателям применительно к стратегиям заинтересованных сторон. Поддержка этих показателей было немалым напряжением воли и сил менеджмента. Представляется, что такие компании с большей вероятностью создадут долгосрочную и привлекательную акционерную ценность, чем компании, изобилующие перегоревшими сотрудниками и недоверчивыми клиентами.

Costco. В компании Costco, позиционируемой как американская транснациональная корпорация, управляющей сетью крупных розничных магазинов, учредитель объяснял стратегию компании следующим образом: “В нашем бизнесе нам нужно делать, по сути, четыре вещи: мы должны соблюдать закон, заботиться о наших клиентах, заботиться о наших сотрудниках и уважать наших поставщиков. Мы думаем, что если мы выполним эти четыре действия в таком порядке, то сможем сделать то, что должны сделать в долгосрочной перспективе, а именно вознаграждать наших акционеров”. Такая расстановка приоритетов четко прописана на веб-сайте Costco¹².

Health Tech. Компания Health Tech, позиционируемая как разработчик инноваций в цифровой медицине, решила, что приоритеты и весомость заинтересованных сторон должны отражать собственные цели компании и

⁸ Рейтинги компаний. URL: <https://drucker.institute/company-rankings/> (дата обращения 13.10.2025)

⁹ Общий рейтинг 2024 года. URL: <https://justcapital.com/rankings/> (дата обращения 13.10.2025)

¹⁰ Набережная для инклюзивного капитализма. URL: <https://coalitionforinclusivecapitalism.com/epic/> (дата обращения 13.10.2025)

¹¹ Этика и корпоративная ответственность. URL: <https://us.pg.com/ethics-and-corporate-responsibility/> (дата обращения 04.05.2025)]

¹² Welcome to Costco. URL: <http://customerservice.costco.com> (дата обращения 04.05.2025)

фактический опыт. Используя почти десятилетний сбор данных обо всех заинтересованных сторонах, команда создала имитационную модель, которая помогает отображать связи между заинтересованными сторонами и которая учитывала 3 фактора: способность компании влиять на результаты заинтересованных сторон, прямое влияние заинтересованной стороны на бизнес-результаты компании и влияние заинтересованной стороны на другие заинтересованные стороны, которые, в свою очередь, влияют на бизнес-результаты компании¹³.

Заключение

Представляется целесообразным предложить создать практическое руководство по разработке и установлению *метода стратегий заинтересованных сторон* собственникам российских промышленных организаций на основе методического пособия Rigby D. First Z., O’Keeffe D., консультантов компании Bain&Company [9]. Такое решение стало бы прорывом в реализации стратегий российской организации по отношению ко своим заинтересованным сторонам в наших российских условиях. И это было бы не просто достойное решение. Компании, которые создают стратегии, приносящие ценности своим заинтересованным сторонам, и создают механизм их реализации, становятся более успешными и устойчивыми в развитии. В таких компаниях снижаются риски ухода клиентов, текучести человеческих ресурсов, потерь доверия инвесторов, общественных протестов, жесткого регулирования и нарушения конкуренции. Любой из этих факторов несет угрозу бизнесу компании.

Как показывает практика упомянутых зарубежных компаний, освоение *метода стратегий заинтересованных сторон* не стало благотворительностью, капитализация бизнеса не снизилась, активы за пределы компаний не переносились. Руководство компаний не ощутило нереальной сложности или альтруизма в освоении *метода*.

Метод стратегий заинтересованных сторон в любом проекте, в которую он была включен, становился целенаправленным шагом. И каждый шаг создавал все больше свидетельств и уверенности в том, что *метод* имеет солидную деловую направленность.

Литература

1. Бланшар К., О’Коннор М. Управление по ценностям. Издательство “Попурри”, 2003. 144 с.
2. Юдин О.И. Ценностной подход к бизнес-моделированию // Европейский журнал социальных наук, 2012. №3. С.177-183.
3. Зотов Ф.П. Тенденции развития инструментария менеджмента. Сборник статей по итогам XVIII национальной научно-практической конференции с международным участием. Санкт-Петербург, 2023. С. 198-202.
4. Freeman R. E. A Stakeholder Management: Stakeholder Approach. Marshfield, MA: Pitman Publishing, 1984. 296 p.
5. Koller T., Goedhart M., Wessels D. Valuation: Measuring and Managing the Value of Companies. John Wiley & Sons, 2020. 896 p.
6. Svendsen A. The Stakeholder Strategy: Profiting from Collaborative Business Relationships. Berrett-Koehler Publishers, 1998. 224 p.

¹³About us. URL: <https://www.health.tech.com> (дата обращения 04.05.2025)

7. Rigby D., First Z., O'Keeffe D. How to Create a Stakeholder Strategy? Harvard Business Review, May/June, 2023. P. 62-71.
8. Rigby D., First Z., François F. 3 Steps for Creating and Implementing a Stakeholder Strategy. Harvard Business Review. May, 2023.
9. Rigby D., First Z., O'Keeffe D. A Practical Guide to Designing a Stakeholder Strategy. Harvard Business Review. May/June, 2023.
10. Stakeholder Strategies. URL:// <https://www.bain.com/insights/management-tools-stakeholder-strategies/#> (дата обращения 24.10.2025)

УДК: 519.217.2; JEL Classification: G31

Разработка оптимизационной модели для расчета предельно возможной производительности проектной команды крупного аудиторского предприятия

Иванов М.¹, Матвеев С.Г.²

¹студент 1-го курса магистратуры, кафедра «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана, ivanov.mikhail554@gmail.com;

²доцент, к.т.н., доцент кафедры «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана, matveevsg@bmstu.ru.

Аннотация. В статье рассматривается оптимизационная математическая модель для расчета предельной производительности проектной команды внешнего аудита. Разработана формализованная постановка оптимизационной задачи, определено множество варьируемых параметров, множество неизвестных и ограничений, построена целевая функция. Проведенные расчеты с использованием метода линейного программирования на примере данных конкретного предприятия позволило определить наличие значительного дисбаланса в распределении нагрузки на членов проектной команды и определить имеющиеся резервы повышения производительности.

Ключевые слова: предприятие, производственная система, аудит, оптимизация, математическая модель, линейное программирование, производительность, проектная команда.

Development of an optimization model for calculating the maximum possible productivity of the project team of a large audit company

Mikhail Ivanov, ¹Sergey Matveev²

¹Student in Department of Economics and Organization of Production, Bauman Moscow State Technical University, Moscow;

²Candidate of Technical Sciences, Associate Professor in Department of Economics and Organization of Production, Bauman Moscow State Technical University, Moscow.

Abstract. The article discusses an optimization mathematical model for calculating the marginal productivity of an external audit project team. A formalized formulation of the optimization problem has been developed, many variable parameters, many unknowns and constraints have been determined, and an objective function has been constructed. The calculations performed using the linear programming method based on the example of data from a specific enterprise made it possible to determine the presence of a significant imbalance in the distribution of the load on the members of the project team and to determine the available reserves for increasing productivity.

Keywords: enterprise, production system, audit, optimization, mathematical model, linear programming, productivity, project team.

Введение

В условиях роста объемов обязательного аудита и ужесточения сроков сдачи финансовой отчетности, производительность проектных команд, работающих в аудиторских предприятиях, становится одним из ключевых факторов успеха этих организаций. Эффективность распределения ресурсов и организация работ в таких проектах напрямую влияют на способность компании своевременно и качественно выполнять проекты, сохраняя при этом мотивацию сотрудников [1].

Целью настоящего исследования является разработка и применение математической модели для расчета максимально возможной производительности проектной группы, позволяющей определить оптимальное распределение трудовых ресурсов при проведении аудиторских проектов. Основная суть подхода заключается в использовании детерминированной модели линейного программирования, которая позволяет максимизировать производительность аудиторской команды путём вариации коэффициентов загрузки различных категорий специалистов с учётом технологических и ресурсных ограничений процесса.

Применение математического моделирования в управлении аудиторскими проектами обоснованно необходимостью решения ряда практических задач: определение оптимального количества сотрудников каждой квалификационной категории; рациональное использование трудовых ресурсов и снижение непроизводительных затрат.

Описание объекта исследования

В рамках работы рассматривается деятельность проектной команды крупной аудиторской компании, выполняющих обязательный аудит годовой финансовой отчетности крупной фирмы. Процесс проведения аудита в рассматриваемом проекте длится в течение 3 месяцев.

Проектная команда формируется на период проведения работ на проекте и различается по профессиональной подготовке, времени работы и уровню управленческого воздействия. Команда включает следующие семь групп специалистов: партнеров (P), директоров (D), менеджеров (M), экспертов (S), аудиторов второй категории (A2), аудиторов первой категории (A1) и интернов (I) [2].

На Рис. 1 представлена процессная модель, на которой продемонстрированы этапы проведения аудита на проекте, а также участие различных групп специалистов на различных этапах работ.

Выполнение проекта обязательного аудита предусматривает проведение работ по четырём последовательным этапам [2, 3]. На каждом этапе решаются специфические задачи, требующие участия различных групп специалистов.

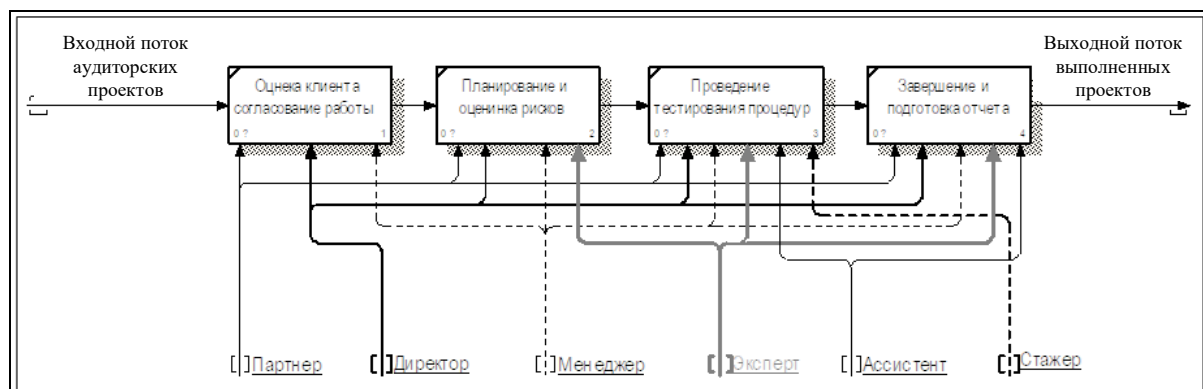


Рис. 1. Процессная модель работы команды на проекте

Этап 1. Оценка клиента и согласование работы. На этом этапе проводится комплекс предварительных процедур: сбор и анализ информации о клиенте, идентификация рисков, проверка независимости и объективности аудита. Завершается этап согласованием условий сотрудничества и подписанием договора на проведение аудита.

Этап 2. Планирование аудита и оценка рисков. Ключевой этап, включающий формирование специализированной аудиторской группы, разработку детальной программы аудита на основе анализа рисков и определение перечня процедур и методов проверки.

Этап 3. Проведение тестирования процедур. Наиболее трудоёмкий этап, в ходе которого аудиторская группа собирает и анализирует аудиторские доказательства, используя разнообразные методы, включая тестирование операций, сверку данных, аналитические процедуры.

Этап 4. Формирование итогового аудиторского заключения и отчётности. Завершающий этап, на котором обобщаются результаты, готовится официальный отчет и готовится аудиторское заключение, которое затем согласовывается с клиентом.

Все этапы работ выполняются последовательно, что означает, что следующий этап начинается после окончания предыдущего. При этом все группы сотрудников, относящиеся к определённому этапу, работают параллельно. Данная структура требует тщательного анализа распределения ресурсов и нагрузки на команду для обеспечения эффективного использования трудовых ресурсов.

Исходные данные для моделирования

Для моделирования процесса проведения аудита проектной командой были получены следующие исходные данные:

- количество сотрудников, участвующих в проекте;
- фонд рабочего времени каждого сотрудника;
- длительность и трудоемкость выполнения работ на каждом этапе проведения аудита.

В Табл. 1 представлена информация о количестве сотрудников, фактически участвующих на проекте и фонд рабочего времени каждого

сотрудника в команде. Данные о фонде времени были взяты из системы SAP, которая используется для комплексного управления персоналом и учета рабочего времени на исследуемом аудиторском предприятии.

Таблица 1. Описание проектных ресурсов

Показатели	Группы сотрудников j						
	P	D	M	S	A2	A1	I
Фактическое количество сотрудников в группе j, чел.	1	1	1	2	1	10	1
Фонд рабочего времени у каждого сотрудника в группе j, раб. часов/квартал	80	100	240	480	480	320	280

В Табл. 2 приведены данные о количестве сотрудников из групп, одновременно принимающих участие в работах на этапах проведения аудита. Информация представлена в виде матрицы $\|a_{ji}\|$, где в ячейках представлена информация о количестве сотрудников группы j, принимающих участие на i-ом этапе проведения аудита.

Таблица 2. Матрица $\|a_{ji}\|$ количества сотрудников из группы j, одновременно принимающих участие в работах на этапе i

Этапы i	Группы сотрудников j, чел.						
	P	D	M	S	A2	A1	I
1	1	1	1	–	–	–	–
2	1	1	1	2	1	2	–
3	1	1	1	2	1	10	1
4	1	1	1	2	1	3	–

Исходными также являются данные о длительности работ отдельных работников на каждом этапе проведения аудита. Для получения данных о длительности работ проведена экспертная оценка, включающая в себя метод трехточечной оценки PERT (Program Evaluation and Review Technique) [4. 5]. Экспертная группа состояла из 5 квалифицированных специалистов, принимающих непосредственное участие в проекте. С использованием этого метода получена матрица $\|b_{ji}\|$ длительности работ сотрудников на этапах, представленная в Табл. 3.

Таблица 3. Матрица $\|b_{ji}\|$ длительности работ сотрудников из группы j на этапе i.

Этапы i	Длительность группы сотрудников j, [раб. час].						
	P	D	M	S	A2	A1	I
1	10	20	50				
2	15	15	90	120	120	100	
3	21	25	60	300	300	280	260
4	20	20	30	190	80	20	

С учетом введенных обозначений длительность b_i выполнения работ на этапе i может быть определена как максимальная величина из длительностей b_{ij} использования всех групп ресурсов, задействованных в выполнении работ на этапе i . Величина t_i рассчитывается по формуле [6]:

$$b_i = \max_{0 \leq j \leq J} \{b_{ij}\}. \quad (1)$$

С учетом этой формулы длительность цикла $T_{\text{ц}}$ обработки одной заявки в такой системе определится как сумма длительностей обработки заявки на всех этапах [5]:

$$T_{\text{ц}} = \sum_{i=1}^I b_i. \quad (2)$$

С использованием данных, представленных выше, рассчитана длительность выполнения работ на этапах проведения аудита. По причине того, что все работы групп сотрудников на этапах ведутся параллельно, длительностью этапов проведения аудита, является максимальное значение длительности работ отдельных сотрудников. Трудоемкость выполнения работ на этапах проведения аудита рассчитывается по формуле [6]:

$$L_i = \sum_{j=1}^7 a_{ji} b_{ji}, \quad (3)$$

где L_i – трудоемкость выполнения работ на этапе i ;

a_{ji} – численность сотрудников j -ой группы на i -ом этапе проведения аудита;

b_{ji} – длительность выполнения работ сотрудника j -ой группы на i -ом этапе проведения аудита.

Данные о длительности выполнения работ на этапе и трудоемкость выполнения работ представлены в таблице 4.

Таблица 4. Длительность и трудоемкости выполнения работ на этапах проведения аудита

Этапы i	Длительность выполнения работ на этапе i , T_i , [раб. часов]	Трудоемкость выполнения работ на этапе i , L_i , [чел.-часов]
1	50	80
2	120	680
3	300	4066
4	190	590

После получения исходных данных была выделено, что наиболее трудоемким этапом проведения аудита является этап 3.

Для выявления проблемы производительности проектной команды была использована следующая формула для расчета фактических коэффициентов загрузки $k_{\text{зф}j}$ групп сотрудников:

$$k_{\text{зф}j} = \frac{Q_{\text{ф}} L_j}{n_j F_j}, \quad (4)$$

где Q_f – фактическая производительность производственной системы, заявок/ед. времени; T_i – трудоемкость i -го этапа проведения аудита; F_j – действительный фонд времени j -ой группы сотрудников; n_j – численность сотрудников j -ой группы.

При детальном анализе распределения нагрузки по группам специалистов выявлен значительный дисбаланс. Коэффициент загрузки отдельных групп достигает значения 1,05, что превышает критическое значение 1,0 и указывает на перегрузку и недостаточную производительность проектной команды.

Из этого факта следует ряд негативных последствий:

- увеличение риска превышения сроков выполнения проектов – перегруженные сотрудники могут не успеть выполнить работу в установленные сроки, что приводит к невыполнению договорных обязательств, штрафам и потере клиентов;
- повышение коэффициента текучести кадров – переработка сотрудников и стресс, вызванный невозможностью справиться с объёмом работы, способствуют росту неудовлетворенности и уходу квалифицированных специалистов;
- снижение качества аудита – спешка и усталость ведут к ошибкам в аудиторских процедурах, пропускам важных проверок и снижению надёжности аудиторского заключения;
- неэффективное использование ресурсов – отдельные категории специалистов недоиспользованы, в то время как другие перегружены, что приводит к неоптимальному распределению затрат.

Таким образом, актуальной является задача оптимизации распределения нагрузки на проектную группу и определения максимально возможной производительности путём применения математического моделирования.

Формализованная постановка задачи

Разработана формализованная постановка оптимизационной задачи – детерминированная модель оценки предельной производительности [6].

Варьируемым параметром в данной работе является коэффициент загрузки группы сотрудников. Коэффициент загрузки j -ой проектной группы вычисляется по формуле (4).

В работе используется коэффициент загрузки первой группы, поскольку все остальные величины также будут принимать максимально возможные значения.

В качестве целевой функции используется производительность $Q(k_{31})$ аудиторской команды на крупной проекте [6]:

$$Q(k_{31}) = k_{31} \left(\frac{n_1 F_1}{\sum_{i=1}^I b_{i1} a_{i1}} \right) \rightarrow \max. \quad (5)$$

Требуется найти максимально возможное значение целевой функции. Тогда искомое максимально возможное значение производительности Q_m определяется как:

$$Q_m = Q(k_{31}^*) = \max_{0 \leq k_{31} \leq 1} \left\{ k_{31} \left(\frac{n_1 F_1}{\sum_{i=1}^I f b_{i1} a_{i1}} \right) \right\}. \quad (6)$$

Целевая функция определяет показывает количество проектов, которые может обработать команда при заданном коэффициенте загрузки первой группы (партнёры). Максимизация этой функции позволит определить оптимальную загрузку ресурсов.

При решении оптимизационной задачи необходимо учесть следующие ограничения:

1) $Q_m \geq 0$ – предельная производительность проекта не может быть отрицательной и должна быть положительной величиной;

2) $0 \leq k_{3j} \leq 1$ – коэффициент загрузки j-ой группы сотрудников не может быть отрицательным и не должен превышать значение 1;

3) из предыдущего условия следует, что оптимизируемый параметр k_{31} связан с параметрами других групп специалистов следующим ограничением [6]:

$$k_{31} \leq \left(\frac{\sum_{i=1}^I t_{i1} a_{i1}}{n_1 f_1} \right) \left(\frac{n_j f_j}{\sum_{i=1}^I t_{ij} a_{ij}} \right), \quad j = \overline{2, J}. \quad (7)$$

Перейдем к численному решению сформулированной оптимизационной задачи.

Численное решение с использованием детерминированной оптимизационной модели

Решение задачи оптимизации производится с использованием методов линейного программирования, поскольку имеется линейная целевая функция и линейные ограничения. Численное решение оптимизационной задачи выполнено с использованием табличного редактора и надстройки «Поиск решения». На Рис. 2 представлен лист табличного редактора с исходными данными, неизвестными и целевой функцией.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V		
1	Qф - фактическая производительность процесса, проектов/квартал			Матрица [a _{ij}] количества сотрудников из группы j, одновременно принимающих участие в работах на этапе i, чел.									Матрица [b _{ij}] длительности работ сотрудников из группы j на этапе i, чел.								Средняя длительность		Средняя трудоемкость	
выполнения работ на этапе i, раб. часов																					выполнения работ на этапе i, чел.-часов			
Ti																					Li			
50																					80			
2	1																				120		680	
300																					4066			
190																					590			
3																					120		680	
300																					4066			
190																					590			
4																					120		680	
300																					4066			
190																					590			
5																					120		680	
300																					4066			
190																					590			
6																					120		680	
300																					4066			
190																					590			
7																					120		680	
300																					4066			
190																					590			
8																					120		680	
300																					4066			
190																					590			
9																					120		680	
300																					4066			
190																					590			
10																					120		680	
300																					4066			
190																					590			
11																					120		680	
300																					4066			
190																					590			
12																					120		680	
300																					4066			
190																					590			
13																					120		680	
300																					4066			
190																					590			
14																					120		680	
300																					4066			
190																					590			
15																					120		680	
300																					4066			
190																					590			
16																					120		680	
300																					4066			
190																					590			
17																					120		680	
300																					4066			
190																					590			

Рис. 2. Рабочий лист табличного редактора

На Рис. 3 представлено диалоговое окно надстройки «Поиск решения». На вход производственного процесса поступает проект.

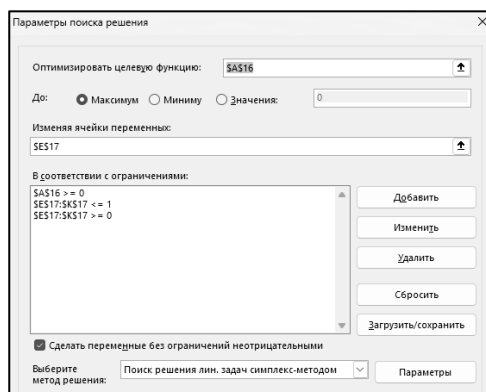


Рис. 3. Параметры надстройки «Поиск решения»

Результаты решения оптимизационной задачи приведены на Рис. 4. Результаты решения позволяют сделать вывод о недостатке трудовых ресурсов для обеспечения обслуживания клиентов, так как сотрудники группы S и A2 перегружены: коэффициенты загрузки равны 1,27 и 1,04 соответственно.

В результате моделирования показано, что существующие на предприятии ресурсы не позволяют достичь требуемой производительности $Q_{\phi}=1$ проект в квартал. Максимально возможная производительность проектной команды при имеющихся ресурсах составляет $Q_{\text{м}}=0,8$ проект в квартал, перегруженными являются группы сотрудников S и A2. Разработанная модель позволяет обосновать управленческое решение по увеличению необходимых ресурсов и созданию резервов для достижения заданных целевых параметров производительности.

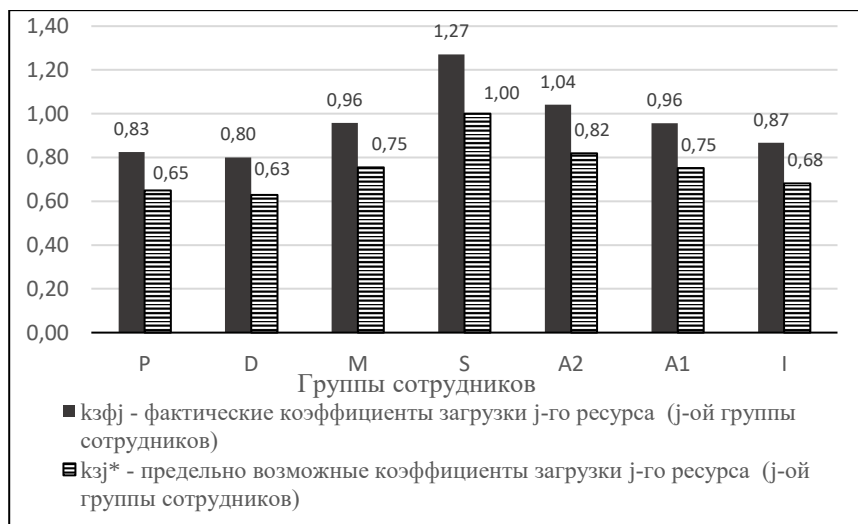


Рис. 4. Фактическое и предельно возможные коэффициенты загрузки j-го ресурса

В данной модели не учитывается действие случайных факторов, так как главной задачей была разработка идеальной ситуации, при которой будет выполняться необходимое количество проектов в заданные сроки.

Заключение

В статье рассмотрено применение математической модели определения максимально возможной производительности сложной проектной бизнес-системы по оказанию услуг в области проведения внешнего аудита. Детерминированная модель позволяет выявить «узкие места» рассчитать оптимальную загрузку для различных категорий специалистов.

Модель оптимизации может быть использована для объективной оценки резервов производительности проектной группы, определения потребности в перераспределении функций или дополнительном ресурсном обеспечении отдельных специалистов, а также для поддержки управленческих решений при организации аудиторских услуг.

Результаты данной модели можно использовать для разработки мероприятий и инструментов по повышению производительности проектной команды в процессе проведения аудита.

Литература

1. Фалько С.Г. Контроллинг в процессе внедрения и оптимизации производственных систем. Контроллинг, 2017. - №1. С. 2-5.
2. Харитонов К. В. Теоретические аспекты аудита //Современные инновации. – 2020. – №. 3 (37). – С. 33-38.
3. Воронина Л. И. Теоретические и прикладные аспекты планирования внешнего аудита //Финансы: теория и практика. – 2013. – №. 5. – С. 80-95.
4. Даниленко Н. И. Методика проведения внешнего аудита бюджетного учреждения //Бухгалтерский учет в бюджетных и некоммерческих организациях. – 2010. – №. – С. 27-34.
5. Орлов А. И. Эконометрика: учебник. – Москва: Экзамен, 2002. - 448 с.
6. Матвеев С.Г., Алексеева Е.В., Смекалова Е.Э. Оптимизационная модель для расчета максимальной производительности однономенклатурной производственной системы. Инновации в менеджменте, 2025. № 3. С. 42-49.

УДК 621.391.82+311.3, JEL Classification: C38, L96, O19

Управление производственной деятельностью организаций развития и стандартизации телекоммуникаций на основе критериев сбалансированности бюджета

Калюга Д.В.

начальник лаборатории ФГАУ НИЦ Телеком, dkalyuga80@gmail.com, kalyugadv@nic-t.ru.

***Аннотация.** В статье рассматриваются вопросы управления производственной деятельностью Международного союза электросвязи (МСЭ), фокусируясь на применении критериев сбалансированности бюджета при распределении затрат между его основной и вспомогательной деятельностью.*

***Ключевые слова:** телекоммуникации, стандартизация, МСЭ, бюджет МСЭ.*

Production activities management of telecommunications development and standardization organizations based on budget balancing criteria

Daria Kaliuga

head of the Laboratory of The M.I. Krivosheev National Research Centre of Telecommunication (NRCT)

***Abstract.** This article examines the management of the operational activities of the International Telecommunication Union (ITU), focusing on the application of budget balance criteria in the distribution of costs between its core and auxiliary activities.*

***Keywords:** telecommunications, standardization, ITU, budget ITU.*

Введение

В условиях либерализации рынка связи ключевым регуляторным инструментом является стандартизация внедряемых на рынок телекоммуникационных технологий, которую проводят организации развития и стандартизации телекоммуникаций на международном и национальном уровнях [1].

Поэтому деятельность международных и национальных организаций развития и стандартизации (ОРС), занимающихся в ходе производственной деятельности созданием и разработкой стандартов телекоммуникационных

технологий, имеет очень важное значение для формирования будущего телекоммуникационного рынка. Бюджеты ОРС международного уровня (МСЭ, 3GPP, ETSI и др.), расходуемые на разработку телекоммуникационных технологических стандартов, формируются за счет добровольных членских взносов ежегодно уплачиваемых членами ОРС. От эффективности использования бюджета ОРС, его целевого распределения и оптимальности его использования на основную производственную деятельность по разработке телекоммуникационных стандартов, а также сбалансированности со вспомогательными затратами ОРС будет зависеть как количество, так и уровень разрабатываемых стандартов. В статье рассмотрены вопросы управления производственной деятельностью ОРС на примере Международного союза электросвязи (МСЭ) на основе критериев сбалансированности бюджета при распределении затрат на основную (стандартизация телекоммуникационных технологий) и вспомогательную деятельность МСЭ.

Управление производственной деятельностью ОРС на уровне членов

Управление производственной деятельностью МСЭ на уровне ее государств-членов, представленных Администрациями связи [2], осуществляется на основе голосования государств-членов МСЭ для формирования консолидированной позиции по проекту бюджета МСЭ.

У Администрации связи России есть три варианта управления выбором позиции по принятию бюджета МСЭ на основе одного из вариантов:

- поддержать предложенный проект бюджета;
- воздержаться от одобрения бюджета;
- выступить против предложенного проект бюджета.

Для выбора позиции по принятию бюджета МСЭ Администрация связи (АС) России использует механизм, который учитывает в настоящее время два критерия:

- субъективное мнение специалистов, формирующих позицию АС России;
- неизменность взноса России, как государства-члена МСЭ.

Поэтому к недостаткам механизма формирования и выбора позиции по проекту бюджета МСЭ со стороны АС России следует отнести:

- административный подход, основанный на субъективном характере принимаемых специалистами АС России решений;
- учет только фактора неизменности взноса России как государства-члена МСЭ;
- неучтенность требований национальных проектов (НП), стратегий и дорожных карт (ДК) в области телекоммуникаций при формировании позиции по проекту бюджета МСЭ;
- отсутствие учета научно обоснованных рекомендаций в приоритетах развития телекоммуникационных технологий в России [3,4];
- отсутствие проведения функционально-стоимостного анализа проекта бюджета при подготовке позиции АС РФ и разработке вклада с позицией России.

Проведенное в последующем исследование цепочки создания ценности МСЭ как организации [5, 6] показало также несбалансированность бюджета МСЭ в части превышения затрат по вспомогательной деятельности над затратами по основной деятельности организации, создающей ее основную ценность. Такое формирование бюджета способствует неэффективной деятельности организации, что требует соответствующей оптимизации бюджета до его утверждения и управления ценностной цепочкой для реализации главных стратегических целей развития и стандартизации телекоммуникационных технологий [7].

Указанные причины обуславливают необходимость разработки нового организационно-управленческого механизма выбора позиции АС России по принятию бюджета МСЭ, который бы расширил базу используемых критериев при принятии решений в ходе рассмотрения проекта бюджета МСЭ и повысил объективность таких решений.

Разработка критериев для принятий решений по бюджету

Функционально-стоимостной анализ (ФСА) бюджетов МСЭ за последние пять лет с 2020 по 2025 гг. (Рис. 1), в том числе бюджетов его структурных подразделений (секторов МСЭ) и Генерального секретариата (ГС), показал несоответствие распределения бюджета МСЭ ценности его деятельности в цепочке ее создания, а также несбалансированность и непропорциональность расходов бюджета на основную и вспомогательную деятельность МСЭ (55 % бюджета тратится на вспомогательную деятельность) [8].

Генеральный секретариат МСЭ, выполняющий вспомогательные функции управления организацией, располагает доминирующей частью бюджета по сравнению с секторами МСЭ. Как видно из рис.1 бюджет ГС МСЭ в три раза, превышает бюджеты Сектора радиосвязи МСЭ-R и Сектора развития электросвязи МСЭ-D, и почти в 7 раз превышает бюджет Сектора стандартизации электросвязи МСЭ-T.

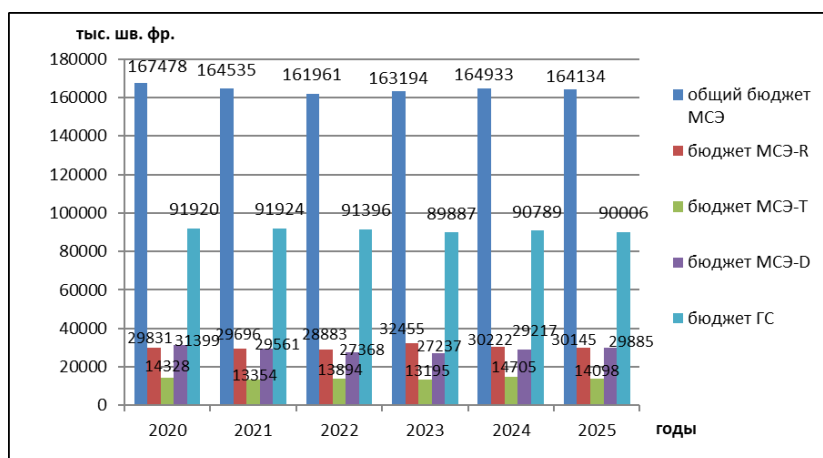


Рис. 1. Распределение бюджета МСЭ между секторами МСЭ и Генеральным секретариатом по годам

При этом ГС МСЭ не осуществляет исследований, направленных на инновационное развитие телекоммуникаций и разработку стандартов телекоммуникационных технологий и фактически является обслуживающим подразделением МСЭ и его персонала.

Выполненный ФСА бюджетов секторов показал, что доминирующим сектором по объему финансирования является сектор радиосвязи МСЭ-R, затем следует сектор развития МСЭ-D с небольшим отрывом по финансированию. Сектор МСЭ-Т, как сектор, отвечающий за разработку рекомендаций (стандартов) в области телекоммуникаций, финансируется в МСЭ фактически на самом низком уровне, более чем в два раза ниже, чем сектора МСЭ-R и МСЭ-D, несмотря на его важность в развитии телекоммуникаций.

Кроме указанных выше недостатков при распределении бюджета МСЭ, проведенный ФСА бюджетов исследовательских комиссий (ИК) секторов МСЭ показал, что:

- суммарные бюджеты исследовательских комиссий секторов МСЭ пропорциональны числу ИК в каждом секторе (11 ИК МСЭ-Т – 1121 тыс. шв. фр.; 6 ИК МСЭ-R – 578 тыс. шв. фр; 2 ИК МСЭ-D – 346 тыс. шв. фр). Но эти пропорции не прямо пропорциональны соотношениям суммарных бюджетов ИК и количеству ИК в секторах МСЭ (Рис. 2);
- сбалансированность бюджета МСЭ, выделяемого на выполнение работ по числу рабочих вопросов в ИК секторов, также не выполняется. Ежегодно максимальное число рабочих вопросов по исследованиям рассматривает МСЭ-R, при этом максимальный ежегодный бюджет выделен исследовательским комиссиям МСЭ-Т (Рис. 3).

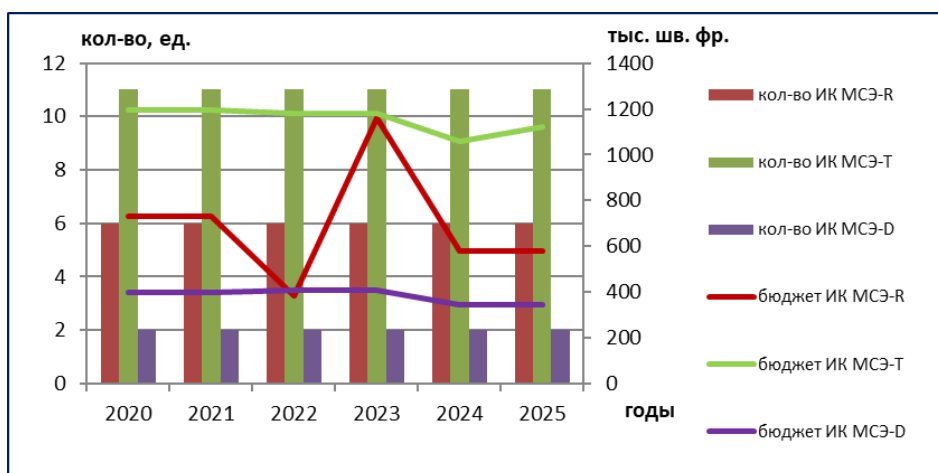


Рис. 2 Зависимость количества исследовательских комиссий (ИК) секторов и бюджетов ИК секторов МСЭ по годам

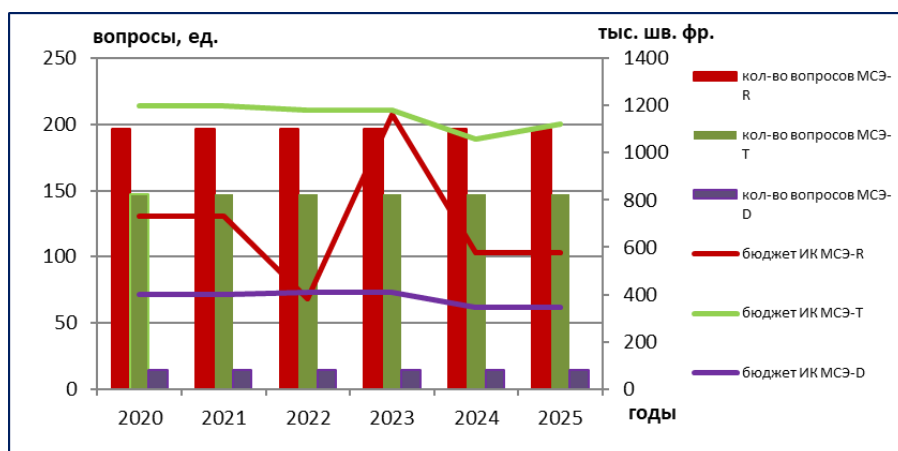


Рис. 3 Зависимость количества исследовательских вопросов секторов и бюджетов секторов МСЭ по годам

Это свидетельствует о несбалансированности и непропорциональности выделяемых исследовательским комиссиям МСЭ бюджетов для исследований по общему числу утвержденных рабочих вопросов секторов, что может снижать эффективность распределения бюджета МСЭ в интересах максимизации инновационного развития телекоммуникаций.

Рассмотренные результаты ФСА и анализ распределения бюджета МСЭ в цепочке создания ценности деятельности МСЭ позволили предложить новые частные критерии оценки эффективности выбора позиции АС РФ (K1-K5), а именно:

- K1 – неизменность установленного взноса государства-члена МСЭ для РФ при формировании бюджета МСЭ;
- K2 – сбалансированность основной и вспомогательной деятельности МСЭ на основе цепочки создания ценности (ЦСС);
- K3 – сбалансированность бюджетов секторов МСЭ по важности телекоммуникационных технологий для развития связи РФ (эксперты);
- K4 – сбалансированность бюджетов секторов МСЭ по количеству ИК в каждом секторе;
- K5 – сбалансированность бюджетов ИК секторов МСЭ по количеству рабочих вопросов.

Предложенные критерии используются в разработанной модели оценки эффективности позиции АС России по распределению бюджета МСЭ.

Организационно-управленческий механизм для выбора позиции АС РФ

Под организационно-управленческим механизмом (ОУМ) выбора варианта позиции АС России по бюджету организации развития и стандартизации телекоммуникаций понимается совокупность организационных и аналитических методов и инструментов, применяемых для оценки варианта бюджета и выбора позиции администрации связи России в целях защиты интересов Российской Федерации в ходе международной стандартизации

технологий связи и радиовещания, обеспечивающей максимально эффективное развитие телекоммуникаций на национальном уровне [9].

Разработанный ОУМ для выбора варианта позиции АС России по бюджету МСЭ показан на Рис. 4. Его отличиями от действующего механизма является то, что он базируется на использовании модели оценки эффективности позиции АС России по распределению бюджета МСЭ, включая применение метода ФСА, факторного анализа, инструментов цепочки ценности деятельности организации и экспертной оценки специалистов АС России (МИД России, Минцифры России и научных организаций).

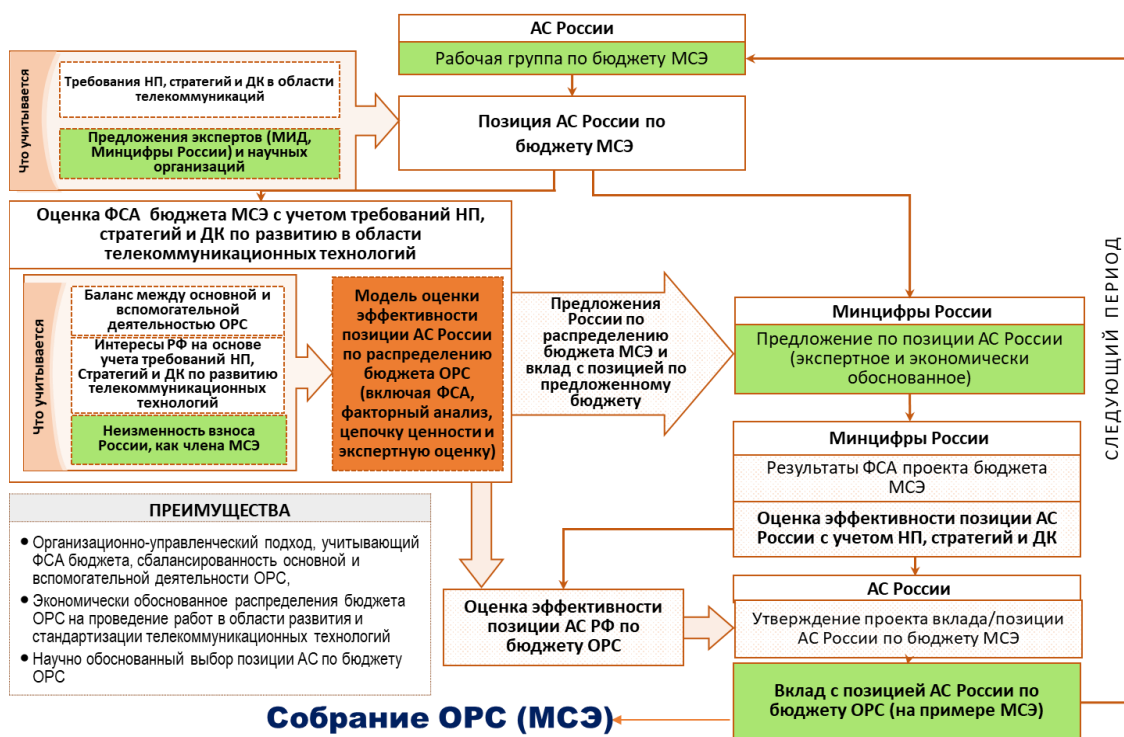


Рис. 4 Предлагаемый ОУМ для выбора варианта позиции АС России по бюджету МСЭ

В модели эффективности ОУМ выбора варианта позиции АС России учитываются:

- сбалансированность по затратам бюджета между основной и вспомогательной деятельностью МСЭ;
- интересы России на основе учета требований НП, Стратегий и ДК по развитию телекоммуникационных технологий;
- неизменность вноса России, как государства-члена МСЭ.

Преимуществом предложенного ОУМ выбора варианта позиции АС России по бюджету МСЭ являются:

- организационно-управленческий подход, учитывающий результаты ФСА бюджета, обеспечение сбалансированности между основной и

вспомогательной деятельностью МСЭ, сбалансированность бюджетов секторов МСЭ по важности телекоммуникационных технологий для развития связи РФ, сбалансированность бюджетов секторов МСЭ по количеству ИК в каждом секторе и сбалансированность бюджетов ИК секторов МСЭ по количеству рабочих вопросов;

- экономически обоснованное распределение бюджета МСЭ на проведение работ в области развития и стандартизации телекоммуникационных технологий;
- научно обоснованный выбор позиции АС России по бюджету МСЭ.

На основе полученных результатов применения ОУМ разрабатывается вклад (предложение) с позицией АС России по бюджету МСЭ.

Для эффективного использования разработанного ОУМ предложено разработать/доработать следующие нормативно-правовые акты, реализующие инструменты внедрения:

1. Регламент ГКРЧ РФ по формированию позиций Администрации связи России на собрания и конференции Международного союза электросвязи (Раздел. Формирование позиции АС России по годовому бюджету МСЭ).
2. ГОСТ Р 57564-2017 «Организация и проведение работ по международной стандартизации в Российской Федерации» [10] (включение расширения в части выбора позиции Администрации связи России при формировании бюджета МСЭ).
3. НП, ДК и стратегии развития телекоммуникаций России с внесением предложений в рамках деятельности международных ОРС по формированию позиций Администрации связи по бюджету ОРС.

Проведенная качественная оценка регулирующего воздействия инструментов реализации ОУМ на результат формирования бюджета МСЭ показала, что наибольшее регулирующее воздействие на выбор позиции администрации связи России будет иметь разработка Регламента ГКРЧ РФ по формированию позиций Администрации связи России.

Заключение

Управление производственной деятельностью организаций развития и стандартизации на основе критериев сбалансированности бюджета МСЭ может осуществляться на основе модели оценки эффективности позиции АС России по распределению бюджета МСЭ и предложенного ОУМ выбора варианта позиции АС России по бюджету МСЭ.

Разработанный ОУМ выбора варианта позиции АС России по бюджету МСЭ базируется на научно обоснованных методах распределения ограниченного финансового ресурса организации развития и стандартизации с учетом требований НП, стратегий и ДК по развитию в области телекоммуникационных технологий в РФ.

Решения и вклады АС России по бюджету МСЭ подготовленные на основе использования разработанного ОУМ будут носить научно обоснованный характер, учитывающий необходимость сбалансированности в цепочке ценности деятельности ОРС, применение методов ФСА и факторного

для анализа затрат бюджета ОРС, потребности РФ в развитии новых телекоммуникационных технологий, определяемые нацпроектами, стратегиями и дорожными картами, а также требование неизменности взноса России, как государства-члена МСЭ.

Литература

1. Тихвинский В.О., Терентьев С.В., Коваль В.А., Сети мобильной связи 5G: технологии, архитектура и услуги, М: ИД «Медиа Паблишер», 2019, 376 с.
2. Устав МСЭ, Женева, 2022.
3. Стратегии развития отрасли связи Российской Федерации на период до 2035 года (Распоряжение Правительства РФ от 24.11.2023 N 3339-р).
4. Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы (Указ Президента РФ от 9 мая 2017 г. № 203)
5. Портер М. Конкурентное преимущество: как достичь высокого результата и обеспечить его устойчивость. М.: Альпина Бизнес Букс, 2005, С. 67—104., 715 с.
6. Калюга Д.В., Анализ цепочки создания ценности деятельности организации развития и стандартизации телекоммуникаций на примере деятельности Международного союза электросвязи // Ж-л «Контроллинг», 2025 (в печати).
7. Шевченко Е.А. Развитие методических подходов к оценке цепочки создания ценности в системе стратегического менеджмента организации // Транспортное дело России. – 2014. № 1. С. 38-40.
8. Калюга Д.В., Функционально-стоимостной анализ эффективности распределения бюджета организации стандартизации и развития телекоммуникаций на примере деятельности МСЭ // Ж-л «Контроллинг», 2024, № 3 (93). С. 22-30.
9. Калюга Д. В. Подход к формированию организационно-управленческого механизма распределения бюджета международной организации по стандартизации и развитию телекоммуникаций // Ж-л Контроллинг, 2022. № 4(86). С. 26-32.
10. ГОСТ Р 57564-2017 «Организация и проведение работ по международной стандартизации в Российской Федерации».

УДК 658, JEL Classification: O14, O22

Анализ подходов к оценке уровня проектной зрелости организации

Кланица С.Б.¹, Яценко В.В.²

¹магистрант кафедры промышленной логистики МГТУ им. Н.Э. Баумана, sofyaborisovna0@gmail.com.

²д.э.н., доцент, профессор кафедры промышленной логистики МГТУ им. Н.Э. Баумана, yatsenkovv@bmstu.ru.

Аннотация. В статье представлен анализ подходов и моделей к оценке уровня проектной зрелости организации; приведены основные положения некоторых моделей оценки проектной зрелости; сделан вывод о необходимости разработки инновационной модели оценки, отличающейся комплексностью и возможностью применения в условиях цифровой трансформации.

Ключевые слова: управление проектами, проектно-ориентированная организация, производственная система, проектная зрелость, уровень проектной зрелости.

Analysis of approaches to assessing the project maturity level of an organization

Sofya Klanitsa¹, Viktoria Yatsenko²

¹Master's student of the Department Industrial Logistics, Bauman University, Moscow.

²Doctor of Economic Sciences, Professor of the Department Industrial Logistics, Bauman University, Moscow.

Abstract. The article presents an analysis of approaches and models for assessing the level of project maturity in an organization; it provides the main provisions of some project maturity assessment models; and it concludes that it is necessary to develop an innovative assessment model that is comprehensive and can be applied in the context of digital transformation.

Keywords: project management, project-oriented organization, production system, project maturity, project maturity level.

Введение

В современных экономических условиях организации, функционирующие в высокотехнологичной сфере, все в большей степени приобретают характеристики проектно-ориентированных, где одним из

основных направлений становится проектная деятельность, направленная на реализацию уникальных проектных решений. В данном контексте правомерно исследовать сложную производственную систему проектно-ориентированной организации.

Особую актуальность приобретает задача построения производственной системы проектно-ориентированной организации, способной обеспечивать как операционную стабильность, так и необходимую гибкость для реализации разнообразных проектов, в том числе и в области цифровых изменений. Проектные инициативы, направленные на трансформацию бизнес-процессов и внедрение новых технологий, выступают ключевым драйвером организационного развития, предъявляя при этом новые требования к производственной системе. Вследствие этого проектная зрелость становится критически важным индикатором результативности всей производственной системы проектно-ориентированной организации и представляет собой способность управлять проектами таким образом, чтобы максимально эффективно поддерживать достижение текущих и стратегических целей [9].

Цель исследования заключается в проведении анализа существующих подходов и моделей оценки проектной зрелости с точки зрения их релевантности для диагностики и развития производственной системы проектно-ориентированной организации.

Особенностью производственной системы проектно-ориентированной организации является ее ориентация на уникальность результатов проектной деятельности в условиях неопределенности и непредсказуемости внутренних и внешних факторов. Ключевые характеристики производственной системы проектно-ориентированной организации включают:

- Сквозная процессная ориентация, при которой проекты представляют собой основную форму деятельности производственной системы.
- Сбалансированность стандартизации и адаптивности производственных процессов к проектной деятельности.
- Интегрированная система компетенций в рамках производственной системы организации.
- Технологическая основа производственной системы, где зрелая ИТ-инфраструктура выступает её фундаментальным компонентом.

Именно сбалансированное развитие указанных компонентов определяет, способна ли производственная система проектно-ориентированной организации адекватно реагировать на внешние вызовы и сохранять устойчивость в условиях цифровой трансформации.

Анализ традиционных моделей зрелости применительно к производственным системам

Традиционные модели оценки зрелости были сформированы в логике индустриальной эпохи. В качестве примера рассматриваются модели ОРМЗ, РЗМЗ, СММІ и «20 ключей». Их сравнительный анализ (Табл.1) позволяет выявить общую направленность на создание жестко регламентированной производственной системы проектно-ориентированной организации.

Таблица 1. Сравнительный анализ традиционных моделей оценки проектной зрелости [1-3,5,7]

Модель	Сущность	Преимущества	Недостатки для цифровой среды
ОРМЗ	Рассматривает производственную систему как иерархическую структуру	Системность, стратегическая согласованность	Недостаточная гибкость для динамичной производственной системы
РЗМЗ	Акцент на управлении портфелями проектов в производственной системе	Холистический подход к проектной деятельности	Сложность оперативной реконфигурации производственной системы
СММІ	Нацелен на стандартизацию процессов производственной системы	Универсальность, глубина проработки процессов	Консервативность для развивающейся производственной системы
20 ключей	Оценивает операционную эффективность производственной системы	Практическая ориентированность, оперативность оценки	Игнорирование специфики производственной системы проектно-ориентированной организации

Проведенный анализ традиционных моделей оценки позволяет выявить их фундаментальное несоответствие требованиям современной производственной системы проектно-ориентированной организации.

Модель ОРМЗ, несмотря на свою системность, демонстрирует ограниченную применимость для компаний, функционирующих в условиях высокой динамики изменений. Ее иерархическая структура оценки не учитывает необходимость горизонтальных связей и кросс-функционального взаимодействия, характерных для современных производственных систем.

В свою очередь, модель РЗМЗ, являющаяся полезной для оценки управления портфелями проектов, оказывается избыточно сложной для оперативного управления производственной системой в условиях цифровой трансформации. Ее процессно-ориентированный подход не позволяет оценить способность организации к быстрой адаптации и перестройки производственных процессов.

Особого внимания заслуживает модель СММІ, которая, обеспечивая глубину оценки процессов, создает искусственные барьеры для инновационного развития производственной системы. Требование достижения стабильных состояний процессов противоречит самой сути цифровой трансформации, предполагающей постоянную эволюцию и изменение.

Модель «20 ключей», несмотря на практическую ориентированность, демонстрирует наиболее существенные ограничения. Ее операционный фокус не позволяет оценить стратегические аспекты развития производственной

системы, что делает ее малоприспособленной для комплексной оценки проектной зрелости.

Таким образом, традиционные модели эффективны для диагностики производственной системы, функционирующей в условиях стабильной, предсказуемой среды. Однако они не способны адекватно оценить способность системы проектно-ориентированной организации к самообучению и оперативной адаптации в условиях цифровой трансформации.

Современные модели оценки производственных систем

Современные модели оценки возникли как ответ на несоответствие индустриальной парадигмы новым экономическим реалиям. Они предпринимают попытку описать производственную систему, основанную на принципиально иных организационных принципах (Табл. 2).

Таблица 2. Сравнительный анализ современных моделей оценки зрелости [4,6]

Модель	Видение производственной системы	Преимущества	Недостатки
AI-Driven Maturity Framework	Производственная система как кибернетическая система с ИИ-ядром	Автоматизация оценки производственной системы	Требует исключительной зрелости данных производственной системы
Agile Maturity Model (AMM)	Производственная система как сеть гибких, самоуправляемых ячеек	Оперативность, адаптивность производственной системы	Риск потери стратегического единства производственной системы
IDEO Project Maturity Model	Производственная система как "фабрика инноваций"	Стимулирование креативности в производственной системе	Низкая предсказуемость результатов производственной системы
Digital Project Management Models	Производственная система как цифровая платформа	Учет технологической составляющей производственной системы	Недооценивает человеческий фактор в производственной системе

Современные методы демонстрируют эволюционный подход к оценке производственных систем, но сталкиваются с огромными проблемами при практической реализации.

Концепция AI-Driven Maturity Framework предлагает многообразные методы анализа данных, которая требует реализации от компаний такого уровня цифровой зрелости, который практически не достижим. Таким образом, система оценки оказывается гораздо сложнее, чем оцениваемая ею производственная система.

В рамках Agile модели (Agile Maturity Model) делается акцент на гибкости и адаптивности, что, в свою очередь, но при этом не обеспечивает необходимой степени регулирования и контроля, которые могут привести к сбою производственной системы. Ещё один пробел – отсутствие единых методов оценки различных аспектов зрелости – это узкое место, ограничивающее сравнительный анализ и разработку общих стандартов развития организации.

Модель зрелости IDEO Project Maturity Model содержит недостаточное количество инструментов для оценки операционной эффективности производственной системы, что приводит к несоответствию между потенциалом инноваций и практической реализацией проектов.

Модели управления цифровыми проектами (Digital Project Management Models) ориентированы на технологии, а не на человеческий капитал и организационную культуру, которые, в свою очередь, являются критически важными факторами успеха производственной системы. В большинстве случаев технологическая готовность организации отстает от ее технологических возможностей именно из-за такого подхода.

Таким образом, можно наблюдать фрагментарность решений, предлагаемых современными моделями. Каждый из рассмотренных подходов предлагает частичное решение, но не обеспечивает комплексного способа оценки всех значимых аспектов производственной системы проектно-ориентированной организации.

Выводы

Проведенный анализ демонстрирует недостаточную релевантность существующих моделей оценки проектной зрелости в рамках производственной системы проектно-ориентированной организации. Не все традиционные модели учитывают динамические способности организации, что ограничивает возможности их применения в условиях цифровой трансформации. Кроме этого, следует отметить фрагментарность современных методик. Ориентация моделей на отдельные аспекты зрелости не позволяет получить комплексное представление о состоянии производственной системы. Требуется разработка интегрального подхода к оценке проектной зрелости, сочетающего процессную строгость традиционных методов с гибкостью современных моделей.

Результативность и эффективность управления проектами зависит не только от уровня проектной зрелости организации, но и от сформированности компетенций организации в области проектного управления. Именно поэтому для проектно-ориентированных организаций с высоким уровнем проектной зрелости целесообразно разрабатывать и использовать корпоративные модели оценки [8,9], включающие не только анализ результатов проектной деятельности, но и анализ компетенций, а также отраслевую специфику и стратегические приоритеты развития. Такой подход позволит управлять компетенциями организации с точки зрения их использования и трансформации с целью повышения уровня зрелости организации в области проектного управления.

Литература

1. Анашкин А.П., Глухова Т.В. Оценка уровня зрелости устойчивого развития организации // В сборнике: Эффективные системы менеджмента: качество. Биоэкономика. Кадровый и технологический суверенитет. Сборник научных статей XII Международного научно-практического форума. Казань, 2025. С. 35-39.
2. Геокчакаян А.Г. Обзор методологических аспектов оценки уровня проектной зрелости организаций // Вестник Челябинского государственного университета. 2024. № 10 (492). С. 238-248.
3. Марков О.А., Логинов М.П. Оценка зрелости проектного управления // Вопросы управления. 2018. № 3 (52). С. 133-141.
4. Мошарова П.С., Островская Н.В. Гармоничное управление проектами в зависимости от уровня зрелости организации в условиях цифровизации // Лидерство и менеджмент. 2023. Т. 10. № 3. С. 957-974.
5. Николаенко В.С., Мирошниченко Е.А., Грицаев Р.Т. Модели зрелости управления проектами: критический обзор // Государственное управление. Электронный вестник. 2019. № 73. С. 71-111.
6. Токтарова В.И., Семенова Д.А., Матросова Н.В. Цифровые проекты: сущность, характеристики и инструменты реализации // Вестник Марийского государственного университета. 2024. Т. 18. № 1 (53). С. 44-54.
7. Чурсин А.А., Кокуйцева Т.В. Развитие методов оценки цифровой зрелости организации с учетом регионального аспекта // Экономика региона. 2022. Т. 18. № 2. С. 450-463.
8. Яценко В.В. Формирование и развитие компетенций высокотехнологичных организаций / Яценко В.В. – Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2020. 146 с.
9. Яценко В.В., Найдис И.О. Управление компетенциями организации. уровень зрелости проектной деятельности // Компетентность. 2020. № 8. С. 38-45.

УДК 338.3, JEL Classification: D24, F23

Оценка технологического суверенитета через призму локализации автомобилестроения

Клементьева С.В.¹, Никонова А.А.²

¹к.э.н., доцент кафедры «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана;

²студент кафедры «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана, nikonovaaa@student.bmstu.ru.

Аннотация. В статье проводится оценка технологического суверенитета Российской Федерации на примере автомобилестроительной отрасли. Рассматривается действующая в России балльная система оценки уровня локализации промышленной продукции, анализируются её ключевые критерии и методика расчета. Исследуется текущее состояние автомобилестроения. Для поддержки принятия стратегических решений предлагается оригинальная многокритериальная модель расчета индекса локализации.

Ключевые слова: локализация, автомобилестроение, крупноузловая сборка, мелкоузловая сборка.

Assessing technological sovereignty through the lens of automotive localization

S. Klementyeva¹, A. Nikonova.²

¹candidate of economic sciences, Associate Professor of the Department of Economics and Production Organization, Bauman Moscow State Technical University;

²student of the Department of Economics and Production Organization, Bauman Moscow State Technical University.

Abstract. The article evaluates the technological sovereignty of the Russian Federation using the example of the automotive industry. The article considers the current Russian point system for assessing the level of localization of industrial products, analyzes its key criteria and calculation methods. The current state of the automotive industry is being investigated. To support strategic decision-making, an original multi-criteria model for calculating the localization index is proposed.

Keywords: localization, automotive industry, SKD, CKD.

Правовое регулирование промышленности

Согласно марксистскому учению, экономика — базис, все остальное надстройка. Хотя это выражение вызывает споры в современных реалиях, но экономическая безопасность является фундаментом для обеспечения

технологического суверенитета. В условиях глобальной экономической нестабильности и санкционного давления защита экономики стала первоочередной задачей для государства.

Технологический суверенитет – наличие в стране (под национальным контролем) критических и сквозных технологий собственных линий разработки и условий производства продукции на их основе [1]. Согласно постановлению Правительства РФ № 603 – выделены 13 приоритетных направлений, где необходимо достижение независимости, в которые включена автомобильная промышленность.

Логично предположить, что технологический суверенитет напрямую зависит от производства, в частности промышленного, товаров внутри государства. После вступления в силу постановления Правительства от 25 мая 2019 года №661 определение страны производителя происходит с помощью бального метода [2]. Министерством промышленности и торговли была разработана система, основанная на объективных фактах – выполненных технологических операциях, наличии российской документации, использовании отечественных компонентов при производстве товара. Это ключевой инструмент, чтобы получить доступ к государственным закупкам, налоговым льготам, субсидиям и преференциям от государства, а также для отнесения к российской промышленной продукции.

За каждой категорией продукции закреплено пороговое значение процента локализации для внесения его в реестр промышленных товаров (ГИСП). Система напоминает «пазл», каждое выполненное условие – это фрагмент, который приближает к целостной картине.

Источники начисления баллов:

- конструкторская документация (КД) по ГОСТ 2.102-2013 — от 1 до 3 баллов;
- технологическая документация (ТД) — по ГОСТ 3.1102-2011, ГОСТ 3.1129-93 от 1 до 3 баллов;
- производственные операции: механообработка, сварка, окраска, монтаж, испытания и др.— от 2 до 10 баллов каждая;
- использование российских компонентов: редукторы, гидроцилиндры, системы управления, микросхемы, шасси и др. — до 30 баллов;
- локализация программного обеспечения — 3–5 баллов;
- НИОКР, проектирование, программирование — отдельные баллы в зависимости от глубины участия.

Важно отметить, что в ПП №719 прямо указаны обязательные условия, при невыполнении которых товар не может быть включен в реестр вне зависимости от набранных баллов. Например, наличие КД или определенная технологическая операция. Состав условий зависит от отрасли, к которой относится продукция.

В настоящий момент, на многие изделия, в том числе автомобилестроения, из ПП №719 к совокупному количеству баллов дополнительно суммируются полученные баллы за осуществление НИОКР на территории РФ, что может принести до 10% от максимальной суммы баллов для изделия.

Под максимальной суммой баллов подразумевается сумма баллов, за выполнение всех условий из перечня в ПП №719, относящихся к конкретному изделию. Баллы локализации представляют собой сумму баллов за все операции, которые производитель выполняет на территории РФ, а также за использованные российские комплектующие. Баллы за проведение НИОКР (при наличии) тоже учитываются при расчете по следующей формуле:

$$\text{Баллы}_{\text{НИОКР}} = 400 * \left(\frac{C_{\text{НИОКР}}}{TR} * 100\% \right), \quad (1)$$

где:

$C_{\text{НИОКР}}$ – совокупный объем расходов на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, выполненные на территории Российской Федерации;

TR – совокупный объем выручки юридического лица - производителя продукции от реализации на российском рынке за расчетный период продукции автомобилестроения.

При расчете показателя «Баллы_{НИОКР}» под расчетным периодом понимается календарный год, предшествующий году, в котором осуществляется расчет.

Таким образом, процент локализации рассчитывается следующим образом:

$$L_{\%} = \frac{MB}{BL} * 100\%, \quad (2)$$

где:

MB – максимальная сумма баллов,

BL – баллы локализации.

Для категории ОКВЭД2: 29.10.2 – легковые автомобили, максимальная сумма баллов за локализацию – 7000.

Важно отметить, что есть ограничения по количеству начисляемых баллов за проведение НИОКР, на 2025 год они не могут превышать значения, представленные в таблице 1.

Таблица 1. Ограничения по количеству начисляемых баллов за НИОКР

Тип автомобиля	Максимальная сумма баллов за НИОКР
Легковые автомобили	1850
Легкие коммерческие автомобили	1775
Грузовые автомобили	1775
Автобусы	1505
Все перечисленные виды выше с 2026 года	1000

Балльная методика расчета применяется для формулировки требований к локализации автомобилей для работы в такси [3], допуска продукции к государственным закупкам [4], целей получения государственной поддержки в части возмещения затрат на производство высокотехнологичной продукции.

Состояние рынка автомобилестроения

На сегодняшний день китайский автопром является лидером по продажам новых легковых автомобилей в РФ. После ухода западных брендов в 2022 году рынок опустел и стал привлекателен для выхода компаний из Поднебесной. Их машины обладали конкурентной ценой, имели современный дизайн, а также не попали под санкции. Ко всему этому можно добавить пустые производственные мощности по всей России, квалифицированный персонал, оставшийся на время без работы, и льготы от государства. Новый рынок сформировался очень быстро и начал расширяться, у китайских компаний стали появляться суббренды, разрабатывались гибкие модели кредитования для автобизнеса в условиях высокой ключевой ставки ЦБ, которая безусловно до сих пор сдерживает рост. Выручка таких компаний в 2023-2024 гг. исчисляется миллиардами рублей, но продажа производится преимущественно готовых авто, привезенных в контейнерах.

Регулятором таких производственных отношений является локализация. Ее степень зависит от количества операций, производимых на территории страны. В документах не указаны уровни локализации, однако на практике выделяют следующие:

- SKD (крупноузловая сборка) – на завод поступает машинокомплект. Обычно он включают непосредственно кузов машины, собранную трансмиссию и силовую установку. Отдельно в контейнер вкладываются части подвески, вся электрика и другие важные элементы автомобиля. На конвейере собирается шасси, после чего его соединяют с кузовом. Следующий этап сборки включает установку мотора, монтаж и подключение всей электропроводки. Завершается процесс контролем качества продукции [5];
- CKD (мелкоузловая сборка) – включает в себя все операции, описанные ранее, однако предполагает полноценную штамповку навесных деталей, сварку и последующую покраску частей кузова. Специалисты создают автомобили из полностью разукomплектованного сырья. Для закрытия нужд мелкоузловой сборки предприятие обычно имеет дочерние цеха по выпуску сопутствующих деталей, комплектующих и всей необходимой оснастки [5];
- промышленная сборка (полный цикл) – включает в себя все локализованные ранее операции, а также самостоятельное производство двигателя / трансмиссии.

Китайские автопроизводители уже начали процесс локализации, лидером является Хавейл Мотор Мануфэкчуринг Рус – завод находится на территории индустриального парка «Узловая» в Узловском районе Тульской области. На момент мая 2025 года процент локализации составлял 30-40 %. Завод включает в себя цеха штамповки, сварки, окраски и сборки, а также завод по производству двигателей. В августе 2025 года открылся цех механической обработки корпусных деталей: блока цилиндров и головки блока цилиндров. Производит бензиновые двигатели объёмом 1,5 и 2,0 литра для всей российской линейки Haval.

Автомобили бренда Jaesoo в промзоне Шушары Ленинградской области использует SKD сборку. До мощностей Haval ему еще далеко, однако планируется подписание совместного производственного инвестиционного контракта (СПИК) до 2038 года, который включает в себя сборку двигателей внутреннего сгорания и роботизированных коробок передач.

Развитие локализации китайских брендов тормозит обстановка на рынке РФ. Горизонт планирования в отечественных компаниях, ввиду активных изменений во внешней среде, редко превышает 1-3 года, когда для китайского менеджмента, который любит гарантии и стабильность, минимальный срок 5 лет и иногда достигает 30. Поэтому тяжело отследить спрос на автомобили в перспективе, а также развитие санкционной политики в отношении РФ. У автомобильной отрасли больше рисков ввиду ее высокой технологичности, масштабы, она зависит от четких поставок комплектующих и корректной работы завода, выпускающего продукцию с конвейера.

Принятие решений по локализации

Принимая во внимание все вышеизложенные факты, предприятию необходимо определить каким образом производить продукцию. Для принятия решения топ-менеджменту необходимо получить количественные показатели, отражающие все возможности и угрозы конкретного производства.

Ниже представлена модель, с помощью которой менеджеры смогут получить количественную оценку потенциала для локализации продукции и решить какие узлы/компоненты автомобиля локализовать, какие отдавать партнёру по контрактной сборке, а что импортировать, с учётом внешних условий.

Для этого принимаем во внимание ключевые измерения:

- экономика (экономическая выгода локализации) — E;
- риск поставки (чем выше риск — тем выше приоритет локализации) — R;
- государственная поддержка (степень доступности к поддержке) — G.

Все измерения объединяются в единый показатель – индекс локализации (L):

$$L = w_E E + w_R R + w_G G, \quad (3)$$

где w_E, w_R, w_G – веса, которые назначаются в результате экспертной оценки (сумма равняется 1).

Решение принимается на основе порогов L. Компания внутри себя сама определяет значения, которых достаточно для выбора того или иного варианта развития.

Компонент E рассчитывается по следующей формуле:

$$E = \frac{\sum_{i=1}^n NPV_i}{C}, \quad (4)$$

где:

n – срок реализации проекта локализации,

NPV_i – чистая приведенная стоимость в i-ом периоде,

C – капитальные затраты на локализацию.

$$NPV_i = -C + \sum_{i=1}^n \frac{CF_i}{(1-r)^i}, \quad (5)$$

где:

CF_i – экономия от процедуры локализации в i -ом периоде,

r – ставка дисконтирования.

Компонент R рассчитывается по следующей формуле:

$$R = \frac{\sum_{j=1}^m s_j}{S}, \quad (6)$$

где:

s_j – стоимость товаров, сорванных при поставке j -го компонента,

S – стоимость всех поставок за календарный год.

Компонент G рассчитывается по следующей формуле:

$$G = \frac{AV}{TV}, \quad (7)$$

где:

AV – фактический объем, выданной поддержки,

TV – потенциально доступный объем поддержки.

Литература

1. Постановление Правительства РФ от 17.07.2015 N 719 (ред. от 18.09.2025) "О подтверждении производства российской промышленной продукции" – Режим доступа: КонсультантПлюс. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_183175/
2. Постановление Правительства РФ от 25.05.2019 N 661 (ред. от 09.03.2022) "О внесении изменений в приложение к постановлению Правительства Российской Федерации от 17 июля 2015 г. N 719" – Режим доступа: КонсультантПлюс. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_325691/
3. Федеральный закон от 23.05.2025 N 116-ФЗ "О внесении изменений в статьи 9 и 10 Федерального закона "Об организации перевозок пассажиров и багажа легковым такси в Российской Федерации, о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской..." – Режим доступа: КонсультантПлюс. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_505818/
4. Федеральный закон "О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд" от 05.04.2013 N 44-ФЗ (последняя редакция) \ – Режим доступа: КонсультантПлюс. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_144624/

УДК 658.5+005.7+004.8, JEL Classification: M11, O33

Перспективы развития нефтегазового комплекса в условиях цифровых трансформаций

Комиссарова М.А.¹, Москвинов В.В.²

¹д.э.н., зав. кафедрой «Производственный и инновационный менеджмент», Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова, г. Новочеркасск, Россия, mari543@yandex.ru;

²аспирант кафедры «Производственный и инновационный менеджмент», Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова, г. Новочеркасск, Россия, vladimir24081@gmail.com.

Аннотация. В статье рассмотрены перспективы отраслевого и регионального развития для компаний нефтегазового сектора отечественной экономики в условиях цифровых трансформаций, представлены основные направления работы ВИНК РФ в области цифровизации, дана оценка сопутствующих рисков

Ключевые слова: предприятия нефтегазового сектора, Индустрия 5.0, мониторинг производственного процесса, управление месторождением, оценка рисков.

Industry and regional development in the context of digital transformation: risks and growth prospects

Komissarova M.A.¹, Moskvinov V.V.²

¹Doctor of Economics, Head of the Department of Production and Innovation Management, South-Russian State Polytechnical University (NPI) named after M.I. Platov, Novocherkassk, Russia.

²Postgraduate Student, Department of Production and Innovation Management, South-Russian State Polytechnical University (NPI) named after M.I. Platov, Novocherkassk, Russia.

Abstract. This article examines the prospects for industry and regional development for companies in the Russian oil and gas sector in the context of digital transformation. It presents the main areas of work for vertically integrated oil companies in the field of digitalization and assesses the associated risks.

Keywords: oil and gas companies, Industry 5.0, production process monitoring, field management, risk assessment.

Введение

Российский нефтегазовый сектор на всех уровнях, как на национальном, так и на международном сохраняет свою ценность, удовлетворяя потребность в энергоресурсах на соответствующих рынках. Помимо этого, нефтегазовый сектор выполняет роль фундамента для энергетического и технологического суверенитета РФ.

Чтобы поддерживать уровень добычи нефти в России в период до 2030 года на уровне 2023 года, компаниям потребуется ежегодно увеличивать инвестиции на 62 миллиарда рублей или 2,8% на тонну, прогнозируют аналитики Kasatkin Consulting [5]. Хотя российские вертикально интегрированные нефтегазовые компании продолжают эффективно работать в текущих геополитических и макроэкономических условиях, существуют факторы, ограничивающие их дальнейшее развитие. Ухудшение качества запасов, а также тяжёлые природно-климатические и горно-геологические условия требуют разработки новых продуктов, инструментов и сервисов, позволяющих эффективно работать в условиях серьёзных внешних ограничений. Цифровая трансформация – направление, объединяющее большинство указанных компонентов повышения эффективности работы компании. Ведущие компании отрасли формируют разветвлённые структуры, которые обеспечивают научно-аналитическое сопровождение процессов добычи и переработки нефти на всех стадиях производственного цикла.

Для перехода к цифровому формату предприятия необходимо осуществить всеобъемлющую цифровизацию и интеграцию процессов по вертикали — от проектирования продукции до этапов производства, логистики и сервисного обслуживания. Вместе с тем требуется и горизонтальная интеграция, охватывающая не только внутренние процессы компании, но и взаимодействие с внешними участниками — партнёрами, поставщиками и клиентами. Цифровая трансформация должна опираться на современную цифровую платформу, которая представляет собой объединённый комплекс цифровых данных, моделей и инструментов, интегрированных в единую автоматизированную систему управления предметной областью. Кроме того, такая платформа должна обеспечивать эффективное взаимодействие всех заинтересованных сторон [12, 13]. На рисунке 1 представлены вышеназванные этапы цифровой трансформации.

Анализ перспектив использования цифровых решений в работе компаний нефтегазового сектора

В таблице 1 представлены основные компании-лидеры по направлениям цифровизации в сегменте «Разведка и добыча».

Таблица 1. Лидеры по направлениям цифровизации в сегменте «Разведка и добыча» [1, 4, 12]

Направление	Компании	Достижения и эффекты
Оцифровка добычи	Shell, BP	Умные скважины и цифровые месторождения, к 2016 г. 20 тыс. скважин (весь фонд) – оснащены цифровыми устройствами контроля и притока. По оценкам CERA достижимый эффект за счет внедрения технологий: повышение КИН на 2-7% , снижение OPEX до 25%
Высокочастотные датчики	Shell, BP	Совместно с «Silicon Microgravity» достигли: увеличение дебита на 2%, сокращение НПВ при бурении скважин на 5%

Направление	Компании	Достижения и эффекты
Дистанционное зондирование	BP	Покупка компании «Beyond Limits», адаптирующей технологии NASA для сегмента разведки и добычи
ПО	Seven Lakes Technologies	Решение «Field Data –Gathering Workflow solution», интерпретирующее данные в формате онлайн с последующей передачей на мобильные устройства персонала. Потенциальный эффект: снижение на 50 % НПВ насосного оборудования, увеличение КИН на 2%
Сейсмическое моделирование	Exxon Mobile, Chevron	Увеличение дебита на аналогичных скважинах за счет использования 3D моделей, работающих в синергии с искусственным интеллектом



Рис. 1. Этапы цифровой трансформации [6]

Для глубокого анализа ключевых тенденций и инновационных решений в нефтегазовой отрасли команда центра энергетической дипломатии и геополитики института перспективных международных исследований (ИПМИ) изучила выборку из свыше 2000 стартапов и крупных международных компаний. Результаты исследования отражены на карте инноваций, где выделены 10 наиболее значимых отраслевых трендов и представлены 20 перспективных стартапов (Рисунок 2).

Практически все ВИНК РФ в той или иной степени участвуют в цифровой трансформации бизнеса. Согласно данным «Vygon Consulting», в стране уже функционирует 27 умных месторождений. Крупнейшие ВИНК разрабатывают собственные технологические стратегии и создают современные инжиниринговые и технологические центры для поддержки и развития

цифровых инициатив. В таблице 2 представлены основные направления работы ВИНК РФ в области цифровизации

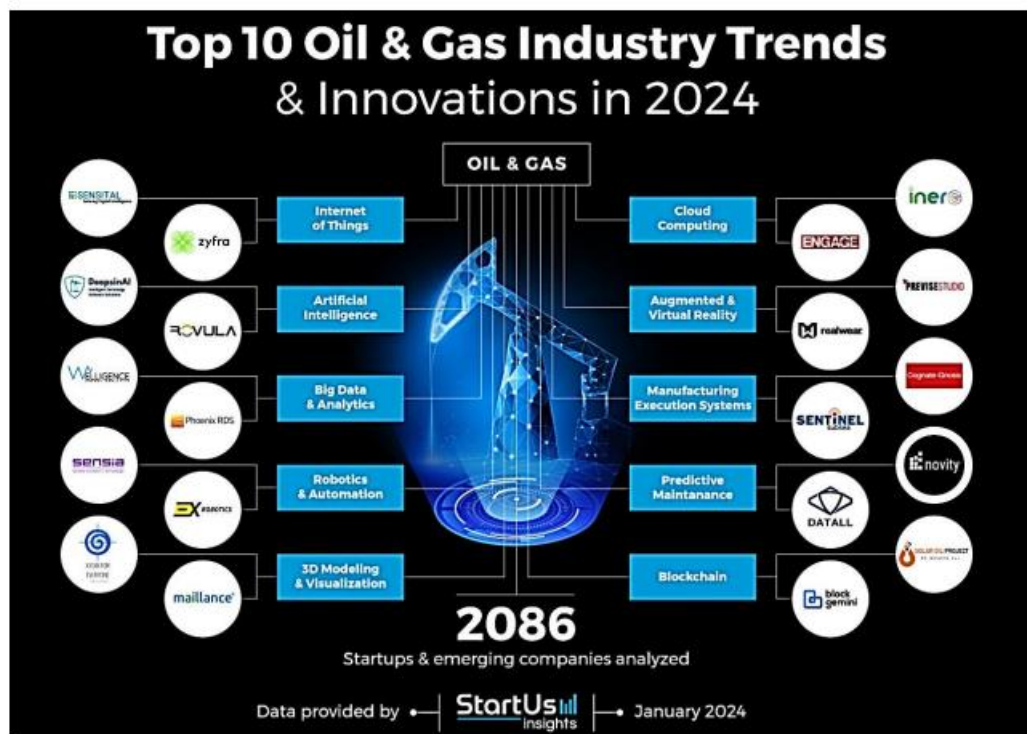


Рис. 2. Стартапы и компании в рамках перспективных направлений [2]

Таблица 2. Направления работы ВИНК РФ в области цифровизации

Компания	Направление работы
Газпром нефть [7]	В «Газпром нефти» работают центры разработок в области искусственного интеллекта, интернета вещей, робототехники, технологии блокчейн, продуктового дизайна, видеоаналитики, а также виртуальной и дополненной реальности. Цифровые двойники всех месторождений, заводов и других активов образуют единую киберфизическую модель активов «Газпром нефти», которая развивается в режиме реального времени на основе поступающих данных.
Лукойл [8]	Ожидается, что в результате реализации программы «цифровой ЛУКОЙЛ 4.0» к 2030 г. затраты компании уменьшатся на 20-30%. Ее основные направления, обозначенные менеджментом, - это программы «Цифровой двойник», «Цифро-вой персонал», «Роботизация», «Цифровая экосистема».
Роснефть [9]	В рамках цифровой трансформации и развития ИТ технологий, реализовано более 50 тысяч цифровых двойников скважин и производственных объектов. Запущены проекты «Цифровое месторождение» и «Цифровой завод». Создано более 16 программных комплексов по геологии, добыче и переработке.

Компания	Направление работы
Татнефть [10]	С 2016 г. в компании функционирует Центр моделирования для оптимального проектирования разведки и разработки геологических объектов. В результате все новые скважины снабжаются моделями с расчетом прогнозных показателей деятельности, что позволяет оптимизировать режимы работы скважин, рассчитывать варианты разработки, выявлять остаточные запасы нефти.
Сургутнефтегаз [11]	«Сургутнефтегаз» воспользовался для оптимизации бизнес-процессов платформой данных и приложений In-Memory, которая автоматизирует учет продукции, расчет цен, обеспечивает сотрудников информацией и экономит аппаратные ресурсы. Ключевые компоненты стратегии - цифровые: продукты, процессы, управление и бизнес-модели.

Мировой рынок цифровых решений для нефтепромыслов демонстрирует устойчивую динамику роста: по прогнозам, его объём увеличится с 43,7 млрд долларов США в 2025 году до 71,9 млрд долларов к 2035 году, при среднегодовом темпе роста 5,1%. Активное развитие этого сегмента связано с тем, что нефтегазовые компании всё чаще используют цифровые технологии для повышения эффективности, снижения эксплуатационных затрат и увеличения объёмов добычи. Среди новых драйверов внедрения цифровых решений — рост производственных и операционных рисков, требующих более точных и адаптивных методов управления. Такие инструменты, как предиктивная аналитика, автоматизированные системы на базе ИИ и цифровые двойники, способствуют переходу к удалённому мониторингу и профилактическому обслуживанию, повышая безопасность и надёжность нефтепромысловых операций [3]. В таблице 3 представлены ключевые игроки рынка цифровизации в сегменте «Разведка и добыча».

Таблица 3. Ключевые игроки рынка цифровизации в сегменте «Разведка и добыча» [3]

Компания	Ключевые направления деятельности	Оценочная доля рынка, %
Slb	Предоставляет решения с цифровыми двойниками на базе ИИ, мониторинг скважин в реальном времени и аналитика нефтяных месторождений на облачных платформах.	20-25
Halliburton	Специализируется на цифровых рабочих процессах, предсказательном обслуживании и интегрированных решениях для управления активами.	15-20
Baker Hughes	Предлагает мониторинг на базе IoT, предсказательную аналитику и автоматизацию нефтяных месторождений с использованием ИИ.	12-16
Weatherford	Фокусируется на оптимизации производства в реальном времени и передовых системах цифрового управления.	8-12
Siemens Energy	Разрабатывает интеллектуальные решения для нефтяных месторождений с использованием периферийных вычислений, аналитики данных и автоматизации процессов.	6-9

Доля остальных игроков рынка составляет от 25 до 30 процентов совокупно. К ним относятся:

- Emerson Automation Solutions
- Honeywell Process Solutions
- ABB Ltd.
- Rockwell Automation
- CGG
- Aveva Group
- Schneider Electric
- Infosys Oil & Gas Digital Services
- Siemens AG
- Eaton

Статистические данные показывают, что ключевыми игроками рынка являются мировые лидеры нефтесервисного кластера. В условиях внешних ограничений ВИНК РФ требуется развитие собственных уникальных технологических решений.

Ключевые вызовы, риски и ограничения

- *Высокие первоначальные инвестиционные затраты на цифровую трансформацию*

Внедрение цифровых нефтепромысловых технологий сопряжено со значительными капитальными затратами на приобретение передовых цифровых решений, программных платформ и модернизацию инфраструктуры.

- *Безопасности данных при облачном управлении месторождениями*

Внедрение облачных вычислений и IoT-решений в управление нефтяными месторождениями сопровождается серьезными рисками в области информационной безопасности. Возникают опасения по поводу возможных киберугроз, утечек данных и несанкционированного доступа к чувствительной информации. Критически важные оперативные данные — включая показатели работы скважин, уровни добычи и параметры оборудования — становятся потенциальными мишенями для кибератак.

- *Сложности интеграции с унаследованной нефтепромысловой инфраструктурой*

Многие нефтегазовые компании продолжают эксплуатировать инфраструктуру, сформированную на протяжении десятилетий, и зачастую она изначально не предназначалась для интеграции с современными цифровыми технологиями.

Выводы

В условиях современных глобальных изменений особенно важным становится внедрение цифровых технологий в нефтегазовый сектор экономики. Цифровая трансформация является ключевым трендом развития отрасли, а ее значимость обусловлена широкими возможностями применения цифровых технологий в обеспечении повышения эффективности добычи и использования нефти, возможностях управления затратами, а также обеспечения сохранения конкурентоспособности на рынке.

Ключевые тренды и особенности:

- для поддержания полки добычи в рамках реализации Энергетической стратегии РФ необходимы новые инструменты и сервисы, сохраняющие технологический суверенитет;
- цифровая трансформация текущих активов ВИНК требует немалых инвестиций;
- ключевые продукты, инструменты и сервисы, внедряемые при цифровой трансформации активов, имеют высокий потенциал повышения эффективности компаний по всей цепочке создания ценностей: от ГРП и добычи до переработки УВ сырья и реализации нефтепродуктов.

Литература

1. Горбов И.А., Гаврилюк Е.С. Исследование драйверов цифровой трансформации нефтегазовой отрасли // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. 2022. № 2. С. 49–62.
2. Будущее нефтегазовой отрасли через призму цифровых технологий. – Текст: электронный // URL: https://iais.uz/storage/files/1/Тренды_в_НГ_2024.pdf
3. Рост рынка цифровых нефтепромысловых решений - тенденции и прогноз на 2025 по 2035 гг. – Текст: электронный // URL: <https://www.futuremarketinsights.com/ru/reports/digital-oilfield-solutions-market>
4. Абдуллаев Б.А., Лазарева М.В., Нематова С.А. Возможности использования современных информационных технологий в нефтегазовой промышленности // Современные технологии в нефтегазовом деле - 2021: сб. тр. междунар. науч.-техн. конф. Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет. 2021. С. 783-786.
5. Обзор рынков добычи и нефтесервиса. – Текст: электронный // Kasatkin menauling – URL: <https://kascons.ru>
6. Терминология мехатроники. – Текст: электронный // URL: <https://helpiks.org>
7. О цифровой трансформации ПАО «Газпром нефть» – Текст: электронный // URL: <https://digital.gazprom-neft.ru/?ysclid=manmok3wbs796671217>
8. Революция 4.0 ПАО «Лукойл» – Текст: электронный // URL: <https://permneft-portal.ru/newspaper/articles/revolyutsiya-4-0/?ysclid=maoail6h74628698035>
9. Цифровизация производственных процессов ПАО «НК «Роснефть» » https://www.rosneft.ru/Development/knpk/Digitalization_production_processes/?ysclid=manmtmqbu r853207673
10. Цифровое развитие ПАО «Татнефть» – Текст: электронный // URL: <https://tncr.tatneft.ru/?ysclid=maoan3xtke64157689>
11. Цифровизация бизнес-процессов ПАО «Сургутнефтегаз» – Текст: электронный // URL: <https://www.directum.ru/clients/projects/surgutneftegas?ysclid=manmvbudoi234675098>
12. From bytes to barrels. The digital transformation in upstream oil and gas. – Текст: электронный // URL: <https://www.deloitte.com/content/dam/assetsshared/legacy/docs/industry/energy-resources-industrials/2022/gx-online-frombytes-to-barrels.pdf>
13. Priyadarshy S., Geng H. IoT REVOLUTION IN OIL AND GAS INDUSTRY. In Internet of Things and Data Analytics Handbook. URL: <https://doi.org/10.1002/9781119173601.ch31/>

УДК 629.7, JEL Classification: J54, O33

Анализ подходов к кооперации аэрокосмических предприятий различных стран и разработка предложений по совершенствованию системы производственной кооперации в отечественной ракетно-космической промышленности

Коневский М.В.¹, Фалько С.Г.²

¹студент кафедры «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана, m.konevsky@mail.ru;

²д.э.н., заведующий кафедрой «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана, serfalk@rambler.ru.

***Аннотация.** Рассмотрены современные подходы к кооперации аэрокосмических предприятий различных стран. Анализируются ключевые факторы, способствующие успешному взаимодействию между компаниями в области аэрокосмической отрасли, включая технологические, экономические и политические аспекты. Особое внимание уделяется примерам успешных международных проектов и программ, а также выявлению проблем и барьеров, с которыми сталкиваются предприятия при организации кооперации. На основе проведенного анализа сделано заключение о необходимости проведения систематических изменений.*

***Ключевые слова:** кооперация, ракетно-космическая промышленность (РКП), международное сотрудничество, глобальная кооперация, производственные альянсы.*

Analysis of approaches to cooperation among aerospace enterprises from different countries and proposals for improving the system of industrial cooperation in the domestic rocket and space industry

Mikhail Konevskiy¹, Sergey Falko²

¹student of the Department of «Economics and organization of production», Bauman University, Moscow.

²Doctor of economics, professor, head of the Department «Economics and organization of production», Bauman University, Moscow.

***Abstract.** The paper examines modern approaches to cooperation among aerospace enterprises from various countries. It analyzes the key factors contributing to successful collaboration between companies in the aerospace*

sector, including technological, economic, and political aspects. Particular attention is paid to examples of successful international projects and programs, as well as to identifying the problems and barriers that enterprises face when organizing cooperation. Based on the analysis, it is concluded that systematic changes are necessary.

Keywords: cooperation, rocket and space industry (RCP), international cooperation, global cooperation, production alliances.

Введение

Современная аэрокосмическая отрасль характеризуется исключительной сложностью и капиталоемкостью проектов, что делает международную кооперацию не просто предпочтительной, а объективной необходимостью. Ни одна страна, даже с развитой экономикой, не обладает всеми ресурсами, технологиями и рынками сбыта для самостоятельной реализации масштабных космических программ. Для российской ракетно-космической промышленности (РКП), стоящей перед вызовами импортозамещения и сохранения конкурентоспособности на мировом рынке, анализ существующих моделей кооперации и выработка на их основе адаптированных предложений являются критически важными задачами.

Анализ современных моделей международной кооперации

Мировая практика демонстрирует несколько устойчивых моделей кооперации:

1. Модель «Глобальная цепочка создания стоимости» (ГЦСС): лидером является компания SpaceX. Данная модель предполагает создание централизованной системы управления, где головной интегратор разрабатывает ключевые технологии (двигатели, системы управления) и осуществляет финальную сборку, а тысячи сторонних поставщиков со всего мира поставляют комплектующие по строго стандартизированным техническим требованиям. Это обеспечивает гибкость, снижение издержек и высокую скорость итераций, [1].
2. Модель «Интегрированной программы» (Programme-Based Cooperation): Классический пример – программа Международной космической станции (МКС). Данная модель основана на межправительственных соглашениях, где каждая страна-участница разрабатывает и поставляет свой сегмент или модуль, отвечая за его функционирование. Кооперация строится на принципе справедливого распределения финансирования и работ, однако часто страдает от бюрократической сложности и политической зависимости, [2].
3. Модель «Распределенного риска и партнерства» (Public-Private Partnership): ярким примером является программа NASA Commercial Crew Program. Государственное агентство (NASA) формулирует технические требования и частично финансирует разработку, но основную долю рисков и инвестиций несут частные компании (Boeing, SpaceX). Это стимулирует инновации и коммерциализацию результатов, [3].

Проблемы и вызовы для российской РКП

Отечественная РКП, унаследовавшая централизованную модель от советской эпохи, сталкивается с рядом системных проблем в области кооперации: высокая степень вертикальной интеграции и закрытости: ключевые предприятия (входящие в Госкорпорацию «Роскосмос») стремятся производить максимальное количество комплектующих внутри себя, что снижает гибкость и инновационный потенциал. Слабое развитие частно-государственного партнерства: доля частных компаний в кооперации незначительна, что ограничивает приток частных инвестиций и предпринимательской инициативы. Технологическая зависимость от импортных комплектующих – санкционное давление выявило уязвимость цепочек поставок, особенно в области микроэлектроники, композитных материалов и специализированного станкостроения. Нормативно-правовые барьеры – сложные процедуры допуска новых, в том числе частных, поставщиков к кооперации, отсутствие гибких стандартов и избыточное административное регулирование [4].

Предложения по совершенствованию системы производственной кооперации в российской РКП

Ниже представлены некоторые предложения по совершенствованию системы производственной кооперации в российской РКП:

1. На основе проведенного анализа предлагается комплекс мер для трансформации кооперационной модели отечественной РКП – поэтапная децентрализация и создание гибких кооперационных сетей: необходимо стимулировать головные интеграторы (РКК «Энергия», ГКНПЦ им. Хруничева и др.) к переходу от вертикальной интеграции к модели управления ГЦСС. Это предполагает выделение непрофильных активов и активное привлечение лучших отечественных поставщиков, в том числе из смежных отраслей (оборонная промышленность, ИТ, приборостроение).
2. Формирование многоуровневой системы технической стандартизации: разработка и внедрение системы отраслевых стандартов, гармонизированных с лучшими международными практиками, что позволит упростить интеграцию новых участников в кооперацию и обеспечить взаимозаменяемость компонентов.
3. Создание «Цифровой платформы кооперации РКП»: единая информационная система для агрегации потребностей интеграторов, возможностей поставщиков, управления жизненным циклом изделий и проведения электронных тендеров. Это повысит прозрачность и снизит транзакционные издержки.
4. Стимулирование создания «точек роста»: поддержка инжиниринговых центров и кластеров, специализирующихся на критических технологиях (например, аддитивные технологии, новые материалы), которые смогут стать центрами компетенций для всей отрасли.

Заключение

Переход российской РКП к современной, гибкой и открытой модели кооперации является важным этапом развития в условиях новой геополитической и экономической реальности. Заимствуя лучшие элементы международного опыта (гибкость SpaceX, партнерская модель NASA) и адаптируя их к национальным особенностям, можно создать устойчивую экосистему, способную не только на импортозамещение, но и на прорывные технологические достижения. Ключевым фактором успеха станет синергия между государственным стратегическим планированием и частной предпринимательской инициативой.

Литература

1. SpaceX. (2023). Official Website. Supplier Information. URL: <https://www.spacex.com/supplier/> (дата обращения 15.11.2025).
2. NASA. (2021). International Space Station Legal Framework. URL: https://www.nasa.gov/mission_pages/station/structure/elements/legal-framework (дата обращения 15.11.2025).
3. NASA Office of Inspector General. (2020). NASA's Commercial Crew Program: Acquisition and Development Efforts. (Report No. IG-20-005). URL: <https://oig.nasa.gov/docs/IG-20-005.pdf> (дата обращения 15.11.2025).
4. Филатов В.В. Исааков Г.С. Долженков С.С. Нирша П.И. Современные проблемы корпоративного управления ГК «РОСКОСМОС». 2021. С. 174-179.

УДК 65.011.56

Описание сквозных процессов разработки и производства изделия в организациях полного цикла

Коротаев Г.Н.¹, Масленникова Ю.Л.², Терентьев А.И.³

¹магистрант МГТУ им. Н.Э. Баумана, korotaevgn@gmail.com;

²к.т.н., Доцент кафедры «Промышленная логистика» МГТУ им. Н.Э. Баумана, maslennikova.yuliya@yandex.ru;

³магистрант МГТУ им. Н.Э. Баумана, artem.terentev.02@mail.ru.

Аннотация Цель статьи – описать и формализовать сквозной процесс цифровой разработки и производства изделия в организации полного цикла на основе единой диаграммы, связывающей этапы CAD/CAE/PLM/MES. В работе показано, что такая диаграмма служит основой для проектирования архитектуры цифрового предприятия и повышения управляемости жизненного цикла изделия.

Ключевые слова: цифровая разработка, цифровое производство, сквозные процессы, жизненный цикл изделия, PLM-система, CAD/CAE/CAM, BPMN-диаграмма, цифровое предприятие.

Description of end-to-end product development and production processes in full-cycle organizations

Grigory Korotaev¹, Yuliya Maslennikova², Artyom Terentyev³

¹Graduate master, Bauman University, Moscow;

²Ph.D. of Engineering Sciences, Associate Professor of the department of Industrial logistic, Bauman University, Moscow;

³Graduate master, Bauman University, Moscow.

Abstract The purpose of the article is to describe and formalize the end-to-end process of digital product development and manufacturing in a full-cycle organization based on a unified diagram that links the CAD/CAE/PLM/MES stages. The paper shows that such a diagram serves as a foundation for designing the architecture of a digital enterprise and improving the manageability of the product life cycle.

Keywords: digital development, digital manufacturing, end-to-end processes, product life cycle, PLM system, CAD/CAE/CAM, BPMN diagram, digital enterprise.

Введение

Для реализации национальных проектов и программ цифровой трансформации в РФ предприятия машиностроительного профиля переходят от локальной автоматизации отдельных участков к комплексной цифровизации

всего жизненного цикла изделия – от разработки до производства и поддержки эксплуатации [1]. В национальной программе «Цифровая экономика Российской Федерации» и в нацпроекте «Экономика данных и цифровая трансформация государства» описана необходимость повышения цифровой зрелости промышленности, в том числе за счёт внедрения отечественных информационных систем и сквозных цифровых технологий [2; 3]. Однако на уровне отраслевых стандартов и иных методических документов до сих пор слабо формализованы именно сквозные процессы цифровой разработки и производства изделия, а также их увязка с системой поддержки (CAD/CAE/PLM/MES и др.).

Актуальность и постановка проблемы

Современное «цифровое предприятие» предполагает сквозное управление данными об изделии на всех этапах жизненного цикла: проектирование конструкции, расчёты, технологическая и организационная подготовка производства, производство, контроль качества, сервис. Ключевыми технологиями здесь являются CAD/CAM/CAE; PDM/PLM, станки с ЧПУ, MES при поддержке ERP-систем [4].

На практике предприятия часто внедряют системы по отдельности: CAD и PDM в конструкторском блоке, CAE в расчётном подразделении, CAM и MES в производстве, что обусловлено закрытостью и несовместимостью вендорских платформ, разнородностью и несогласованностью справочников и мастер-данных, различиями форматов и версий интерфейсов/API, отсутствием единых отраслевых стандартов обмена и референс-моделей, а также организационной фрагментацией ролей и регламентов между подразделениями. [5]. Отсутствие формализованной общей схемы приводит к разрывам: дублированию данных, ручному переносу информации, разной трактовке статусов изделия и изменений [6]. Это противоречит целевым показателям цифровой зрелости, которые требуют прослеживаемости данных и управляемости процессов от заявки до выпуска продукции [7].

Следовательно, возникает научно-практическая задача: разработать унифицированные цифровые диаграммы процессов разработки и производства, которые одновременно описывают последовательность работ, роли участников и набор задействованных информационных систем. Такая диаграмма должна служить «каркасом» для проектирования архитектуры PLM-решений и интеграции с производственными системами.

Материалы и методы

В качестве исходного материала в работе использованы конкретные стратегические и нормативные документы цифровой трансформации промышленности: национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» (паспорт, утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и нацпроектам, протокол от 24.12.2018 № 16), федеральный проект «Цифровые технологии» в составе указанной национальной программы, методические рекомендации Минцифры России по цифровой трансформации государственных корпораций и компаний с

государственным участием, методика расчёта показателя «Достижение цифровой зрелости...» (приказ Минцифры России от 28.12.2024 № 1210), а также сводная стратегия развития обрабатывающей промышленности РФ до 2030 года и на период до 2035 года и методика оценки уровня цифровой зрелости промышленных предприятий Минпромторга. Эти документы, а также прикладные программные комплексы, с которыми автор работал (CAD-системы, CAE-пакеты, PDM/PLM-системы, MES-решения), подвергались анализу, синтезу и декомпозиции в терминах методологии научного познания: выделялись базовые понятия и сущности, выполнялась структуризация регламентов и функционала программных средств, их классификация и последующая интеграция в виде целостной модели сквозного процесса разработки и производства. На основе сравнения требований документов и возможностей программных систем были выявлены инвариантные этапы жизненного цикла изделия и типовые точки интеграции, что позволило сформировать обобщённую, вендорно-независимую концептуальную схему.

Для формального представления полученной модели была использована нотация BPMN [8]. Выбор BPMN обусловлен её статусом общепринятого стандарта описания бизнес-процессов и ориентацией на машинно-исполняемые модели. Нотация опирается на системный подход и позволяет описывать процесс как сеть событий, задач и шлюзов, связанных потоками управления и сообщений: события фиксируют запуск, завершение и наступление значимых состояний, задачи отражают действия участников и ИТ-систем, а шлюзы задают логику ветвления, синхронизации и выбора альтернатив. Такое представление обеспечивает однозначную интерпретацию диаграммы всеми участниками проекта, поддерживает дальнейшую формализацию в инструментах класса BPMS и даёт возможность прямой привязки графических элементов к функциям конкретных CAD/CAE/PLM/MES-систем.

Результаты

Стартовым событием служит завершение моделирования детали в CAD-системе (Рис. 1). На этом этапе создаётся цифровая модель изделия, но ещё не обеспечена её встраиваемость в общий контур управления данными.

Далее выполняются параллельные задачи: формирование расчётного пакета в PLM и сохранение версии в PDM. PLM аккумулирует набор данных, необходимых для анализа прочности, жёсткости или других эксплуатационных характеристик, в то время как PDM отвечает за хранение документации. Такая развилка фиксирует принцип «одного источника истины» по данным об изделии при одновременном обеспечении специфики разных систем.

После консолидации данных инициируется запрос на проведение инженерных расчётов в CAE/FEA (FEA - компьютерный метод прогнозирования реакции продукта на реальные силы, вибрацию, тепло, поток жидкости и другие физические эффекты) системах. Возникает подпроцесс, в котором расчётчик использует импортированные из PLM геометрические и граничные условия, а результаты (напряжения, деформации, коэффициенты запаса) возвращаются обратно в систему управления данными. При успешном выполнении критериев допуска происходит переход к задаче утверждения

версии изделия в PLM.

Ключевой точкой является шлюз «Конструкция утверждена». При положительном решении модель передаётся на этап технологической подготовки: создаются технологические маршруты и управляющие программы для оборудования с ЧПУ. На уровне информационных систем это соответствует работе CAM-модуля, тесно интегрированного с PLM и, при необходимости, с MES для последующего планирования производства.

После подготовки технологических данных запускается производственный заказ. На диаграмме этот момент выделен промежуточным событием «Запуск производства заказа», связывающим уровень планирования с операционным уровнем MES/ERP. Далее следует задача «Выполнение производственных заданий», в рамках которой ведётся фактическое изготовление изделий.

Особое место занимает ветвь обработки несоответствий. При обнаружении дефекта формируется событие «Нахождение несоответствия», активирующее подпроцесс регистрации и анализа. Здесь, как правило, задействуются системы качества (QMS) и модуль управления изменениями в PLM. Результатом анализа является инженерное извещение (ECO), содержащее корректирующие действия по модели, технологии или управляющим программам. Возвращаясь по петле обратной связи, эти изменения вносятся в PLM и CAM, после чего пересобранные программы снова поступают в производство. Такой контур обеспечивает замкнутый цикл непрерывного совершенствования цифрового двойника изделия и производственного процесса.

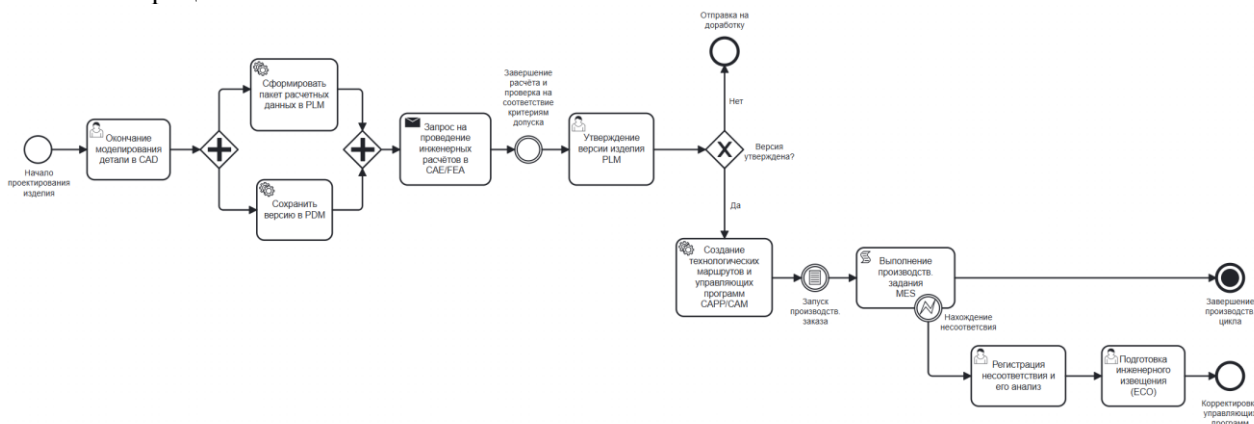


Рис. 1. BPMN диаграмма процессов.

Обсуждение

Рассмотренная диаграмма демонстрирует, что даже на уровне одной детали интеграция систем CAD/CAE/PDM/PLM/CAM/MES требует явного описания точек передачи данных и регламентов взаимодействия подразделений. Без формализованной процессной модели предприятия вынуждены выстраивать интеграцию «по месту», что ведёт к увеличению числа интерфейсов, росту риска ошибок и сложности сопровождения.

Предложенный подход к описанию процесса позволяет:

1. Связать жизненный цикл изделия с жизненным циклом данных и изменений.
2. Сформировать перечень необходимых интеграций между ИТ-системами.
3. Определить зоны ответственности подразделений (конструкторский отдел, служба расчётов, технологи, производственники, служба качества).
4. Заложить основу для последующей автоматизации маршрутизации задач в BPM- и PLM-системах.

Фактически цифровая диаграмма процесса становится промежуточным артефактом между стратегическими документами Минцифры и Минпромторга о цифровой трансформации промышленности и конкретными проектами внедрения PLM/MES-решений на предприятиях.

Заключение

Переход организаций полного цикла к цифровой разработке и производству изделий требует не только закупки программных продуктов и оборудования, но и формализации сквозных процессов, которые эти средства должны поддерживать.

В рамках работы сформулирована проблема отсутствия унифицированных описаний процессов и интеграции систем поддержки, показано, что действующие программы цифровой трансформации задают целевые ориентиры, но не предлагают детализированных моделей для уровня предприятия.

На примере конкретной диаграммы предложена модель цифрового процесса, охватывающая цепочку от завершения моделирования детали в CAD до обработки производственных несоответствий через контур ECO. Показано, что использование нотации BPMN-типа и привязка задач к конкретным информационным системам создают основу для проектирования архитектуры PLM-ориентированной цифровой среды предприятия.

Дальнейшие исследования предполагают: формализацию метамодели таких диаграмм, разработку типовых шаблонов для различных классов изделий и интеграцию полученных моделей в инструменты анализа цифровой зрелости и планирования проектов цифровой трансформации.

Литература

1. Сводная стратегия развития обрабатывающей промышленности Российской Федерации до 2030 года и на период до 2035 года: утв. распоряжением Правительства РФ от 06.06.2020 № 1512-р; в ред. распоряжения Правительства РФ от 21.10.2024 № 2963-р. — Текст: электронный // Правительство России. — URL: <http://government.ru/docs/all/128331/> (дата обращения: 24.11.2025).
2. Паспорт национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации»: утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и нацпроектам (протокол от 24.12.2018 № 16). — Текст: электронный. — URL: <http://static.government.ru/media/files/urKHm0gTPPnzJlaKw3M5cNL06gczMkPF.pdf> (дата обращения: 24.11.2025).

3. О национальном проекте «Экономика данных и цифровая трансформация государства»: распоряжение Правительства РФ от 12.08.2025 № 2174-р. — Текст: электронный. — URL: <http://government.ru/docs/all/160471/> (дата обращения: 24.11.2025).
4. Лепеш, Г. В. Цифровая трансформация промышленного сектора экономики / Г. В. Лепеш // Техничко-технологические проблемы сервиса. — 2022. — № 2(60). — С. 3-15. — EDN MODLLG.
5. Котов, О. К. Формирование замкнутого цикла продукции с помощью систем ERP, MES и PLM / О. К. Котов // Вестник науки. — 2023. — Т. 1, № 7(64). — С. 31-36. — EDN AUXETE.
6. Коротаев, Г. Н. Рассмотрение деятельности предприятия с точки зрения системной динамики / Г. Н. Коротаев // Научный аспект. — 2024. — Т. 11, № 4. — С. 1346-1351. — EDN JTDXNN.
7. Масленникова, Ю. Л. К вопросу об оценке эффективности опытного производства в промышленности / Ю. Л. Масленникова, А. Е. Бром // Экономическое развитие России. — 2023. — Т. 30, № 3. — С. 14-20. — EDN UXAKNF.
8. ISO/IEC 19510:2013. Information technology — Object Management Group Business Process Model and Notation (BPMN). — Текст: электронный. — URL: <https://www.omg.org/spec/BPMN/ISO/19510/PDF> (дата обращения: 24.11.2025).

УДК: 004.9; 338.242; JEL Classification: M11; M21; O14

Феномен себестоимости и ее значение при цифровой трансформации на современных предприятиях

Косолап Е.Ю.

старший преподаватель кафедры «Экономика и организация производства», МГТУ им. Н.Э. Баумана, katya.kosolap@gmail.com.

Аннотация. Анализируется себестоимость в экономике наших дней. Раскрыта сущность показателей себестоимости. При широком развитии цифровых технологий необходима мгновенная реакция на любые изменения, что меняет подход к методам управления производством. Обращено внимание на актуальность соединения конкретной себестоимости с единственным объектом отнесения затрат. Показан подход создания цифровых двойников изделий.

Ключевые слова: себестоимость, объект отнесения затрат, менеджмент, цифровой двойник

The phenomenon of cost and its importance in digital transformation in modern enterprises

Ekaterina Kosolap

Senior Lecturer of the Department of Economics and Organization of Production, BMSTU.

Abstract. The cost of production in the economy of our days is analyzed. The essence of cost indicators is revealed. With the widespread development of digital technologies, an instant reaction to any changes is necessary, which changes the approach to production management methods. Attention is drawn to the relevance of combining a specific cost with a single object of cost allocation. The approach of creating digital product doubles is shown.

Keywords. cost, cost allocation object, management, digital twin.

Введение

Иногда слово «феномен» воспринимают как парадокс, явление или даже нечто исключительное, выдающееся, небывалое. И это прямо относится к категории «себестоимость». Цена, выручка, например, имеют не только однозначные дефиниции, но и визуально определяемы. Выручка отражается суммой денег в кассе или на расчетном счете, а цена известна покупателю через указание на ценнике.

Себестоимость является виртуальной, ее нельзя увидеть или познать в ощущениях, ее значение можно только предположить некоторыми расчетами, да и то при многих ограничениях. Это и выбор метода амортизации, списания материалов, назначение вида оплаты труда, распределение накладных затрат и пр.

Более того все усложняет требование уточнения выбора объекта отнесения затрат, т.к. при калькулировании себестоимости необходимо указывать конкретное изделие.

Возникнув более 100 лет назад, себестоимость и в наши дни является «вещью в себе», некоторым экономическим конструктом, которым пользуется все предприниматели, государство и отдельные люди. Но все часто не принимают значения себестоимости в нашей жизни. Да и, в целом, в экономике. Феномен категории себестоимости заключается в ее универсальной возможности соединять несоединимые, из-за совершенно различных размерностей ресурсов, входящих в нее: материальных; трудовых; денежных.

Себестоимость. Краткая история и современность

Себестоимость, как категория, стала интересной для промышленников в конце XIX в. Первоначально она определялась как просто стоимость производства и реализации продукции, а прибылью считалось превышение выручки над этой стоимостью. Но индивидуальная стоимость затрудняла реализацию продукции при наличии конкуренции между предпринимателями. Было найдено решение по величине затрат, необходимых для производства и реализации продукции, но и дающих оценить затраты у других производителей. Такие затраты, стали называть текущими. Первым так их назвал Н.Ф. Чарновский и дал им определение, что эти затраты обладают свойством подвижности, движимости, текучести [2, стр. 115].

И так, серьезным ограничением, заставляющим следить за стоимостью, является и конкуренция среди предпринимателей, которая не дает менеджменту производить продукцию по индивидуальным затратам, а принуждает ориентироваться на стоимость ее выпуска у конкурентов.

В структуру себестоимости продукции включаются денежные (ресурсные) затраты предприятий на производство и реализацию продукции, выражающие часть ее стоимости (стоимость потребленных средств производства и стоимость необходимого продукта).

В Большой советской энциклопедии (БСЭ, 1986 г.) отмечается, что «экономические элементы сметы затрат отражают стоимость израсходованных средств производства и стоимость необходимого продукта, идущую на оплату труда. Они включают: сырье и основные материалы (за вычетом отходов), покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, вспомогательные материалы, топливо и энергию, амортизацию основных производств, фондов, заработную плату, отчисления на социальное страхование. Соотношение отдельных видов затрат образует структуру себестоимости, которая резко отличается как по отдельным отраслям, так и внутри них. Под влиянием научно-технического прогресса, в результате роста производительности труда, в структуре себестоимости увеличиваются удельные затраты материальных

ресурсов и уменьшается доля денежных расходов на оплату труда. В СССР в 1928/29 гг. заработная плата с отчислениями в общей сумме затрат составляла 34,3%, а материальные затраты 55,6%, то в 1960 г. соответственно 19,3 и 77,5%, в 1970 г. – 16,1 и 80,7%, в 1974 – 14,8 и 80,8%.

Наблюдение за структурой себестоимости за последние 50 лет показали устойчивое соотношение между статьями (табл. 1 и 2), и некоторое сокращение размера оплаты труда: с 24% в 1974 г. до 21,9% – в 2022 г. Таблица 1 сформирована по данным [1, стр. 102], а таблица 2 – по данным [3, стр. 189-192].

Таблица 1. Структура затрат на производство продукции по отраслям промышленности в 1974 г., в %

Промышленность	Всего затрат	В том числе						
		Сырье и основные материалы	Вспомогательные материалы	Топливо	Энергия	Амортизация	Заработная плата с начислениями	Прочие расходы
Вся:	100	64,5	4,3	3,6	2,3	3,7	14,8	4,5
Машиностроение и металлообработка	100	7,7	4,0	1,2	2,1	5,2	24,0	5,8

Таблица 2. Структура затрат на производство продукции по отраслям промышленности в 2022 г., в %

Промышленность	Всего затрат	В том числе							
		Материальные затраты	Из них:			Заработная плата	Отчисления на соц. страхование	Амортизация	Прочие расходы
			Сырье и материалы	Топливо	Энергия				
Вся:	100	75,6	61,3	1,9	2,2	9,0	2,4	3,7	8,4
Машиностроение и металлообработка	100	66,1	62,8	0,7	1,5	17,2	4,7	3,7	9,3

Все расходы предприятия, связанные с изготовлением продукции, являются производственными и в совокупности образуют технологическую себестоимости» [1, с. 101].

Можно заметить, что описание себестоимости в БСЭ не отличается от современных формулировок и отражает те же задачи экономики, 40 лет назад, что и сегодня: прибыль, рентабельность, экономическая эффективность и т.д.

Все предыдущие промышленные революции базировались на широком использовании энергии, первоначально энергии ветра, затем энергии пара,

позднее электрической. И только в третьей промышленной революции, начало которой относят в 80-м годам прошлого века, на роль ведущей производительной силы выходит компьютеризация, основанная на внедрении в повседневную и производственную деятельность электронных средств обработки и передачи информации, т.е. безбумажно. По сути, это продолжение использования электроэнергии, только в глубоко переработанном виде!

Это предполагает не только приспособление человека к новым подходам и возможностям цифровых технологий, но и пересмотр формирования технологии без участия человека, в безбумажном виде. За человеком, при производстве продукции, останутся только функции планирования, контроля и анализа результатов. Само производство будет вестись в автоматизированном виде, по технологиям, записанным машинными кодами.

Роль себестоимости в цифровой трансформации производства продукции

Менеджера в первую очередь волнуют вопросы объемов продукции, показателей ее качества, сроки и трудоемкость, наличие и доступность ресурсов, оплата труда и т.д. Но менеджмент интересуется технические показатели, в то время как для менеджера формируются показатели: выручка, себестоимость, цены продаж, сумма налогов, дивиденды.

Для цифровой трансформации требуется однозначность и конкретность в определении экономических категорий и их показателей. Для многих показателей таких проблем не возникает: выручка, рентабельность, прибыль, эффективность имеются математически выверенные формулы, понятные всем. Только вот в основе формул находятся показатели себестоимости, неоднозначность значений которых затрудняет эквивалентность и тождественность расчетов на различных предприятиях. Так изделие N, изготовленное на предприятии A, и такое же изделие N, произведенное на предприятии B, будет иметь различные денежные значения себестоимости: S_{NA} и S_{NB} . Причем, предприятия A и B не будут знать значения себестоимости друг у друга, из-за конкуренции. Другая проблема, исходящая из отсутствия четких дефиниций себестоимости, появляется в том, что себестоимости изделия N, изготовленного даже на одном предприятии, но в различные периоды времени или разного объема, будут разными. В этом нас убеждает бухгалтерский подход к экономике, где доминирует математика, а не логика выигрыша времени.

Но даже если дефиниции себестоимости будут однозначно определены и признаны всеми, это еще не означает возможность формализации их для целей использования в цифровых платформах. Из экономических реалий авторы почти повсеместно упускают из вида такое понятие, объект отнесения затрат (ООЗ).

Объект отнесения затрат и себестоимость

Объект отнесения затрат или объект калькуляции (ОК) – это тот самый элемент экономики, без приспособления которого к условиям цифровизации, невозможно осуществить переход к планированию себестоимостью и управлению ею с использованием цифровых платформ. Лишь немногие авторы, пишущие о себестоимости, упоминают о важности ООЗ и то вскользь. При оценке себестоимости изделий ООЗ – главный фактор ее различия. Для этого в описании ООЗ указывают главные признаки различия: место производства и

масштаб выпуска. Эти признаки, при цифровой трансформации, без которых нельзя говорить об аутентичности себестоимости при анализе продукции разных производителей.

Цифровая трансформация, как процесс, применяется для внедрения компьютерных технологий во все сферы производства и реализации, следующий этап автоматизации. Предприятиям необходимо будет внедрять инновационные цифровые технологии для осуществления операционных изменений, которые позволяют лучше адаптироваться к меняющимся требованиям рынков.

И так, ООЗ является неразрывной стороной при рассмотрении себестоимости, ее важнейшим элементом. Сама по себе себестоимость, без привязки в конкретному ООЗ является величиной неопределимой. При составлении сметы затрат или калькуляции экономист лишь формирует структуру затрат с некоторыми суммами, входящих в них элементов. При необходимости рассчитать смету затрат на производство 2000 столов требуется постатейно сформировать суммы затрат на материалы, оплату труда и прочее. Для привязки сметы к данным столам указывают некоторые данные: чертежи, описание технологии, производственное подразделение, объем производства и др. Ограничениями являются данные о распределении косвенных расходов, принятых методах амортизации основных фондов и списания материальных затрат, об организации заработной платы и пр. Любое изменение в характеристике ООЗ приведет к изменению величины себестоимости и всех производственных и экономических показателей, связанных с ней. Так изменение количество ООЗ (2000 столов) на всего одну единицу, например, до 2001 стола обязательно изменит не только величину суммы себестоимости, но и означает расчет новой сметы.

Необходимо отметить и еще одно незаметное авторами положение важности размерности экономических элементов, входящих в структуру себестоимости. В аналоговой экономике это не является сильным ограничением при анализе себестоимости, но при цифровой трансформации неучет размерности поставит запрет на аутентичности себестоимости. Поясним это замечание.

Вывод условий рациональной постановки производства должен опираться на выражение себестоимости:

$$S = M + L + U$$

Об этом писал еще Н.Ф. Чарновский. И эта формула не вызывает возражений и сохранила свое значение до наших дней. В ней: S – себестоимость; M – затраты на материалы; L – затраты на оплату труда; U – косвенные расходы, w – стоимость. Но разберем ее под углом зрения размерности величин, составляющих себестоимость. Например, говорим о производстве шестерни (рис. 1 и 2), точнее калькуляции. Обратимся к классическому выражению издержек производства и переведем его в экономические термины калькуляции:

$$80c + 20v + 20m = 120w.$$

Но в экономических категориях, при сложении величин, надо обязательно учитывать размерность и без указания, и конкретизации ООЗ этого сделать

невозможно. Можно представить 80с как сумму стоимости снашивания оборудования (амортизацию) и стоимости материалов. Амортизация учитывается в рублях, материалы – в рублях на 1 изделие, а оплата труда в рублях/час. И единственное, что примеряет все эти составные элементы себестоимости – ООЗ. Поэтому при цифровой трансформации необходимо изменить подход к верификации информации к ООЗ и аутентичности себестоимости.

Цифровой двойник себестоимости изделия на службе менеджера

На рис. 1 показано, что информация об ООЗ обычно разбросана по нескольким источникам информации, которые разрабатываются и поддерживаются разными подразделениями предприятия. Это приводит к нарушению планового потока информации на протяжении жизненного цикла производства объекта, поскольку эти источники информации могут не обмениваться ею должным образом и в требуемое время.

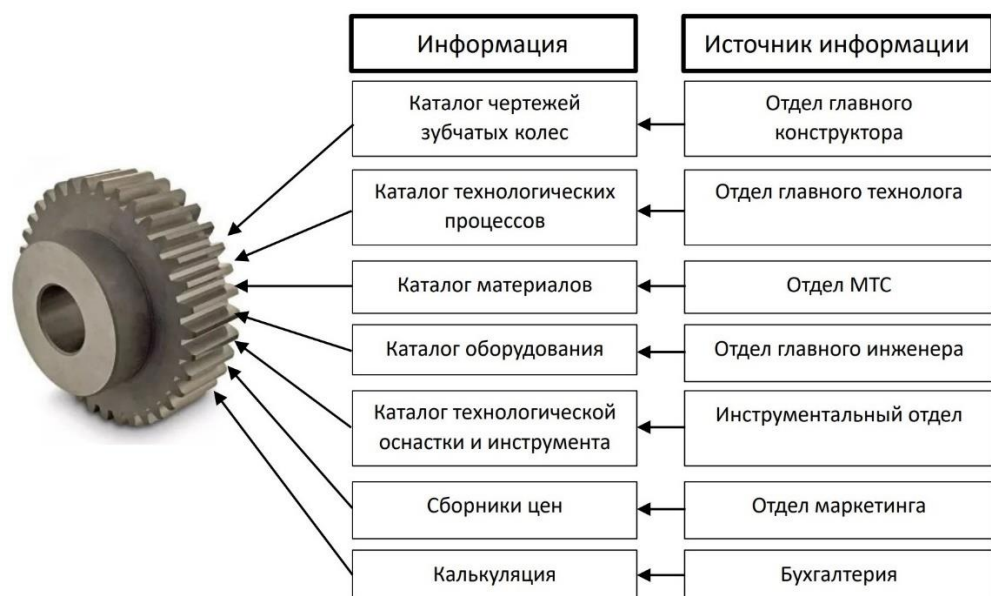


Рис. 1. Источники информации и информация о зубчатом колесе для принятия решения об изготовлении

Часть производственной информации может дублироваться или быть непоследовательной, а иная вообще отсутствовать. В результате, в ручном режиме, менеджеру требуется значительное время, чтобы найти соответствующую информацию, преобразовать ее в подходящий формат, верифицировать и реализовать в ней семантические отношения. Кроме того, это может привести к противоречивым оперативным данным и к принятию неверных решений. Таким образом организация традиционных информационных хранилищ, как источников актуальной информации и технически, и морально устарела. Это касается и тех случаев, когда менеджер использует современные программные продукты для планирования и контроля

хода производства продукции. Информация, необходимая для менеджера, формируется, хранится, обрабатывается в функционально отдельных структурах предприятия. Это затрудняет работу менеджера по оперативному вмешательству в производство при отклонении от целей стратегии. Да и сохранение данных о калькуляции, как объекта коммерческой тайны, невозможно. Имеется и проблема верификации информации, поступающей от ее источников (см. рис. 1).

Главная цель верификации информации – защита актуальной информации от ошибок, подделок и мошенничества.

Правильно организованная менеджером система верификации информации:

- предотвращает доступ к информации посторонних лиц;
- подтвердить, что пользователь ввёл настоящую почту или телефон;
- убедиться в подлинности загруженного документа;
- исключить дублирование или фальсификацию данных;
- повысить уровень доверия между клиентом и сервисом.

Традиционные информационные хранилища информации на предприятии наряду с очевидными плюсами (наглядность, доступность к прочтению, возможность бессрочного хранения, возможность тиражирования с удостоверением подлинности и пр.), имеют и минусы. К минусам можно отнести отсутствие единого центра хранения действующей информации и ответственного хранителя. Архив предприятия – не в счет. Огромный объем производственно-хозяйственной информации, меняющийся и нарастающей каждый момент времени. Невозможность создания режима сохранения экономически важной информации от конкурентов. Наличие человеческого фактора (ошибки, саботаж, низкая квалификация, болезни и пр.).

Кроме того, традиционные информационные хранилища препятствуют внедрению передовых методов управления (использование расширенной аналитики и искусственного интеллекта), которые требуют оперативного доступа к большому объему информации. Эти новации, как правило ведут к уменьшению зарплаты вспомогательного и обслуживающего персонала и даже к его частичному сокращению.

Все эти доводы, а также цифровые возможности современных программных продуктов, привели нас к созданию механизма цифрового двойника ООЗ в виде департамента Цифра, находящегося только в распоряжении менеджера. Департамент (от франц. department – отделение) – это функциональное подразделение предприятия, которое специализируется и отвечает за выполнение конкретных задач и функций, связанных с деятельностью предприятия в целом. Департамент одновременно будет являться и информационным хранителем как прошлых актуальных сведений, так и вновь поступающих из источников информации, после фильтрации с помощью контроллинга информации.

Разработанное информационное хранилище, департамент Цифра, будет содержать все необходимые для данные менеджера. В общем случае данные имеют два важных значения – это:

- структурированная или неструктурированная информация, которая является основой контроля, анализа и принятия управленческих решений;

- пассивная часть программного обеспечения, а также совокупность значений определенных ячеек памяти, преобразование которых осуществляет цифровой код.

На рис. 2 показано, как цифровые двойники изделия помогают решить проблему информационного хранилища о калькуляции его изготовления в департаменте Цифра.

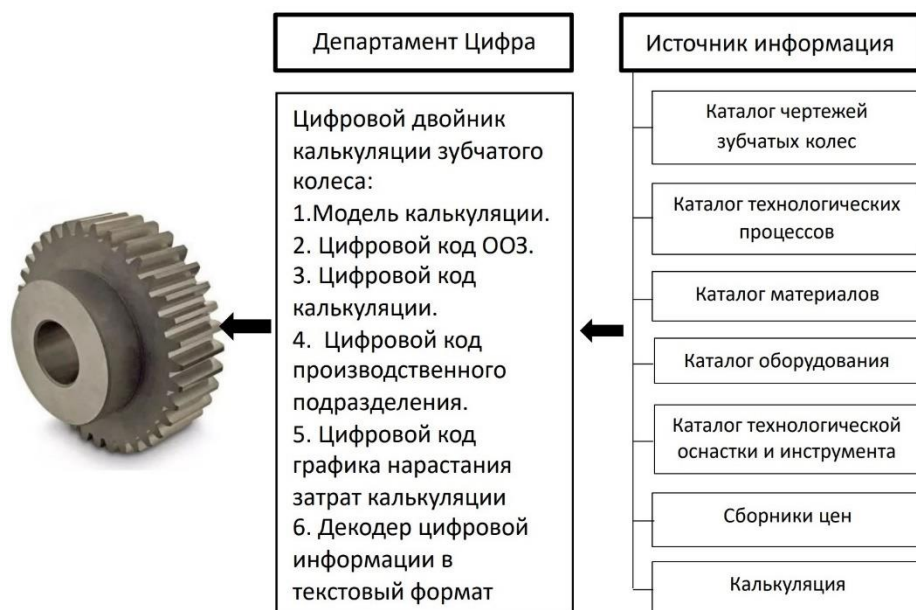


Рис. 2. Цифровой двойник зубчатого колеса для решения проблемы информационного хранилища (департамент Цифра)

Цифровой двойник делает собираемую информацию доступной только менеджеру в конкретном приложении через интеграционные интерфейсы, такие как прикладного программирования (Application Programming Interface – API), например, *внутренние интерфейсы (Private API) – используются внутри предприятия для связи между сервисами: источников информации, департаментом Цифра и менеджером.*

Это улучшает процесс принятия решений благодаря общему пониманию рабочего состояния и снижает общие затраты на эксплуатацию и техническое обслуживание предприятия в течение жизненного цикла и обеспечивает обеспечение режима сохранения коммерческой тайны.

Цифровой двойник является необходимым посредником (прокси-сервером) между источниками информации, производством и менеджером. Это ресурс всех необходимых знаний о движении детали по технологическому процессу. Он собирает информацию для менеджера о каждом изделии в режиме online (оперативно), что позволяет контролировать и реагировать на возникающие возмущения.

Заключение

Себестоимость – уникальный экономический конструкт, который лежит в основе планирования, контроле и анализе. Ее роль возрастает с переходом на машинные, компьютерные, безбумажные технологии.

При цифровой трансформации, при дефиците времени, необходимо менеджеру понимать риск ошибочного принятия управленческих решений, основанных на категории себестоимости. При этом стержнем себестоимости должен стать ООЗ. Важное внимание требуется уделять размерностям элементам себестоимости при цифровизации.

Выходом, при безболезненном переходе менеджера к пониманию и использованию *Private API*, является переход к концепции управления через разработки цифровых двойников выпускаемой продукции.

Литература

1. БСЭ. М.: Издательство «Советская энциклопедия». Т. 23, 1978. – 639 с.
2. Н.Ф. Чарновский. Техничко-экономические принципы в металлопромышленности. М.: Орго-Металл, 1927. – 247 с.
3. Промышленное производство в России. 2023: Стат. сб./Росстат. – 259 с.

УДК 123, JEL Classification: A10, B40

Развитие производства интраокулярных линз в России: государственно-частное партнерство в здравоохранении

Кузькокова К.А.¹, Герцик Ю.Г.²

¹студентка бакалавриата, кафедра «Биомедицинские технические системы» МГТУ им. Н.Э. Баумана, kuzkokovakristina@gmail.com.

²доцент, д.э.н., к.б.н., профессор, кафедра «Промышленная логистика» МГТУ им. Н.Э. Баумана, ygerzik@bmstu.ru.

Аннотация. В условиях глобализации и прогресса медицинских технологий отечественный рынок интраокулярных линз сталкивается с высокой зависимостью от импорта. Импортные интраокулярные линзы обладают высоким качеством, их стоимость и логистические сложности создают барьеры для местных производителей и ограничивают доступность современных офтальмологических услуг для населения. Развитие внутреннего производства становится приоритетным, требуя системных мер поддержки и модернизации существующих механизмов. В работе была предложена концессионная модель государственно-частного партнерства и проведен анализ рисков, которые возможны при ее реализации.

Ключевые слова: интраокулярные линзы, государственно-частное партнерство, концессионная модель.

Development of intraocular lens production in Russia: public-private partnership in healthcare

Kuzkokova Kristina¹, Yury Gertsik²

¹Bachelor's degree student, Department of Biomedical Technical Systems, Bauman University, Moscow.

²Associate Professor, Professor of «Industrial logistics» chamber, PhD Bauman University, Moscow.

Abstract. In the context of globalization and advances in medical technology, the domestic intraocular lens (IOL) market is facing a high dependence on imports. While imported IOLs are high-quality, their cost and logistical challenges create barriers for local manufacturers and limit the availability of modern ophthalmological services for the public. Developing domestic production is becoming a priority, requiring systemic support measures and modernization of existing mechanisms. The paper proposed a concession model of public-private partnership and analyzed the risks that may arise from its implementation.

Keywords: intraocular lenses, public-private partnerships, concession model.

Введение

По данным Всемирной организации здравоохранения, катаракта ответственна за примерно 51% мировой слепоты, что эквивалентно 20 миллионам человек. На сегодняшний день, по информации на октябрь 2025 года, по словам министра здравоохранения РФ Михаила Мурашко, число пациентов с катарактой в России достигает 2 млн, что соответствует заболеваемости почти 1 700 случаев на 100 тысяч населения [1,2].

Эпидемиологические исследования свидетельствуют о том, что темпы роста заболеваемости катарактой в России в два раза превышают показатели увеличения общей численности населения. Прогнозы указывают на возможное увеличение числа пациентов с катарактой на 20% к 2030 году, что приведет к росту их числа до 2,4 миллиона.

Одной из наиболее частых операций по хирургии глаза во всем мире является удаление катаракты. По данным Национального института здравоохранения, в 2025 году частота операций по удалению катаракты составляла от 36 до 12 800 на миллион населения в разных странах. По данным Всемирной организации здравоохранения, в ближайшее десятилетие потребность в хирургическом лечении катаракты удвоится. Такая тенденция подчеркивает необходимость постоянного развития и совершенствования технологических подходов, направленных на достижение максимальных функциональных и анатомических результатов, профилактику осложнений, а также унификацию и улучшение методов оптической коррекции, в частности, достигается путем удаления помутневшего хрусталика и замены его прозрачной интраокулярной линзы. ИОЛ повышает остроту зрения и позволяет пациентам ясно видеть, исправляя дефект рефракции глаза.

В настоящее время в России в рамках системы обязательного медицинского страхования (ОМС) широко применяются монофокальные интраокулярные линзы индийского производства, однако их качество зачастую оставляет желать лучшего, несмотря на более низкую стоимость. Это связано с тем, что большинство таких изделий производится по более дешевым технологиям, что увеличивает риск осложнений, таких как воспаление и развитие вторичной катаракты, что в свою очередь ведет к необходимости повторных операций и ухудшению качества жизни пациентов. В условиях ограниченных ресурсов и необходимости повышения эффективности лечения, актуальной становится задача модернизации системы поддержки отечественного производства медицинских изделий, в частности интраокулярных линз. Одним из ключевых инструментов может стать внедрение механизмов государственно-частного партнерства, что позволит создать условия для формирования конкурентоспособного внутреннего рынка ИОЛ. Реализация подобных мер способствует обеспечению доступа населения к высококачественным офтальмологическим услугам, а также повышению уровня отечественного производства в данной сфере. В целом системные меры поддержки отечественных производителей в сочетании с модернизацией существующих механизмов могут значительно улучшить ситуацию в области лечения катаракты в Российской Федерации и повысить качество жизни миллионов пациентов.

Материалы и методы

В рамках исследования был выполнен обзор существующей нормативно-правовой базы, а также анализ международного опыта реализации проектов в сфере медицинских изделий посредством ГЧП. Были использованы методы системного анализа для выявления ключевых факторов эффективности проекта, а также методы SWOT-анализа для определения внутренних и внешних факторов, оказывающих влияние на успешность реализации инициативы. В качестве источников данных использовались официальные статистические отчёты, материалы Министерства здравоохранения РФ, аналитические публикации, а также экспертные оценки специалистов в области офтальмологии, экономики и управления проектами.

Результаты и обсуждения

Государственно-частное партнерство (ГЧП) это стратегический, институциональный и организационный альянс между государством и бизнесом в целях реализации общественно значимых проектов и программ в широком спектре сфер деятельности: от базовых отраслей промышленности и НИОКР до оказания общественных услуг [3].

Важными аспектами ГЧП являются продолжительность взаимодействия между государственным и частным секторами, а также распределение рисков, обязанностей и затрат между партнерами. При этом ключевым вопросом остается организация эффективного сотрудничества в рамках ГЧП. Объединяя ресурсы двух секторов, частный бизнес, как правило, берет на себя управление проектом, что позволяет ему нести ответственность за результаты только в рамках заранее установленных условий.

В этом контексте следует отметить необходимость создания специализированной управленческой компании, которая будет инициирована частным сектором для реализации конкретного проекта в рамках ГЧП. Государство, в свою очередь, пересматривает подход к формированию технико-экономического обоснования, смещая акцент с процесса на конечный результат.

За счет объединения активов государства с инвестиционными, управленческими, мотивационными и иными ресурсами частного сектора можно добиться синергетического эффекта и обеспечить повышение эффективности использования находящегося в распоряжении общества потенциала для решения социально значимых задач.

В рамках темы развития производства интраокулярных линз в России внедрение механизмов ГЧП может стать эффективным инструментом для привлечения частных инвестиций, стимулирования инновационной активности и модернизации производственных мощностей. Реализация ГЧП создаст условия для совместного финансирования и внедрения современных технологий.

Для этих целей была разработана концессионная модель ГЧП, структура данного проекта представлена на рисунке 1. В ее рамках частный партнер выбирается на основе проведения конкурса государством для финансирования, строительства и предоставления услуг на протяжении определенного долгосрочного промежутка времени, после окончания которого проект

передается государству. При этом частный сектор получает вознаграждение ежеквартально или ежегодно от государства за реализацию проекта [4]. Важно учитывать особенности сектора ИОЛ и специфику концессионных соглашений. Необходимо соответствовать медицинским стандартам и сертификации.



Рис. 1. Структура проекта

Объектом концессии является производственная инфраструктура, включая производственные мощности, лабораторные комплексы и техническую инфраструктуру для производства интраокулярных линз. Реализация данного проекта позволит устранить необходимость закупки ИОЛ иностранного происхождения, в частности индийского производства, в рамках системы обязательного медицинского страхования. В перспективе это обеспечит полную замену импортных ИОЛ отечественными аналогами, обладающими высоким качеством и соответствующими установленным стандартам.

Выгода для частного сектора: получение гарантированного дохода на протяжении всей длительности проекта за предоставление оговоренных государством услуг, а также расширение границ своей деятельности, выход на международный рынок ИОЛ.

Выгода для государственного сектора: обеспечение население качественными медицинскими изделиями, достижение улучшения соотношения «цена-качество» реализации проекта по сравнению с традиционным способом его осуществления государством (через государственный заказ), а также снижение фискальной нагрузки на государственный бюджет путем распределения выплат за реализацию проекта частному сектору на протяжении длительного промежутка времени.

Ранее было подчеркнуто, что одним из ключевых аспектов ГЧП являются также распределение рисков между государством и частным сектором. Ниже

представлены основные категории рисков, связанные с реализацией проекта, схематически отображённые на рисунке 2 [5].

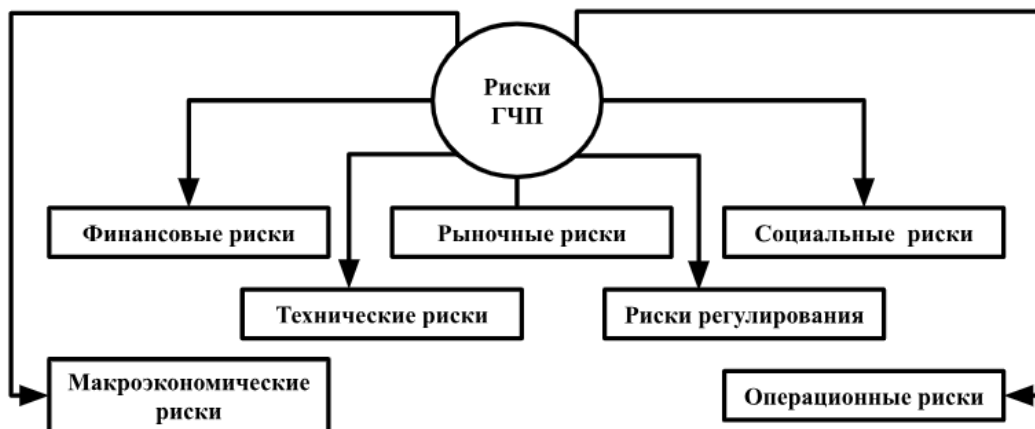


Рис. 2. Возможные риски ГЧП

Технические риски обусловлены недостаточной модернизацией или несовершенством производственных линий, что может негативно сказаться на качестве продукции, а также осложнениями при внедрении новых технологий и оборудования.

Финансовые риски связаны с возможным недостаточным финансированием проекта, что может привести к задержкам в реализации и снижению качества продукции. Рыночные риски включают недостаточный спрос на отечественную продукцию вследствие отсутствия доверия потребителей или конкуренции со стороны импортных аналогов, а также изменения в нормативно-правовой базе, регулирующей рынок интраокулярных линз.

Макроэкономические факторы, такие как колебания валютных курсов, инфляция и общая экономическая ситуация, могут существенно повлиять на стоимость реализации проекта.

Социальные риски проявляются в негативном общественном мнении, особенно в контексте медицинских изделий, что может негативно сказаться на репутации как государственных, так и частных партнеров.

Операционные риски включают неэффективное управление производственными процессами, что способствует ухудшению качества продукции и росту затрат, а также технические сбои и поломки оборудования, вызывающие задержки и дополнительные расходы.

Регуляторные риски связаны с возможными изменениями в законодательстве и нормативных актах, регулирующих рынок медицинских изделий, а также с трудностями в получении необходимых лицензий и сертификатов, что может затянуть сроки выхода продукции на рынок.

В совокупности, указанные риски требуют разработки комплексных мер по их минимизации и управлению для обеспечения успешной реализации

проектов по производству интраокулярных линз и повышения их конкурентоспособности на рынке.

Выводы

Таким образом, внедрение механизмов ГЧП в сферу производства интраокулярных линз в России представляет собой перспективный инструмент повышения эффективности организации производства, снижения затрат и повышения качества медицинских изделий.

Анализ показал, что правильное распределение рисков, а также создание условий для привлечения частных инвестиций и внедрения современных технологий, могут значительно ускорить модернизацию отрасли и обеспечить доступность высококачественных ИОЛ для населения. Реализация предложенной концессионной модели позволит устранить зависимость от импортных аналогов, повысить уровень отечественного производства и стимулировать инновационную деятельность. Однако для достижения этих целей необходимо учитывать возможные риски, связанные с техническими, финансовыми, операционными и регуляторными аспектами, и разрабатывать меры по их минимизации. В целом, использование ГЧП в данной сфере способно обеспечить значительный вклад в развитие отечественной системы здравоохранения и повысить качество жизни миллионов пациентов с катарактой.

Литература

1. Пляскина У. С., Фомина А. В. Эпидемиологические аспекты возрастной макулярной дегенерации и сенильной катаракты в России и в мире //Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики. – 2024. – №. 3. – С. 713-730.
2. Всероссийский научно-практический конгресс «Современные технологии катарактальной, рефракционной и роговичной хирургии».2025. URL: <https://minzdrav.gov.ru/en/news/2025/10/03/27927-mihail-murashko-napravil-privetstvie-uchastnikam-25-vserossiyskogo-nauchno-prakticheskogo-kongressa-sovremennye-tehnologii-kataraktalnoy-refraktsionnoy-i-rogovichnoy-hirurgii>(дата обращения 5.11.2025)
3. Варнавский В.Г. Партнерство государства и частного сектора: формы, проекты, риски. М.: Наука, 2005.
4. Резниченко Н.В. Модели государственно-частного партнерства //Вестник Санкт-Петербургского университета. Менеджмент. – 2010. – №. 4. – С. 58-83.
5. Соколов М. Ю., Маслова С. В. Управление рисками в проектах государственно-частного партнерства //Вестник Санкт-Петербургского университета. Менеджмент. – 2013. – №. 4. – С. 100-124.
6. Бутенко Д. Е. Государственно-частное партнерство в зарубежных странах //Вопросы образования и науки: теоретический и методический аспекты. – 2012. – С. 30-32.
7. Стивен М. и др. Управление здравоохранением: структура организации и поведение. — Delmar Pub., 2005.
8. Здравоохранение Б. Х. К. Государственно-частное партнёрство // Ускорение глобального здравоохранения. — 2023. — С. 72.
9. Шевчук И. А. и др. Управление бизнесом с использованием современной модели государственно-частного партнерства//Вестник Академии знаний. – 2024. – №. 6 (65). – С. 1309-1316.

УДК 658.581, JEL Classification: D21

Применение ИИ агентов при реализации системы технического обслуживания и ремонта оборудования с функцией предиктивной аналитики

Кузьминов И.Д.¹, Немеров Е.М.², Чугунов В.С.³

¹студент кафедры «Инновационное предпринимательство» МГТУ им. Н. Э. Баумана, igorkuzminov02@gmail.com.

²студент кафедры «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н. Э. Баумана, egor_nemerov@mail.ru.

³к.т.н., доцент кафедры «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана, vladch47@mail.ru.

Аннотация. В статье описаны сложности, возникающие на промышленных предприятиях при внедрении и эксплуатации системы технического обслуживания и ремонта оборудования с функцией предиктивной аналитики. Также рассмотрено понятие ИИ агента и выделены свойственные ему характеристики. С учётом результатов проведённого анализа авторами предложен перечень ИИ агентов, которые могут быть применены для преодоления описанных сложностей, сформулированы наборы задач, закрепляемые за ними.

Ключевые слова: техническое обслуживание и ремонт, предиктивная аналитика, ИИ агенты, промышленное предприятие.

Application of AI agents in the implementation of equipment maintenance and repair systems with predictive analytics functionality

Igor Kuzminov¹, Egor Nemerov², Vladimir Chugunov³

¹Student in Department of Innovative Entrepreneurship, Bauman University, Moscow.

²Student in Department of Economics and Organization of Production, Bauman University, Moscow.

³Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Economics and Organization of Production, Bauman University, Moscow.

Abstract. The article describes the challenges faced by industrial enterprises during the implementation and operation of equipment maintenance and repair systems with predictive analytics functionality. It also explores the concept of an AI agent and highlights its key characteristics. Based on the analysis conducted, the authors propose a set of AI agents designed to overcome the identified challenges and define specific tasks assigned to each agent.

Key words: maintenance and repair, predictive analytics, AI agents, industrial enterprise.

Введение

Система технического обслуживания и ремонта оборудования представляет собой комплекс организационных и технологических мероприятий, которые стали неотъемлемой частью деятельности по обеспечению работоспособности производственных активов на современном промышленном предприятии. Реализация мероприятий по ТОиР оказывает влияние на техническое состояние оборудования, стабильность технологического процесса, качество продукции и экономическую эффективность производства. Кроме того, наличие рассматриваемой системы позволяет создать безопасные условия труда и снизить профессиональные риски для персонала.

На сегодняшний день значительная часть отечественных предприятий из различных отраслей промышленности для поддержания работоспособности и исправности используемого оборудования применяет следующие стратегии технического обслуживания и ремонта: аварийное обслуживание, планово-предупредительный ремонт, обслуживание по состоянию.

Стратегия аварийного обслуживания подразумевает, что ремонт оборудования осуществляется только после его отказа, то есть после потери объектом возможности выполнять требуемые функции [1]. Ключевым недостатком данной стратегии является неожиданный выход из строя оборудования. Он ведёт к незапланированным простоям, может повлечь повреждение смежных узлов, а также требует срочной мобилизации ресурсов, что в итоге увеличивает затраты на ремонт.

Второй стратегией, которая часто применяется на промышленных предприятиях, является планово-предупредительный ремонт (ППР). Под системой ППР понимается совокупность организационных и технических мероприятий по эксплуатации, обслуживанию и ремонту оборудования, направленных на предупреждение преждевременного износа деталей, узлов и механизмов и на повышение надёжности оборудования [2].

При этом стоит отметить, что за последние годы отечественные предприятия столкнулись с целым комплексом изменений, которые заставили пересмотреть необходимость следования привычной системе ППР и снизили популярность данной стратегии: санкционные ограничения, разрыв логистических цепочек, сокращение присутствия западных сервисных компаний, дефицит квалифицированных кадров, рост затрат на простои.

В сложившихся условиях стали особо заметны следующие недостатки системы планово-предупредительного ремонта:

- потребность в большом количестве высококвалифицированных специалистов;
- наличие неизменных норм периодичности и продолжительности остановок;
- высокая длительность простоев оборудования, которые связаны с непредвиденными отказами в период между моментами обслуживания и предусмотренными разработанными планами;
- отсутствие учёта фактического технического состояния станков;
- снижение надёжности станков после избыточного обслуживания [3].

Стремление устранить описанные выше недостатки в последние годы подталкивает многие отечественные предприятия к переходу на стратегию обслуживания оборудования по техническому состоянию. Зачастую стараются внедрять системы ТОиР с реализацией функции предиктивной аналитики. Однако, как показывает опыт, переход на подобную систему сопровождается рядом сложностей. Предполагается, что помочь справиться с существующими барьерами могут ИИ агенты.

Цель, установленная в настоящей статье: сформулировать предложения по применению ИИ агентов при реализации на промышленном предприятии системы ТОиР с функцией предиктивной аналитики.

Обзор проблем, возникающих при реализации системы ТОиР с функцией предиктивной аналитики

Применение системы ТОиР с реализацией функции предиктивной аналитики даёт предприятию ряд существенных преимуществ: предсказание неисправностей до возникновения отказов, сокращение простоев оборудования, продление срока эксплуатации станков, снижение затрат на ремонт оборудования, повышение безопасности на производстве, упрощение процедуры проведения технологического обслуживания, повышение качества производимой продукции, снижение числа аварий и повышение надёжности оборудования.

Однако несмотря на весь перечень преимуществ, которое можно получить от применения рассматриваемой системы ТОиР, необходимо помнить, что её внедрение и эксплуатация на предприятии потребуют преодоления ряда сложностей.

Одним из ключевых барьеров при внедрении рассматриваемой системы ТОиР являются высокие первоначальные затраты. Внедрение такой системы требует приобретения не только дорогостоящего программного обеспечения, но и целого парка датчиков и сенсоров для сбора данных [1]. Значительные средства также потребуются для модернизации, существующей ИТ инфраструктуры, которая должна справляться с обработкой больших массивов информации. Также предприятие должно быть готово к расходам на обучение персонала работе с новыми технологиями и привлечение внешних экспертов.

Кроме того, стоит помнить и о том, что установленные на оборудовании датчики будут генерировать довольно большое количество данных. Эту информацию необходимо не только собирать и хранить, но и корректно обрабатывать, чтобы на её основе давать оценку технического состояния контролируемого объекта. Для выполнения интерпретации получаемых массивов данных и формирования выводов в виде понятных сотрудникам предприятия отчётов потребуется привлечение высококвалифицированных специалистов, число которых на данный момент недостаточно, а их зарплаты находятся на высоком уровне.

Ещё одной сложностью, с которой могут столкнуться предприятия при внедрении рассматриваемой системы, является необходимость её интеграции в существующий ИТ ландшафт и сложившиеся бизнес-процессы. При эксплуатации рассматриваемой системы потребуется взаимодействовать с

рядом ИТ продуктов, информация из которых может применяться сотрудниками при обслуживании оборудования.

Также барьером при внедрении рассматриваемой системы ТОиР может стать отсутствие достаточного объёма исторических данных для определения пороговых значений, при достижении которых следует инициировать предупреждения о приближающихся отказах [1]. В результате снижается точность прогнозов и растёт процент ложных срабатываний. Серьезной проблемой может стать и нехватка ретроспективных данных о показателях, характеризующих техническое состояние оборудования при возникновении отказов, которые могут привести к критичным для производства последствиям, но ранее не случались. В таком случае рассматриваемая система ТОиР либо не предскажет их появление, либо некорректно определит проблему.

Сложностью является также и рост требований к сотрудникам, которые будут обслуживать оборудование на предприятии. Во-первых, для реализации предиктивной аналитики от них потребуется выделять время на составление подробных отчётов о выполненной работе. А во-вторых, им понадобится развить навык взаимодействия с цифровыми системами для получения плана работ, которые необходимо выполнить, поиска инструкций и рекомендаций по устранению дефектов, чтения и интерпретации подготовленных отчётов и графиков.

Определение и ключевые характеристики ИИ агентов

В научной и прикладной литературе существует множество определений понятия «ИИ агент». Это связано с тем, что агенты применяются в разных контекстах – от программных интерфейсов и диалоговых систем до робототехники и мультиагентных платформ. Тем не менее, можно выделить несколько авторитетных формулировок, которые легли в основу современного понимания ИИ-агентов.

Одно из классических определений принадлежит Стюарту Расселу и Питеру Норвигу. В их учебнике по искусственному интеллекту агент описывается как «нечто, что можно рассматривать как воспринимающее свою среду через датчики и воздействующее на эту среду посредством исполнительных механизмов» [4]. В этой формулировке акцент сделан на цикл взаимодействия: агент получает входные данные из окружающего мира, анализирует их и совершает действия, влияющие на среду.

Более детализированную трактовку предложили Майкл Вулдридж и Н. Р. Дженнингс – одни из основоположников теории мультиагентных систем. По их определению, интеллектуальный агент – это «компьютерная система, находящаяся в некоторой среде и способная к автономным действиям в этой среде ради достижения своих целей» [5]. Здесь подчёркиваются два важных аспекта: во-первых, агент действует автономно без вмешательства человека, во-вторых, у него есть цели, к которым он стремится. Это определение акцентирует внимание на гибкости поведения и адаптивности, что особенно важно в динамичных средах.

Третью важную позицию занимают работы Стэна Франклина и Артура Грессера. Они формулируют определение агента как системы, которая

«находится в среде, способна чувствовать эту среду и действовать в ней в течение продолжительного времени, воздействуя на то, что будет восприниматься впоследствии, и преследуя при этом собственные цели» [6]. Эта трактовка делает упор на длительность взаимодействия: агент не просто выполняет отдельную команду, а участвует в непрерывном процессе восприятия и действия. Кроме того, подчеркивается, что действия агента меняют будущее восприятие – то есть поведение агента влияет на его собственный опыт, формируя контекст для будущих решений.

Если сопоставить эти определения, можно выделить общие черты, все авторы сходятся в том, что агент:

- существует в среде;
- получает от неё информацию;
- принимает решения;
- и влияет на неё через свои действия.

Для лучшего понимания сути ИИ-агентов важно разграничить это понятие с близкими, но отличающимися категориями – нейросетями и традиционными программами.

Если сравнивать ИИ-агента и нейросеть, то стоит понимать, что нейронная сеть представляет собой метод обработки данных, который по входным данным выдаёт определённый результат. Примеры: классификация изображений, генерация текста или распознавание речи. Однако сама по себе нейросеть не имеет целей, не воспринимает среду и не действует в ней. Она лишь отвечает на поступивший запрос. В отличие от неё, ИИ-агент – это активная система, которая самостоятельно воспринимает происходящее и принимает решения, стремясь к достижению целей [6, 7].

В классической программе видно, что она работает строго по заданному алгоритму. Программа выполняется только при вызове, завершает работу по инструкции и не проявляет инициативу. Агент же функционирует непрерывно, самостоятельно определяет, какие действия нужно предпринять, и адаптируется к изменениям в среде [8]. Ключевое отличие заключается в автономности: агент не ждёт команды, а сам анализирует происходящее и действует. Кроме того, интеллектуальный агент способен выбирать между альтернативами и обучаться на своём опыте, чего не делает стандартная программа.

Обобщая приведённые определения, можно выделить несколько характеристик, которые чаще всего ассоциируются с интеллектуальными агентами:

- автономность – агент способен действовать без внешнего управления, самостоятельно принимая решения на основе доступной информации;
- реактивность – умение воспринимать изменения в среде и адекватно на них реагировать, адаптируя своё поведение;
- проактивность – агент не только реагирует, но и способен ставить цели, планировать и инициировать действия без внешнего сигнала;
- социальность – способность взаимодействовать друг с другом или с людьми, обмениваясь данными, координируя действия, распределяя задачи;

- адаптивность – агент может обучаться на опыте и корректировать своё поведение, улучшая эффективность своих действий со временем [9].

С учётом рассмотренных подходов, под ИИ-агентом можно понимать автономную интеллектуальную систему (программную или физическую), которая, находясь в некоторой среде, способна воспринимать её изменения, принимать решения и выполнять действия, направленные на достижение целей.

Агент реализует цикл восприятия, анализа и действия: получает данные из среды, интерпретирует их, выбирает оптимальное поведение и осуществляет воздействие. Такой подход подчёркивает не только техническую архитектуру, но и целенаправленность, непрерывность и способность к адаптации, отличающую агентов от других типов ИИ-систем.

Предлагаемый состав ИИ-агентов: описание, закрепляемые задачи, потенциальные последствия

Далее предлагается рассмотреть, использование каких ИИ агентов сможет помочь в преодолении выделенных ранее сложностей, которые возникают при внедрении и эксплуатации системы ТОиР с функцией предиктивной аналитики.

Хотелось бы отметить, что разработка единого ИИ-агента, способного эффективно решать все задачи в области технического обслуживания и ремонта, является крайне труднореализуемым и методологически неверным решением. Многообразие оборудования, различающегося по принципам работы и особенностям износа, требует специализированных алгоритмов анализа, что делает монолитную архитектуру избыточно сложной и малопригодной для адаптации. Разнородность задач, выполняемых при техническом обслуживании оборудования и требующих осуществления существенно отличающихся действий для их решения, также не позволяет применить единого агента.

Более перспективным представляется подход, основанный на создании системы взаимодействующих друг с другом ИИ-агентов, каждый из которых отвечает за выделенный круг задач в системе ТОиР. Подобная архитектура позволит распределить функциональную нагрузку, повысить гибкость системы и обеспечить постепенную интеграцию в существующие процессы без необходимости проведения кардинальных изменений на предприятии.

Первым ИИ-агентом, которого стоит применить для реализации рассматриваемой системы ТОиР является агент по управлению запасами запчастей и комплектующих, предназначенный для автоматизации процессов контроля, прогнозирования и пополнения складских запасов, необходимых для осуществления технического обслуживания и ремонта оборудования [10]. Задачи, закрепляемые за ним, и перечень положительных последствий от его использования представлены на рисунке 1.

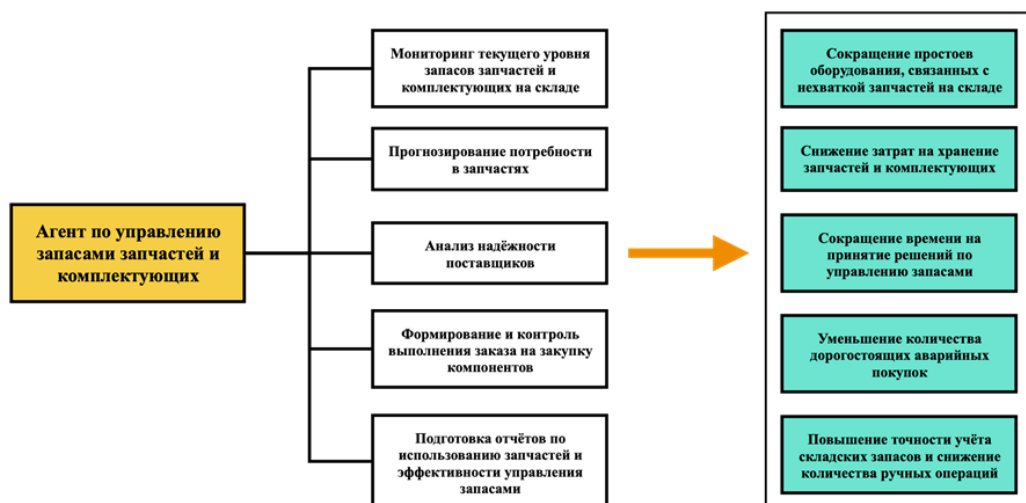


Рис. 1. Задачи и положительные последствия от использования первого агента

Вторым агентом является ассистент для поддержки технического персонала, предназначенный для оказания оперативной помощи сотрудникам, непосредственно выполняющим обслуживание и ремонт оборудования, путём предоставления актуальной информации, исторических данных и рекомендаций по устранению неисправностей. Задачи, закрепляемые за ним, и перечень положительных последствий от его использования представлены на рисунке 2.



Рис. 2. Задачи и положительные последствия от использования второго агента

Важным шагом будет внедрение ИИ-агента по анализу влияния режимов эксплуатации, с его помощью можно будет выявлять взаимосвязи между параметрами фактической эксплуатации оборудования и вероятностью возникновения отказов. Основным преимуществом применения такого агента станет возможность создания рекомендаций по использованию оборудования для продления ресурса и повышения общей надёжности производственных систем. Подробный перечень задач представлен на рисунке 3.



Рис. 3. Задачи и положительные последствия от использования третьего агента

Использование четвёртого агента направлено на генерацию данных о гипотетических отказах оборудования, с целью создания синтетических сценариев потенциально возможных, но ранее не наблюдавшихся критических неисправностей для подготовки системы мониторинга и персонала к их своевременному обнаружению и устранению [10]. Задачи, закрепляемые за агентом, и перечень положительных последствий от его использования представлены на рисунке 4.



Рис. 4. Задачи и положительные последствия от использования четвертого агента

Пятым агентом к внедрению станет ИИ-агент по планированию и назначению ремонтных работ. Его главная цель – автоматическое формирования графиков проведения технического обслуживания и ремонтов, на основе доступности ресурсов и приоритетов, с последующим назначением ответственных бригад и необходимых материалов. Функционал пятого агента представлен на рисунке 5.



Рис. 5. Задачи и положительные последствия от использования пятого агента

Таким образом, в рамках данной работы были предложены пять ИИ-агентов, каждый из которых решает определенные задачи, возникающие при внедрении системы ТОиР с функцией предиктивной аналитики. Комплексное

применение таких агентов позволит повысить эффективность, надёжность и адаптивность процессов технического обслуживания на промышленном предприятии.

Литература

1. Jiang W, Hu F. Artificial Intelligence Agent-Enabled Predictive Maintenance: Conceptual Proposal and Basic Framework // Computers. - 2025. - Vol. 14, №8 - P. 329.
2. Положение о планово-предупредительных ремонтах оборудования и транспортных средств на предприятиях министерства цветной металлургии СССР. - М.: Недра, 1984. - 176 с.
3. Самарина, В. П. Методологические подходы к выбору стратегии ремонтов оборудования в контексте проблемы обеспечения экономической безопасности металлургических предприятий / В. П. Самарина, А. Т. Мартиросян // Вестник евразийской науки. – 2018. – Т. 10, № 6. – С. 40.
4. Russell S., Norvig P. Artificial Intelligence: A Modern Approach . - 3-rd ed. - Prentice Hall, 2010
5. Wooldridge M., Jennings N. R Intelligent Agents: Theory and Practice // The Knowledge Engineering Review. - 1995. - Vol. 10, №2 - P. 115-152.
6. Franklin S., Graesser A. Proceedings of the Third International Workshop on Agent Theories, Architectures, and Languages (ATAL). - Heidelberg: 1996. - 426 p.
7. Chapter 2: Intelligent Agents. // ArtificialIntelligence.readthedocs.io. URL: <https://artificialintelligence.readthedocs.io/en/latest/part1/chap2.html> (дата обращения: 12.11.2025).
8. Intelligent Agents – Programming Environments in AI / Intelligent Agents and Multi-Agent Systems // Department of Computer Science & Engineering. URL: <https://cse-robotics.engr.tamu.edu/dshell/cs631/index.html> (дата обращения: 12.11.2025).
9. Information and Systems Management Resources // Encyclopedia of Life Support Systems URL: <https://www.eolss.net/sample-chapters/c15/E6-44-01-01.pdf> (дата обращения: 12.11.2025).
10. Di Maggio, L.G. Toward Autonomous LLM-Based AI Agents for Predictive Maintenance: State of the Art, Challenges, and Future Perspectives // Applied Sciences. - 2025. - Vol. 15, №21. - P. 11515.

УДК 930 ББК 63.3; JEL Classification: O10

Мы, нижеподписавшиеся, имеем честь рекомендовать инженера-механика Н.Ф. Чарновского...

Кузьмичев А.Д.

профессор Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана, Москва, kuzmichoff@bmstu.ru

***Аннотация.** Публикуемый документ посвящен Николаю Францевичу Чарновскому, приглашенному в 1907 году в Императорское московское техническое училище для чтения (ИМТУ) курса "Организация и оборудование механических и прокатных заводов". В нем представлены не только результаты обучения в Московском университете и ИМТУ, но и его профессиональная карьера – работа на заводах страны.*

***Ключевые слова:** Николай Францевич Чарновский, курс "Организация и оборудование механических и прокатных заводов", Императорское московское техническое училище.*

IMTU graduates Vladimir Shukhov and Nikolai Zimin, the creation of new industries

Andrei Kuzmichev

professor, Economics and Organization of Production Department, Bauman Moscow State Technical University, Moscow.

***Abstract.** Keywords: The published document is dedicated to Nikolai Frantsevich Czarnowsky, who was invited in 1907 to the Imperial Moscow Technical College to teach the course "Organization and equipment of mechanical and rolling mills." It presents not only the results of his studies at Moscow University and IMTU, but also his professional career – working in factories in the country.*

***Keywords:** Nikolai Frantsevich Czarnowsky, course "Organization and equipment of mechanical and rolling mills", Imperial Moscow Technical school.*

Газета Московскія вѣсти 13 мая (30 апреля) 1907 года в статье «ЗАКЛАДКА ХРАМА-ПАМЯТНИКА» сообщала читателям: «Сегодня на Ходынском поле состоялась закладка храма, который будет служить памятником бывшему московскому генерал-губернатору и командующему войсками московского военного округа великому князю Сергею Александровичу и всем верным долгу и присяге слугам Царским, павшим от руки злодеев-революционеров при исполнении долга службы Царю и отечеству. Закладке храма предшествовало богослужение в Чудовом монастыре, где в

подземном склепе покоится прах вел. кн. Сергея Александровича» [1].

В тот же день на улице Коровий брод в Императорском Московском Техническом училище проходило Собрание Механического Отделения, где рассматривалась докладная записка, внесенная адъюнкт-профессором¹⁴ Александром Ивановичем Астровым¹⁵, профессорами Сидоровым Анатолием Ивановичем¹⁶, Гриневецким Выселением Игнатьевичем¹⁷ и Гавриленко, Александром Павловичем¹⁸.

В докладной записке указаны вузы, которые окончил Чарновский, перечислены предприятия, где он работал, начиная с Мытищенского лесопильного и деревообрабатывающего завода. Потом он служил в «Общество истинных металлургических и механических заводов», но более всего Чернявский служил в Сормово.

В Мытищах Чарновский проявил себя не только как инженер. Валентина Блохина, краевед, г. Мытищи пишет о том, что он входил в состав театральной любительской труппы в Больших Мытищах, созданной «из местной интеллигенции» [2].

Выскажем предположение, что в Сормово Чарновский попал не случайно: рекомендацию для перехода на завод, на наш взгляд, дал выпускник ИМТУ 1893 года Николай Васильевич Кабачинский¹⁹.

В Государственном историческом музее хранится его фото: «Кабачинский Николай Васильевич, инженер Сормовского завода. Дмитриев М.П. 1904 г.».

¹⁴ Адъюнкт (лат.) называется приставленный к чиновнику помощник или заместитель; так, например, к пожилому лицу духовного звания, которое уже не в состоянии исполнять своих обязанностей во всем их объеме, приставляется А. (викарий). При некоторых университетах и академиях второй заместитель известной научной кафедры называется А., так как его обязанность преимущественно состоит в том, чтобы помогать и заступать место главного представителя ее.

Энциклопедический Словарь Ф.А.Брокгауза и И.А.Ефрона

¹⁵ Александр Иванович Астров (1872-1919) - выдающийся инженер-гидравлик, вице-президент Политехнического общества (1911-1914), профессор и первый декан механического отделения Императорского Московского технического училища

¹⁶ Сидоров Анатолий Иванович Учёный-механик, специалист по проектированию машин и деталей. Заслуженный деятель науки и техники РСФСР (1928). Окончил в 1891 г. Императорское Московское техническое училище (ИМТУ), учился также за границей (Германия, Швейцария). С 1892 г. — член Политехнического общества при ИМТУ. С 1898 г. профессор. В 1907-1912 гг. преподавал черчение и вёл курс "Устройство машин" на механическом и химическом отделениях. В 1915-1921 гг. - декан механического факультета ИМТУ. В 1921—1923 г. - представитель Советской России в Бюро иностранной науки и техники при экономическом представительстве РСФСР в Германии.

¹⁷ Гриневецкий Василий Игнатьевич В 1896 году окончил Императорское Московское техническое училище и оставлен при нём на должности преподавателя проектирования деталей машин и кранов. С 1900 года — адъюнкт-профессор, с 1904 года — профессор, с 1914 года — директор училища. Профессор В. И. Гриневецкий наряду с К. В. Киршем стал основателем московской научной теплотехнической школы.

¹⁸ Гавриленко, Александр Павлович русский инженер и промышленник, первый выбранный диктор Императорского технического училища. Основал кафедру «Составление проектов машин и заводов и технологии металлов и дерева».

¹⁹ До настоящего времени нет исследований, посвященных Николаю Васильевичу Кабачинскому.



Рис. 1. Кабачинский Николай Васильевич

[https://catalog.shm.ru/api/spf/x2Ax-](https://catalog.shm.ru/api/spf/x2Ax-5bXnQZW3bTe247NwmI8jPl0IeGANYcUiDENiAUmakYkneC7z6qTQwmtFRCl.webp?w=1000&h=1000)

5bXnQZW3bTe247NwmI8jPl0IeGANYcUiDENiAUmakYkneC7z6qTQwmtFRCl.webp?w=1000&h=1000 (дата обращения: 15.11.2025)

В публикации «Совы механика Кабачинского» (20 июля 2021) Алексей Николаев из Нижнего Новгорода пишет, что в документах архивного фонда Нижегородской духовной консистории, «в метрической книге Спасо-Преображенской церкви села Сормово (при Сормовских заводах) Балахнинского уезда Нижегородской губернии за 22 января 1906 года имеется запись №31 о крещении девочки Анны, родившейся 14 января. Её родители – инженер-механик Николай Францевич Чарновский и жена его Ольга Михайловна, оба православные. Восприемниками, то есть крёстными записаны помощник присяжного поверенного Владимир Михайлов Сапежко, инженер-механик Николай Васильевич Кабачинский и жена профессора Анна Васильева Сапежко» [3].



Рис. 2. Николай Васильевич Кабачинский с супругой

<https://holiday-trips.ru/wp-content/uploads/2021/07/16-kabatsinski.jpg>(дата обращения: 15.12.2025)

Следует добавить еще один штрих к портрету Кабачинского: в документе «Письмо жене инженера Сормовские заводы механик Кабачинский 1905 г.» отмечено, что «в 1893 году получил диплом инженера-механика, чтобы создавать пароходы, Кабачинский служил инженером-механиком на Сормовском заводе. Предприятие строило дома для служащих на месте современной улицы Заводской парк, и Кабачинский наверняка имел там хорошую квартиру. Имя супруги инженера, к сожалению, найти не удалось (!!!) Однако известно, что сыновья Георгий и Николай родились в Сормове и несколько детских лет прожили с родителями там» [4].



Рис. 3. Спасо-Преображенский собор в Сормове, 1910 – 1917 годы.

В левой части снимка виден дом заводских инженеров

https://files.pravda-nn.ru/2023/01/Sormovo_Dmitriev_200123.jpg (дата обращения: 16.10.2025)

Стоит напомнить читателям, что завод Сормово был в начале XX века одним из крупнейших в России.

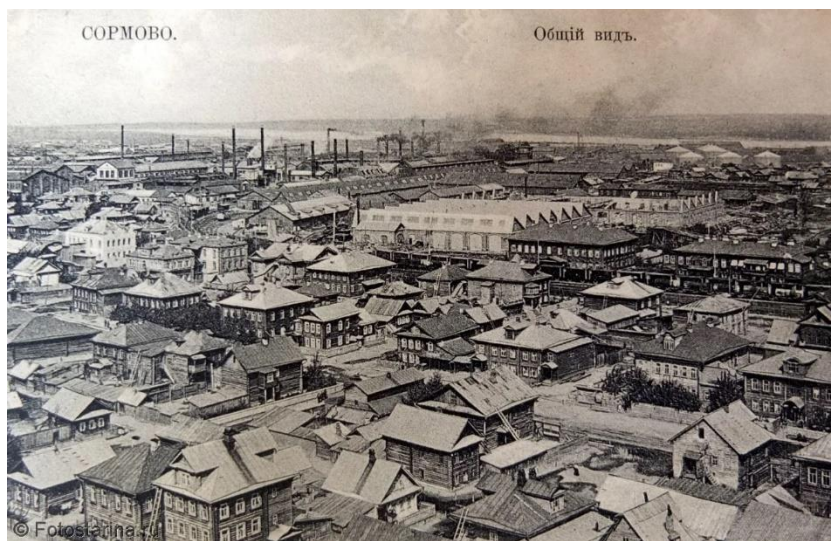


Рис. 4. Сормово. Общий вид

https://avatars.mds.yandex.net/i?id=ec1e0dba37ac0ba4f41b165d5e22c358_1-5332625-images-thumbs&n=13 (дата обращения: 16.10.2025)

В 1901 году завод занимал огромную территорию, имея в структуре 155 отдельных зданий, мастерских и служб, в которых работали около 10 000 человек. В 31 цехах действовали паровые машины общей мощностью 4200 л.с., 8 пудлинговых печей, 20 сварочных и калильных печей, 7 мартеновских, 24 нагревательных, 6 тигельных печей, 2 вагранки, 222 кузнечных горна, 6 прокатных станов, 36 паровых молотов, 804 металлообрабатывающих и 36 деревообрабатывающих станков, 6 лесопилок [5].

Отметим, что вслед за документом, подписанном профессорами ИМТУ о привлечении Чарновского к чтению учебных курсов, в научной библиотеке МГТУ им. Н.Э. Баумана читателям доступны документы о его карьере в училище: об избрании Чарновского на должность Инспектора Учебных мастерских Училища [6,7], Отчет преподавателя Н. Чарновского о курсе "Оборудование заводов и организация заводского производства" [8], записка Чарновского об использовании завода ИМТУ в учебном отношении [9], доклад Заслуженного Профессора С. А. Федорова о Чарновском Н.Ф. [10].



Рис. 5. Железно-переделочные (прокатные) цеха Сормовского завода. 1892 – 1908/<https://andvet.narod.ru/novgorod/niz/05/max/55.jpg> (дата обращения: 15.10.2025)

Вид цеха, которым несколько лет руководил Николай Францевич Чарновский, на наш взгляд, важно показывать студентам и молодым сотрудникам современных предприятий, ведь работая там, будущий автор первого в мире учебника по организации производства подготовил две научных статьи, на которые ссылались рекомендовавшие его к работе в училище будущие коллеги.

Рекомендация инженер-механика Н. Ф. Чарновского для чтения курсов "Организация и оборудование механических и прокатных заводов" и "Построение прокатных и кузнечных машин и приборов" : Приложение 3-е к Протоколу № 24 Учебного Комитета ИМТУ 21 мая 1907 г., ст. 26 / Астров А. И., Сидоров А. И., Гриневецкий В. И., Гавриленко А. П. // Известия : сборник

статей. - 1906-1907. - Т. 2 : 1906-1907 учебный год: Протоколы заседаний в ИМТУ за 1906-1907гг.; Хроника высшей школы (Сведения о русских и иностранных высших школах). - С. 360-362 (1-я паг.).

Приложение 3-е к протоколу Учебн. Ком. 21 мая 1907 г., ст. 26.

В Собрание Механического Отделения ад.-проф. Ал.Астрова, проф. Сидорова, Гриневецкого и Гавриленко докладная записка.

Для чтения специальных курсов «организация и оборудование механических и прокатных заводов» и «построение прокатных и кузнечных машин и приборов», а также для руководства соответствующим отделением проектированием, мы, нижеподписавшиеся, имеем честь рекомендовать инженера-механика Н.Ф. Чарновского, как вполне подходящего кандидата.

Н.Ф. Чарновский окончил курс с дипломом 1 степени в Московском Университете по физико-математическому факультету, поступил затем в Императорское Техническое Училище, где окончил курс в 1896 г с званием инженер-механик. По окончании курса Н.Ф. Чарновский состоял около 1 ½ лет помощником директора Мытищенского лесопильного и деревообрабатывающего завода, занимаясь преимущественно его постройкой и оборудованием, при чем имел от завода командировку в Полесье и Волынь для ознакомления с лесопильным делом. Далее, около 2 лет Н.Ф. служил в Истинском заводе, занимаясь сначала приемкой мостового материала от Екатерининского завода Брянского об-ва, а затем состоял при механической мастерской Истинского завода. Весной 1899 г. готовилось дело о назначении Н.Ф. Чарновским стипендиатом при Училище для поездки за границу в целях изучения областей технологии металлов. Но так как задержка произошла за изысканием средств и так как с другой стороны Н.Ф. Чарновский получил предложение от Сормовского завода, то командирование его за границу не состоялось. С мая 1899 г. и по настоящее время Н.Ф. служил на Сормовском заводе, где несколько месяцев состоял механиком прокатного цеха и затем получил весь прокатный цех в свое заведование. В этой роли Н.Ф. имел случай применить свои богатые способности, знания и энергию в широком размере, что выразилось, между прочим, полным переустройством цеха, как в смысле оборудования, так и в смысле размещения; некоторые машины, как листопркатный стан Томаса, был куплен и лишь установлен и налажен Н.Ф.-м, большинство же машин и приспособлений были выполнены по проектам Н.Ф. и под его непосредственным руководством. Сюда относятся гидравлическая установка для нагрузки и разгрузки печей, приспособления для перемещения металла по мастерской, устройство конденсации у паровых машин, ряд улучшений у котлов и т.д. Результатом этой работы было увеличение производительности мастерской в три раза, сокращение расходов топлива на муд изделия в 2 раза, увеличение веса изделий (с 1 до 3 листовой болванки), введение 8-ми часового труда по 3 смены и т.д. Кроме того, Н.Ф. составил обширный проект нового устройства прокатного отдела в Сормове; проект этот был принят правлением завода, но не осуществлен, так как русско-японская война создала крупные финансовые затруднения. Будучи в Сормове, Н.Ф. не раз получал командировки по России, так что имел случай изучить прокатное дело во всех почти русских прокатных заводах; само собою разумеется, что и чисто

механическая мастерская, неизбежно входящая в состав прокатного цеха, Н.Ф. хорошо знакомы. Наконец, в текущем году Н.Ф. в редакцию Бюллетеня Политехнического о-ва две статьи: «Заметки о прокатных деталях» и «Системы ножниц, их размер и примеры конструкций». Обе статьи оригинальные, являются одним из результатов практического знания дела и редакцией Бюллетеней приняты к публикации.

Всё изложенное позволяет утверждать, что в лице Николая Францевича Чарновского Техническое училище получило бы не только опытного знатока прокатного и механического дела по организации этих производств, но так е в высшей ступени живого и энергичного работника, что несомненно важно, особенно ввиду новизны предлагаемых им курсов.

Москва, 30 апреля 1907 г.

Ад. Проф. Ал. Астров. Проф. А. Сидоров. Проф. В. Гриневецкий. Проф. А. Гавриленко.

Литература

1. <https://starosti.ru/archive.php?m=5&y=1907>(дата обращения: 15.09.2025)
2. Валентина Блохина Провинциальный любительский театр в Больших Мытищах в конце XIX века//Неделя в ОКРУГЕ, №22 от 9.6.2018-15.6.2018, С.10
4. Со́вы механика Кабачинского// <https://holiday-trips.ru/sovy-mexanika-kabachinskogo/>(дата обращения: 15.10.2025)
5. Письмо жене инженера Сормовские заводы механик Кабачинский 1905 г Н.Новгород Каменские сухогрузы. Электронный ресурс. URL: https://meshok.net/item/347322269_Письмо_жене_инженера_Сормовские_заводы_механик_Кабачинский_1905_г_Н_Новгород_Каменские_сухогрузы (дата обращения: 16.10.2025)
6. «Красное Сормово»: завод и люди. Нижний Новгород, издательство Кварц, 2006, С. 502.
7. Представление Н. Ф. Чарновского на должность Инспектора Учебных мастерских Училища: Протокол № 3 Заседания Собрания Механического Отделения 3 Октября 1907 года, ст. 7 // Известия : сборник статей. - 1907-1909. - Т. 3 : 1907-8 учебный год: Материалы дополнительные к 2 тому "Известий" (1906/1907 учебный год); Протоколы заседания Собрания Механического Отделения (1097-1908); Протоколы заседаний Собрания Химического Отделения (в извлечениях); Краткий отчёт о состоянии И. М. Т. У-ща за 1907 год; Хроника Высшей Школы (приложение к тому 3). - С. 22-24 (2-я паг.).
8. Протокол заседания № 6 Учебного Комитета ИМТУ 8 октября 1907 г. Ст. 24. Конкурс на должность инспектора учебных мастерских [избрание Чарновского Н. Ф.] // Известия : сборник статей. - 1907-1909. - Т. 3 : 1907-8 учебный год: Материалы дополнительные к 2 тому "Известий" (1906/1907 учебный год); Протоколы заседания Собрания Механического Отделения (1097-1908); Протоколы заседаний Собрания Химического Отделения (в извлечениях); Краткий отчёт о состоянии И. М. Т. У-ща за 1907 год; Хроника Высшей Школы (приложение к тому 3). - С. 85-87 (1-я паг.).
9. Отчет преподавателя Н. Чарновского о курсе "Оборудование заводов и организация заводского производства" / Чарновский Н. Ф. // Известия : сборник статей. - 1907-1909. - Т. 3 : 1907-8 учебный год: Материалы дополнительные к 2 тому "Известий" (1906/1907 учебный год); Протоколы заседания Собрания Механического Отделения (1097-1908); Протоколы заседаний Собрания Химического Отделения (в извлечениях); Краткий отчёт о состоянии И. М. Т. У-ща за 1907 год; Хроника Высшей Школы (приложение к тому 3). - С. 182-183 (2-я паг.).
10. Записка об использовании завода Императорского Московского Технического Училища в учебном отношении / Чарновский Н. Ф. // Известия : сборник статей. - 1909. - Т. 4 : 1908-9 учебный год: Протоколы заседаний Учёного Комитета ИМТУ 1908 г.; Протоколы заседаний Собрания Механического Отделения; Протоколы заседаний Собрания Химического Отделения; Краткий отчёт о состоянии ИМТУ за 1908 год.; Отчёт по центральной электрической станции ИТУ за 1908 год. - С. 69-70 (1-я паг.).

11. В Учебный Комитет Императорского Технического Училища доклад назначенной Учебным Комитетом Комиссии по вопросу о замещении кафедры механической технологии металлов и дерева; Его Превосходительству Господину Директору Императорского Технического Училища Председателя Общества содействия успехам опытных наук имени Х. С. Леденцова, Заслуженного Профессора С. А. Федорова [рекомендуемый кандидат Н. Ф. Чарновский]; Список печатных трудов Н. Ф. Чарновского : Приложение 3-е, 4-е и 5-е к протоколу заседания Учебного Комитета 23 августа 1914 г., ст. 6 / Федоров С. // Известия : сборник статей. - 1915. - Т. 10 : 1914-15 учебный год. Часть 1-я (осенний семестр). - С. 23-26.

УДК 005.334:004.56 + 330.322:004.56 , JEL Classification: G32, M15, O32

Особенности рисков в сфере информационной безопасности

Куликова Е.В.¹, Кромский Г.А.²

¹доцент, к.э.н., доцент кафедры «Финансы» МГТУ им. Н.Э. Баумана, kulikova.e.v@bmstu.ru.

²студент магистратуры кафедры «Финансы» МГТУ им. Н.Э. Баумана, kromskii@bmstu.ru.

Аннотация. В представленной статье рассматриваются особенности рисков в сфере информационной безопасности и приводится их классификация. Предложено рассматривать в процессе управления рисками информационной безопасности такой важный этап как инвестирование. Приводится алгоритм принятия инвестиционного решения по защите информации.

Ключевые слова: риск, инвестиции, информационная безопасность.

The specifics of information security risks

Elena Kulikova¹, Grigoriy Kromskiy²

¹Associate Professor, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department «Finance», Bauman University, Moscow.

²Master's degree student of the Department «Finance», Bauman University, Moscow.

Abstract. The presented article discusses the features of risks in the field of information security and provides their classification. It is proposed to consider the important stage of investment in the process of managing information security risks. The algorithm of making an investment decision on information protection is provided.

Keywords: risk, investment, information security.

Актуальность сферы информационной безопасности

В настоящее время в мире и Российской Федерации нарастают угрозы безопасности функционирования хозяйствующих субъектов. Эти угрозы связаны с хакерской активностью, которая представляет собой любые действия, связанные с поиском, исследованием и использованием уязвимостей в информационных системах. Увеличение хакерской активности угрожает экономическому развитию и социальной стабильности. По данным парламентской газеты, количество киберпреступлений в России за период 2019 – 2024 годы выросло в 2,3 раза [1]. Согласно прогнозам компании Positive Technologies, по итогам 2025 года общее количество успешных кибератак

вырастет на 20–45% по сравнению с предыдущим годом, а в 2026 году может увеличиться еще на 30–35% [2].

Выступая на Восточном экономическом форуме, заместитель председателя правления Сбербанка Станислав Кузнецов заявил, что в 2025 году более 53% российских компаний подверглись кибератакам. При этом ущерб российской экономике только за первые 8 месяцев может составить около 1,5 трлн рублей [3].

В 2023 году группа компаний «Солар», специализирующаяся на предоставлении услуг и сервисов в сфере информационной безопасности, провела опрос и получила следующие результаты: российские компании теряют от кибератак в среднем 20 млн руб. в год [4].

Таким образом, встает необходимость защиты от нарастающих информационных угроз.

Особенности сферы информационной безопасности

В национальном стандарте РФ по риск-менеджменту ГОСТ Р ИСО 31000-2019 дано следующее определение понятию «риск»: Риск – это влияние неопределенности на достижение цели [5].

Согласно ГОСТ Р ИСО/МЭК 27005-2010 Риск информационной безопасности – это возможность того, что данная угроза сможет воспользоваться уязвимостью актива или группы активов и тем самым нанесет ущерб организации [6].

В Российской Федерации основными факторами повышения рисков информационной безопасности являются:

- Стремительная цифровизация.
- Продолжительная геополитическая напряженность.
- Развитие высокотехнологических отраслей.
- Рост влияния России на мировой политической арене.
- Энергетическая и промышленная значимость.

Одной из ключевых особенностей этих рисков является направленность угроз на нарушение принципов информационной безопасности. Основными принципами информационной безопасности хозяйствующего субъекта являются:

- Конфиденциальность – это гарантия того, что защищаемая информация хранится и передается в тайне от посторонних лиц.
- Целостность – это гарантия того, что защищаемая информация остается неизменной при передаче и хранении.
- Доступность – это гарантия того, что владелец защищаемой информации всегда может получить к ней доступ.

К другой особенности можно отнести возможность осуществлять угрозу информационной безопасности мгновенно из любой точки мира (с поправкой на скорость передачи информации).

Угроза информационной безопасности – это инцидент, реализация которого влечет неприемлемые для организации последствия, которые драматическим образом повлияют на ее хозяйственную деятельность (вплоть до прекращения существования), а также на достижение стратегических и операционных целей.

Риски могут иметь различные формы, не обязательно связанные с информационными технологиями. В сфере информационной безопасности существуют несколько видов рисков, от которых организация должна отталкиваться при разработке своей модели угроз и принятии инвестиционных решений.

Классификация рисков ИБ строится на основе важных для организации активов, которые нужно защитить, угроз, направленных на важные активы, и уязвимостей, которые делают эти угрозы возможными (Рис. 1).

Представленные в классификации риски требуют от хозяйствующего субъекта особого внимания, то есть анализа и оценки, с тем чтобы была возможность быстрого реагирования и защиты от этих рисков.

Риски в сфере информационной безопасности опасны не только для организации как юридического лицу. В РФ есть статьи 272, 273, 274, 274.1 УК РФ, в которых предусмотрены наказания не только для хакеров – людей, которые занимаются киберпреступностью, но и для сотрудников компании. Для должностных лиц хозяйствующего субъекта также есть наказания. Например, решение от 09.09.2024 по делу №2—4236/2024 основано на создании информационной системы и не проведении ее аттестации по требованиям безопасности информации – руководитель признана виновной в совершении преступления, предусмотренного частью 1 статьи 293 УК РФ – халатность [7]. Однако, вложение денег в систему защиты информации не всегда снижает риск, например, закупка избыточных средств защиты информации повышает риск привлечения к уголовной ответственности по статьям 160 УК РФ, 285.1 УК РФ, 159 УК РФ [8].

Предлагаемые решения, связанные со снижением рисков в сфере информационной безопасности хозяйствующего субъекта

Управление рисками в информационной безопасности имеет ключевое значение при принятии решений, связанных с финансированием мероприятий по защите информации. В компаниях, в которых уровень зрелости информационной безопасности высок, меры по защите информации внедрены в бизнес-процессы. Однако большинство организаций все-таки рассматривают область информационной безопасности как расходную. Это первый подход. Их руководство выделяет ресурсы ограничено, часто только для выполнения требований регулирующего органа власти. Такое отношение зачастую имеет последствия в виде неготовности организации к киберугрозам, а значит увеличивается риск стать жертвой хакерских атак.

Второй подход заключается в рассмотрении финансирования информационной безопасности как инвестиции, которые укрепят устойчивость организации, повысят доверие клиентов и минимизируют риски информационной безопасности.

С целью снизить риск возникновения недопустимого для хозяйственной деятельности события, которое может повлечь наступление негативных последствий, необходимо проводить мероприятия по защите информации, а это требует дополнительных вложений.



Рис 1. Классификация рисков информационной безопасности

Для управления рисками ИБ в организации предлагается создано структурное подразделение, осуществляющее функции по обеспечению информационной безопасности (Рис. 2), в том числе по обнаружению, предупреждению и ликвидации последствий компьютерных атак и реагированию на компьютерные инциденты (далее – отдел ИБ). Однако для этих же целей можно привлекать сторонние организации, это также предполагает осуществление дополнительных затрат.



Рис. 2. Структура типового подразделения по защите информации

В независимости от решения функции этого подразделения должны быть реализованы в любом случае для снижения рисков.

Для управления рисками ИБ в организации должна быть разработана политика информационной безопасности и модель угроз безопасности.

Политика информационной безопасности (далее – политика ИБ) закрепляет цели и приоритеты организации в сфере информационной безопасности.

Модель угроз безопасности информации – это систематизированный перечень угроз безопасности информации, влияющих на обеспечение устойчивого функционирования ИТ-инфраструктуры организации. Очень важно отметить, что в этот перечень включаются только актуальные угрозы, то есть те, которые:

1. Возможно осуществить в инфраструктуре организации, будь то хакерская группировка, спецслужба недружественной страны либо нечестный сотрудник.
2. Могут повлиять на функционирование организации.

Модель угроз необходима для определения рисков ИБ. Каждому риску ИБ должны быть сопоставлены угрозы, вероятность их возникновения, а также возможный ущерб. Так или иначе любой риск имеет ненулевую вероятность и при неограниченных средствах необходимо защищаться от существующих потенциальных угроз. Однако на практике объем финансирования, который организация может направить на нейтрализацию угроз весьма ограничен, по разным оценкам, он составляет примерно 5-20% от всех затрат на ИТ [9].

В исследовании «Инвестиции в информационную безопасность в России» только 5% опрошенных организаций ориентируются на оценку рисков при планировании бюджета на ИБ. Большинство компаний рассчитывают бюджет на ИБ исходя из общего объема бюджета ИТ или операционных нужд поддержания ИБ [10].

Для управления рисками информационной безопасности необходимо осуществлять их оценку, которая заключается в определении активов, угроз, негативных последствий и возможного нарушителя (Рис. 3).



Рис. 3. Процесс оценки рисков информационной безопасности

Специалисты по информационной безопасности должны принимать непосредственное участие в процессе оценки рисков и тесно сотрудничают с руководителями ключевых бизнес-процессов, нарушение которых критически повлияет на хозяйственную деятельность организации. Оценка рисков ИБ позволит отсеять низкие риски и сосредоточиться на самых высоких.

Управление рисками информационной безопасности заключается в оценивании каждого риска ИБ, разработке различных предложений по управлению риском и выбор руководством конкретного решения (Рис. 3). Стоит отметить, что в ходе реализации решений могут появиться новые угрозы, поэтому менеджмент рисков ИБ является постоянно действующим процессом. Алгоритм управления рисками представлен на рисунке 4.

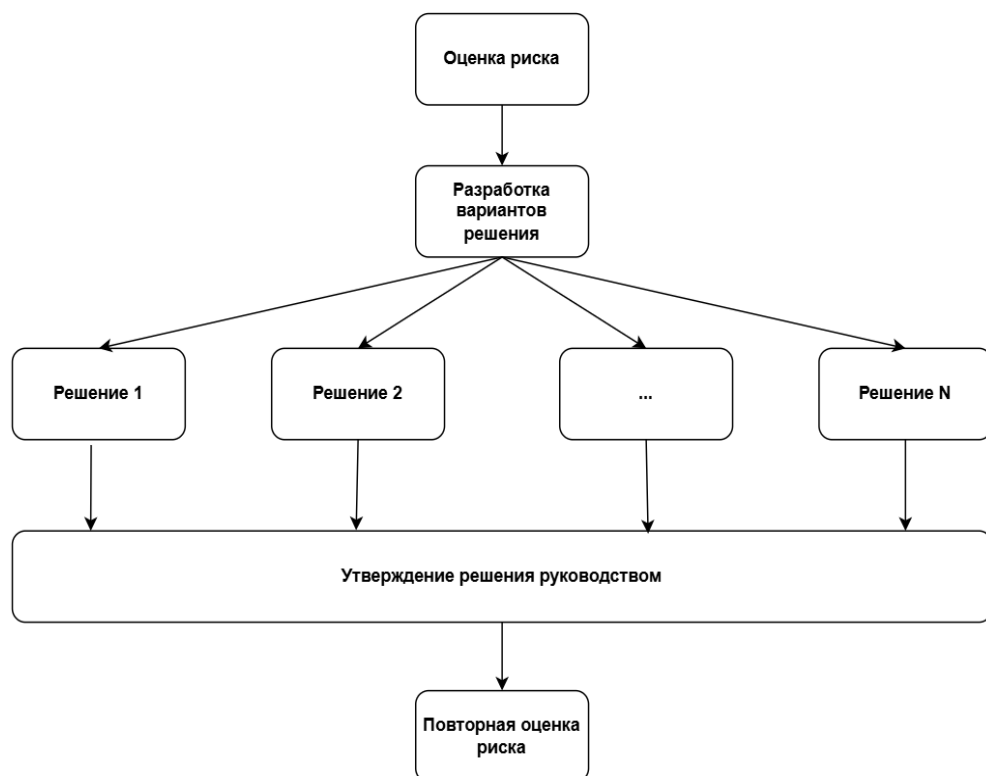


Рис. 4. Алгоритм управления рисками информационной безопасности

На этапе разработки вариантов решения для каждого риска возможные решения можно свести к четырем основным:

1. Снижение риска – инвестиция во внедрение или усовершенствование защитных мер.
2. Избежание риска – прекратить деятельность, вызывающую риск.
3. Перенос риска – например, застраховать некоторые риски.
4. Принятие риска – это отказ от каких-либо инвестиций на защиту от данного риска. Если компания решает принять риск, это решение должно основываться на стоимости (стоимость контрмер превышает возможные потери) и приемлемом уровне риска (при котором компания может жить с уязвимостью или угрозой). Однако реализация риска может нести также и ущерб репутации, который трудно посчитать в денежном эквиваленте.

Снижение риска ИБ предлагается рассматривать как инвестиционное решение в противовес традиционному расходному подходу. Инвестиции в информационную безопасность позволяют сэкономить на убытках от простоя информационной инфраструктуры и затрат на восстановление. Чаще всего вероятный ущерб намного превышает стоимость защитных мер, но даже когда они сопоставимы, защита информации целесообразна. Согласно экономико-математической модели Гордона — Лоэба, оптимальный уровень инвестиций в информационную безопасность составляет 37% от предполагаемых потерь негативного последствия [11].

Заключение

Перечисленные особенности рисков информационной безопасности позволяют сказать, что эта сфера уникальна, не имеет аналогов и значима для обеспечения бесперебойной работы хозяйствующего субъекта. В этой связи предлагается включить в процесс управления рисками информационной безопасности такой важный элемент как инвестирование.

Литература

1. Количество киберпреступлений в России выросло в 2,3 раза за пять лет // Парламентская газета. – URL: <https://www.pnp.ru/social/kolichestvo-kiberprestupleniy-v-rossii-vyroslo-v-23-raza-za-pyat-let.html> (дата обращения 17.11.2025)
2. CODE RED 2026: Актуальные киберугрозы для российских организаций // Positive Technologies. – URL: <https://ptsecurity.com/research/analytics/russia-cyberthreat-landscape-2026/#id1> (дата обращения 17.11.2025)
3. Сбер: ущерб от кибератак за январь-август может составить 1,5 трлн рублей // ТАСС. – URL: <https://tass.ru/ekonomika/24958681> (дата обращения 17.11.2025)
4. «ПТК-Солар»: не менее 20 млн рублей в год теряют компании от кибератак // SOLAR. – URL: <https://rt-solar.ru/events/news/3601/> (дата обращения 17.11.2025)
5. ГОСТ Р ИСО 31000 — 2010. Менеджмент риска. Принципы и руководство. Национальный стандарт РФ. М.: Стандартинформ, 2012.
6. ГОСТ Р ИСО/МЭК 27005-2010. Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Менеджмент риска информационной безопасности. — Введ. 2011-09-01. — М.: Стандартинформ, 2012. — 70 с.
7. Решение от 09.09.2024 по делу № 2-4236/2024 от 12.07.2024 // Репутация. – URL: <https://reputation.su/sudrf/258269944> (дата обращения 17.11.2025)
8. Опасная профессия : Будни работы в сфере информационных технологий / Валерий Комаров. — [б. м.] : Издательские решения, 2025. — 420 с.
9. Как оценить обоснованность бюджета на информационную безопасность // ZLONOV.ru. – URL: <https://zlonov.ru/assets/publications/как-оценить-обоснованность-бюджета-на-информационную-безопасность.pdf?ysclid=mi46h0mbik774134175> (дата обращения 17.11.2025)
10. Инвестиции в информационную безопасность в России / Фонд «Центр стратегических разработок» (ЦСР). – URL: <https://www.csr.ru/upload/iblock/448/yzkej5xg955rh52v2eyakztjekt0rqc7.pdf> (дата обращения 17.11.2025)
11. Gordon L. A., Loeb M. P. The Economics of Information Security Investment // ACM Transactions on Information and System Security. 2002. Vol. 5, No. 4. P. 438–457.

УДК 658.5, JEL Classification: L10, L22

The Boeing Company как согласованные бизнес-процессы в системе организации производства

Кучеров Е.А.¹, Третьяк К.В.², Платонов А.В.³, Соколянский В.В.⁴

¹студент кафедры СМ-2 МГТУ им. Н.Э. Баумана, ku4eroff.egor2017@yandex.ru.

²студент кафедры СМ-2 МГТУ им. Н.Э. Баумана, kirtretyak@gmail.com.

³студент кафедры СМ-2 МГТУ им. Н.Э. Баумана, aleksei.platonov.2003@mail.ru.

⁴доцент кафедры ИБМ-1 МГТУ им. Н.Э. Баумана, sokolyansky63@mail.ru.

Аннотация. Проводится комплексный анализ корпорации The Boeing Company как высокоинтегрированной системы бизнес-процессов. На основе данных годовых отчетов компании исследуются ключевые процессы: стратегическое управление, НИОКР, глобальное производство и управление цепочками поставок, коммерческие продажи, послепродажное обслуживание и финансовый менеджмент. Особое внимание уделяется анализу взаимосвязей между процессами и их влиянию на общую эффективность корпорации. Предложена экономическая модель бизнес-процессов Boeing и система ключевых показателей эффективности (KPI) для их мониторинга.

Ключевые слова: The Boeing Company, бизнес-процессы, организация производства, производственная цепочка, управление портфелем заказов, сервисная поддержка, интеграция, синергия.

The Boeing Company as a coordinated business process in the production organization system

Egor Kucherov¹, Kirill Tretyak², Alexey Platonov³, Vasiliy Sokolyanskiy⁴

¹student of the department of SM-2, Bauman University, Moscow;

²student of the department of SM-2, Bauman University, Moscow;

³student of the department of SM-2, Bauman University, Moscow;

⁴associate professor of the department of EBM-1, Bauman University, Moscow.

Abstract. A comprehensive analysis of The Boeing Company Corporation as a highly integrated business process system is being conducted. Based on the data from the company's annual reports, key processes are being investigated.: strategic management, R&D, global manufacturing and supply chain management, commercial sales, after-sales service and financial management. Special attention is paid to the analysis of the interrelationships between the processes and their impact on the overall efficiency of the corporation. An economic model of Boeing business processes and a system of key performance indicators (KPIs) for their monitoring are proposed.

Keywords: The Boeing Company, business processes, production organization,

production chain, order portfolio management, service support, integration, synergy.

Современная аэрокосмическая отрасль характеризуется как сложностью производимой продукции, так и высокой степенью интеграции производственных процессов. В этих условиях такие корпорации, как The Boeing Company, представляют собой не просто совокупность производственных мощностей, а сложные высокоорганизованные системы взаимосвязанных бизнес-процессов [4]. Целью данного исследования является построение модели согласованных процессов The Boeing Company на основе исследования её экономической деятельности.

В качестве задач выделены: 1) проведение системного анализа бизнес-процессов Boeing; 2) выявление основных взаимосвязей между ними; 3) оценка их совокупного влияния на результаты экономической деятельности.

Объектом анализа была избрана The Boeing Company как пример эффективного предприятия аэрокосмической отрасли.

Предметной областью послужила система бизнес-процессов изучаемой организации.

Исследование проводилось на основе открытых источников, таких как корпоративные журналы, отчеты о годовой деятельности The Boeing Company за период с 2005 по 2024 год, научные публикации, раскрывающие особенности бизнес-процессов в аэрокосмической отрасли [1, 3, 4].

В качестве методики исследования авторы выбрали системный подход, рассматривающий корпорацию как комплекс согласованных элементов. Среди анализируемых показателей были выделены: общая выручка, чистая прибыль, портфель заказов, расходы на НИОКР и количество акций в обращении.

Отметим, что The Boeing Company – одна из крупнейших компаний аэрокосмической отрасли. В ключе истории корпорация развилась от производителя гидропланов армии США до крупной корпорации-поставщика мирной и военной техники. Продемонстрированный рост был бы невозможен без грамотного управления и проведения твердой экономической политики.

Представляется очевидным, что Boeing выстроил разностороннюю производственную систему, включающую более 5200 поставщиков в 100 странах мира [3]. Управление этой сложной цепочкой поставок является критически важным бизнес-процессом. Проблемы в производственной цепочке, такие как трехлетние задержки поставок Boeing 787, напрямую влияли на финансовые потоки, приводя к многомиллиардным издержкам авиакомпаниям [1]. Это подчеркивает тесную взаимосвязь между процессами управления поставками и финансового менеджмента.

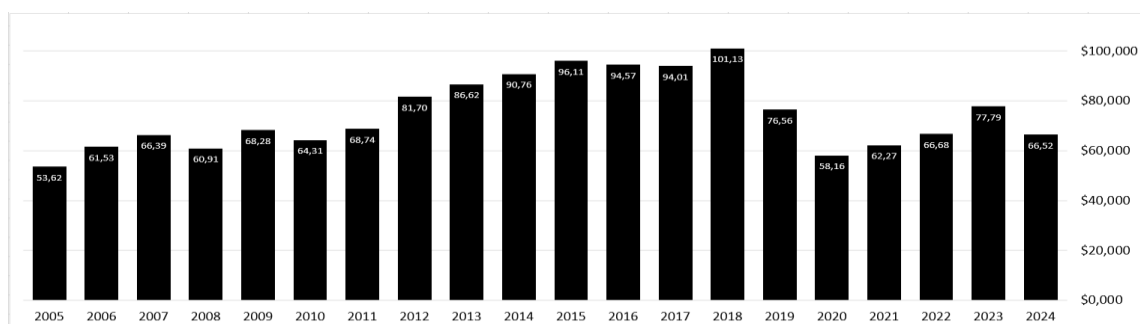


Рис. 1. Динамика выручки The Boeing Company по годам (2005-2024 гг.) [5]

Ключевой задачей управляющего органа корпорации является балансирование плана развития, состоящего из коммерческого и оборонно-космического сегментов, а также сервисного подразделения. Так, в период с 2011 по 2015 гг. доля гражданского подразделения в выручке выросла с 50% до почти 70%, в то время как доля оборонного сократилась [2]. Вместе с тем оборонный сектор остается стабилизатором, обеспечивая стабильный денежный поток в периоды циклических спадов на рынке коммерческих перевозок [рис.1].

Одним из факторов успешного экономического развития стал систематический сбор эксплуатационных данных, поступающих от компаний-потребителей продукции. Это позволило сократить выделение ресурсов на отслеживание состояния выпущенных проектов, повысить эффективность исследовательской деятельности. В качестве иллюстрации обратной связи между сервисным процессом и НИОКР можно привести проблему с литий-ионными батареями на Boeing 787, следствием которых стала полномасштабная доработка конструкции [1].

Бизнес-процесс по современным представлениям [4] – это устойчивая последовательная совокупность действий, направленная на достижение единой ограниченной цели. Данный алгоритм носит повторяющийся характер, подчинен определенным правилам как состава, так и функционирования.

Все бизнес-процессы обычно подразделяются на три большие группы: основные, вспомогательные и управляющие. Первые из них отвечают непосредственно за получение прибыли, создают ценность продукции фирмы для покупателя. Вторые же обеспечивает бесперебойную работу организации, ограничиваясь по большей мере уровнем снабжения и поддержания производственного процесса. Третья группа выполняет координирующую функцию, ставя цели и задачи перед компанией, руководя работой всех подразделений. Стоит отметить, что все эти алгоритмы должны работать в синергии и согласованности для устойчивого развития предприятия.

Рассмотрим основные бизнес-процессы The Boeing Company:

1. Разработка и инновации

Этот важнейший процесс позволяет корпорации сохранять конкурентное преимущество по сравнению с другими игроками рынка.

В качестве входных параметров его функционирования выделим требования рынка и клиентов, стратегические цели компании, государственные

и оборонные заказы, нормативные требования, новые технологии, финансирование и интеллектуальный капитал.

Результатами работы процесса являются прототипы технологий, защищенная интеллектуальная собственность, программы обучения сотрудников.

Среди ключевых показателей эффективности этого процесса в корпорации The Boeing Company представлены объем инвестиций в НИОКР; время выхода на рынок; эффективность новых продуктов; количество поданных и полученных патентов; успешность сертификации; внедрение инноваций в производство.

2. Проектирование и инжиниринг

Назначение данного процесса состоит в преобразовании технико-экономических требований в оптимизированную, проверенную и сертифицируемую конструкцию летательного аппарата и его компонентов.

Обозначим входными параметрами работы этого процесса следующие условия: результаты НИОКР, сертификационные требования, ограничения производства, обратная связь от службы поддержки и эксплуатации, результаты моделирования и анализа.

Результаты работы данного бизнес-процесса представлены как конструкторская документация, цифровой двойник продукции, отчеты по расчетам и анализу, технические требования для поставщиков, пакет данных для сертификации, программа и методики испытаний.

Следует отметить, что показателями эффективности этого процесса служат соблюдение весового бюджета, степень цифровизации и автоматизации проектирования, количество итераций проектирования, соблюдение сроков проекта, эффективность сотрудничества с поставщиками, затраты на исправление ошибок.

3. Закупки и снабжение

Этот бизнес-процесс позволяет обеспечивать производственные линии необходимыми материалами, компонентами и услугами требуемого качества, в нужном количестве, в установленные сроки и по оптимальной стоимости.

В качестве входных параметров здесь чаще всего выделяют производственный план и график сборки, спецификации и требования к качеству, номенклатуру материалов, стратегию снабжения, данные о поставщиках.

Результаты работы процесса полностью вытекают из предыдущего пункта. Обычно это заключенные контракты с поставщиками, рабочие заказы, управляемая цепочка поставок, проверенные и принятые компоненты, отчеты о результативности поставщиков.

Среди ключевых показателей эффективности выделяют оперативность логистики, качество поступающих компонентов, экономическую результативность по стоимости, гибкость и отзывчивость цепочки поставок, надежность поставщика, уровень риска в цепочке поставок.

4. Производство

Данный аспект деятельности предприятия позволяет организовать эффективную и качественную сборку летательных аппаратов в соответствии с конструкторской документацией, производственным графиком и стандартами

безопасности.

Входными параметрами, формирующими текущий процесс, служат материалы и компоненты, конструкторская документация, производственный план и такт, персонал, технологические процессы.

Как результирующую данного бизнес-процесса можно рассматривать готовую продукцию, документацию, данные для контроля качества, планирования, инжиниринга и закупок.

Отметим, что ключевые показатели эффективности описанного процесса заключаются в соблюдении производственного плана, качестве сборки, производительности и безопасности труда, эффективности использования активов, степени цифровизации производства.

Данный процесс характеризует компанию как разработчика новых изделий. Это физическое воплощение результатов труда корпорации, с которым может ознакомиться рынок.

5. Контроль качества и сертификация

Назначение названного алгоритма состоит в даче характеристики соответствия изделия внутренним и государственным стандартам летности и безопасности. Проще говоря, это оценка возможностей продукции и сравнение их с необходимыми показателями для обеспечения её работоспособности.

В качестве входных параметров здесь выделяют объект на проверку, нормативную базу, внутренние стандарты, конструкторскую документацию, данные о качестве от поставщиков, исторические данные и отчеты об инцидентах.

Результаты работы данного бизнес-процесса представлены как сертификат летной годности, акты приемки и сертификаты соответствия, отчеты о несоответствиях, заключения по аудитам, рекомендации по корректирующим и предупреждающим действиям, данные для обратной связи.

Среди ключевых показателей эффективности этого процесса в корпорации представлены: показатели дефектности, результативность устранения несоответствий, соблюдение графика сертификации, результаты аудитов, затраты на обеспечение необходимого качества.

6. Продажи и контракты

В качестве входных параметров обычно выделяют рыночный анализ и стратегию, модельный ряд продукции, производственные возможности, коммерческое предложение, запросы от клиентов, юридические и экспортные ограничения.

Результатами работы процесса являются подписанные соглашения о покупке, обнародованные заказы, пополнение портфеля заказов, индивидуальные спецификации изделий, согласованные условия финансирования, долгосрочные сервисные контракты.

Следует отметить, что показателями эффективности этого процесса служат объем портфеля заказов, количество чистых заказов, коэффициент успешности переговоров, маржинальность сделок, доля услуг в общей выручке сделки, удовлетворенность клиента.

7. Сервис и послепродажное обслуживание

Назначение данного бизнес-процесса состоит в поддержке работоспособности уже выпущенной и реализованной продукции.

В качестве входных параметров здесь чаще всего выделяют эксплуатируемые модели изделий, данные о состоянии продукта, планы полетов и эксплуатации, контракты на обслуживание, логистические запросы, нормативные требования и сервисные бюллетени.

Как результирующую данного бизнес-процесса можно рассматривать высокую готовность самолетов к полетам, коэффициент выполнения заказов на запчасти, доход от услуг, рентабельность услуг, эффективность модернизаций и доработок, удовлетворенность клиентов.

Среди ключевых показателей эффективности этого процесса выделяют результативность реагирования, качество обслуживания и удовлетворенность клиентов, финансовую продуктивность, надежность, грамотную логистику.

Благодаря такой стратегии компания-производитель получает не только возможность единоразовой продажи, но и право на первоочередное и исключительное проведение работ по поддержанию работоспособности уже реализованного актива. [8]

8. Финансы и управление рисками

Данный аспект деятельности предприятия позволяет организовать обеспечение финансовой устойчивости, стратегическое распределения капитала и минимизацию негативного воздействия рисков на деятельность корпорации.

Входными параметрами, формирующими текущий процесс, служат операционные данные, рыночные и макроэкономические данные, данные по программам, информация о рисках, требования инвесторов и регуляторов, стратегические планы.

Результаты работы данного бизнес-процесса представлены как финансовая и управленческая отчетность, бюджеты и финансовые прогнозы, стратегические финансовые решения, карта рисков и политика минимизации рисков, кредитные рейтинги и стоимость капитала, система внутреннего контроля и соответствия.

Среди ключевых показателей эффективности выделяют свободный денежный поток, чистый долг, рентабельность по программам, возврат на инвестированный капитал, стоимость подразделения коммерческих самолетов, количество и стоимость реализованных рисков.

Именно от решений, принимаемых на данном уровне, зависит эффективность как внутренней, так и внешней экономической политики предприятия.

Рассмотренные бизнес-процессы образуют сложную сеть с многочисленными прямыми и обратными связями. Петля обратной связи "Сервис → НИОКР → Производство" является характерным примером: эксплуатационные данные о низкой надежности аккумуляторов (сервис) приводят к их реконструированию (НИОКР), что требует изменения производственных линий (производство). Взаимовлияние "Стратегия → Финансы → Цепочка поставок" демонстрирует, как стратегическое решение об увеличении темпов производства требует выделения финансовых ресурсов и оказывает давление на поставщиков [1, 2].

Можно постулировать, что процесс НИОКР является генератором конкурентных преимуществ компании. В качестве примера можно привести разработку самолета Boeing 787 "Dreamliner". Заявленное 20%-ное снижение

расхода топлива было достигнуто за счет комплексного подхода, где 40% экономии обеспечили новые двигатели, 35% - улучшенная аэродинамика, 15% - применение композиционных материалов [1]. Использование композитов потребовало кардинальной перестройки производственных процессов, что иллюстрирует взаимосвязь научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ и производства.

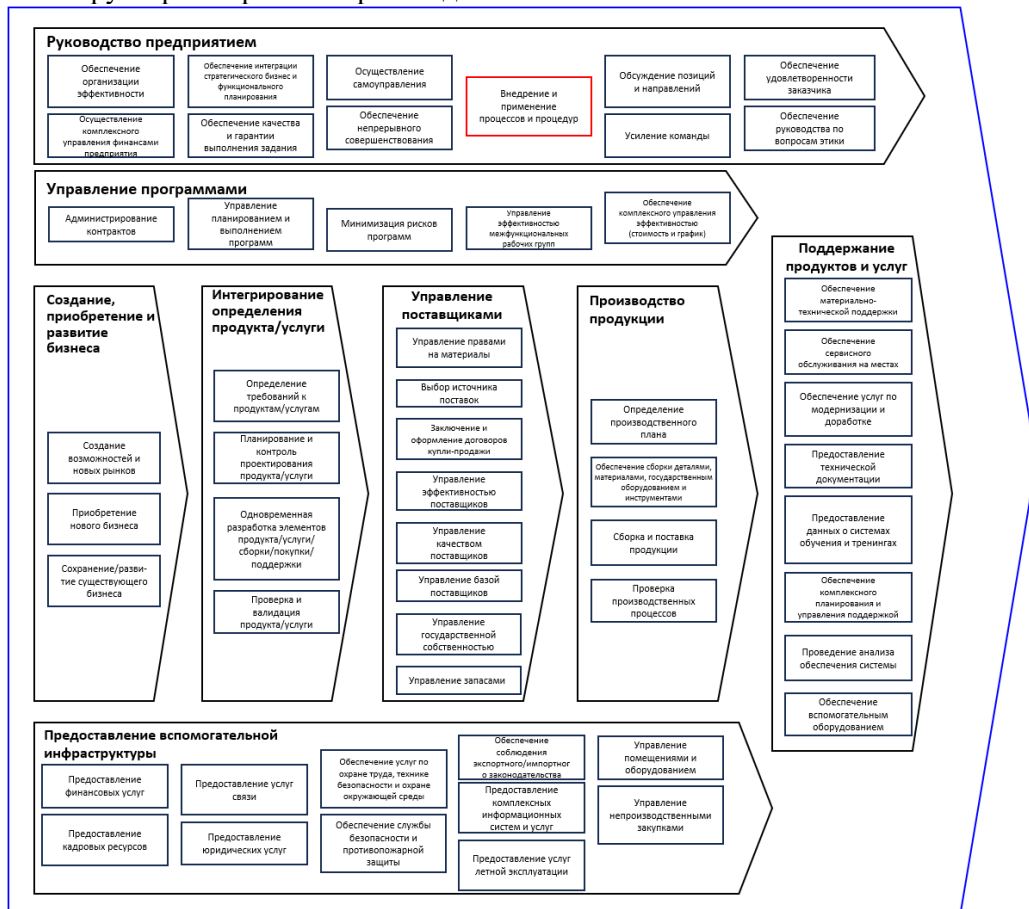


Рис.2. Структура бизнес-процессов корпорации The Boeing Company, предложенная в [9] П.Гарретсон и П.Хармон

Описанные бизнес-процессы, по мнению авторов, могут коррелировать со структурой, приведенной на рис.2. Подобная структура является синтезом работ [5, 6, 7] и изысканий авторов публикации. Авторы полагают, что подобная структура бизнес-процессов внесет определенную лепту в изучение процессов организации производства крупных высокотехнологичных инновационных предприятий машиностроительной отрасли.

Литература

1. Белкин В.Н., Введенская И.Г., Кулясов В.М. и др. Авиалайнер Боинг 787: этапы проекта, пилотажные и технические характеристики, география рынка. 2014. С. 22.

2. Савченко Е.О. Анализ деятельности компании «Боинг» как ведущего оборонного подрядчика вооруженных сил США // *Мировая экономика*. 2016. С. 8.
3. Поляков В.О., Хачатрян Г.А. Роль частных корпораций в оборонной промышленности США на примере "Boeing", "Lockheed Martin", "Northrop Grumman". 2015. С. 3.
4. Рыжко А.Л., Давыдов Д.А. Определение состава бизнес-процессов в архитектуре высокотехнологичного предприятия с помощью каузальной классификации (на примере авиастроения) // *Московский авиационный институт*. 2017. С. 11.
5. Boeing Company. Annual Reports 2005-2024 // Official website of The Boeing Company. URL: <https://www.boeing.com/investors/> (дата обращения: 20.10.2025).
6. Boeing Company. Supply Chain Management // Official website of The Boeing Company. URL: <https://www.boeing.com/company/key-suppliers/> (дата обращения: 20.10.2025).
7. ProjectPractical. Boeing Business Model: How The Boeing Company makes money // ProjectPractical. 2022. URL: <https://www.projectpractical.com/boeing-business-model/> (дата обращения: 20.10.2025).
8. UP-PRO. Производственная система Boeing: анализ бизнес-процессов // UP-PRO. 2021. URL: https://up-pro.ru/library/production_management/systems/proizvodstvennaya-sistema-boeing/ (дата обращения: 20.10.2025).
9. How Boeing A&T Manages Business Processes // ResearchGate URL: https://www.researchgate.net/publication/265570913_How_Boeing_AT_Manages_Business_Processes (дата обращения: 20.10.2025).

УДК 005.591.6:622.276, JEL Classification: M15, O33

Автоматизация процессного управления в нефтегазовом научно-исследовательском институте

Мамедов Р.Р.¹, Аренков И.А.²

¹аспирант СПбГУ, Rabil85@mail.ru.

²д.э.н., профессор, заведующий кафедрой «Экономика предприятия, предпринимательства и инноваций» СПбГУ, i.arenkov@spbu.ru.

Аннотация. В статье рассматривается практический опыт разработки и внедрения комплексной системы автоматизации процессов менеджмента в научно-исследовательском институте нефтегазового профиля. В условиях высокой волатильности рынка и возрастающих требований к операционной эффективности традиционные методы управления демонстрируют свою недостаточную гибкость. Представлены методика и результаты ключевых проектов, включая стандартизацию, нормирование, диспетчеризацию заказов и оценку удовлетворенности заказчиков.

Ключевые слова: процессное управление, автоматизация, нормирование трудозатрат, эффективность, нефтегазовая отрасль, информационная система, цифровая платформа, операционные риски.

Automation of Management Processes in an Oil and Gas Research Institute

Rabil Mamedov¹, Igor Arenkov²

¹Graduate student St. Petersburg State University.

²Professor, Doctor of Economics, Head of the Department of Enterprise Economics, Entrepreneurship and Innovation St. Petersburg State University.

Abstract. The article discusses the practical experience of developing and implementing a comprehensive system for automating management processes in a research institute of the oil and gas profile. In the context of high market volatility and increasing demands for operational efficiency, traditional management methods demonstrate their insufficient flexibility. The methodology and results of key projects are presented, including standardization, rationing, order dispatching, and customer satisfaction assessment.

Keywords: process management, automation, labor rationing, efficiency, oil and gas industry, information system, digital platform, operational risks.

Введение

Современные вызовы, стоящие перед нефтегазовой отраслью, такие как волатильность рынков, ужесточение экологических требований, геополитическая нестабильность и необходимость оптимизации затрат, обуславливают потребность в кардинальном совершенствовании систем менеджмента [1]. Особую актуальность приобретают вопросы повышения операционной эффективности и производительности труда в научно-исследовательских и проектных институтах, деятельность которых является основой технологического развития компаний [2]. Рутинный характер работ, связанных с построением, нормированием, мониторингом и непрерывным улучшением бизнес-процессов, требует значительных трудозатрат и зачастую приводит к человеческим ошибкам, несвоевременному принятию решений и, как следствие, к финансовым и репутационным потерям.

В этой связи автоматизация процессов менеджмента становится не просто инструментом оптимизации, а ключевым фактором повышения конкурентоспособности и устойчивости бизнеса. Целью данного исследования является анализ практического опыта разработки и внедрения комплексной системы автоматизации процессов менеджмента в институте «ТатНИПИнефть», а также оценка ее влияния на операционную и экономическую эффективность деятельности организации. В статье рассматривается не только итоговое решение, но и поэтапная методика реализации решения, что представляет ценность для предприятий, находящихся на пути цифровой трансформации.

Теоретические основы процессного управления и автоматизации

Процессный подход к управлению организациями получил широкое распространение как методология, ориентированная на конечный результат и повышение ценности для потребителя [3]. В отличие от функционального подхода, где деятельность разделена между структурными подразделениями, процессный подход рассматривает бизнес как совокупность взаимосвязанных процессов. Это позволяет устранить межфункциональные барьеры, снизить количество несоответствий и повысить гибкость системы управления в целом [4].

Эффективное внедрение процессного подхода невозможно без использования современных информационных технологий. Как отмечают Тельнов и Калиниченко, интеграция процессного управления и корпоративных информационных систем создает синергетический эффект, позволяя не только автоматизировать сбор данных, но и реализовать функции анализа и поддержки принятия решений [5]. В контексте нефтегазовой отрасли, характеризующейся сложными, капиталоемкими и рисковыми проектами, такая интеграция становится критически важной для управления стоимостью и сроками.

Важным аспектом успешной цифровой трансформации является сбалансированность данного процесса, что подразумевает синхронное развитие технологической инфраструктуры, системы управления, кадрового потенциала и методики оценки эффективности. Как показывают исследования, многие промышленные предприятия, особенно в оборонно-промышленном комплексе, демонстрируют стратегический дисбаланс, при котором технологические

возможности опережают организационную готовность или наоборот [6]. Уровень цифровой зрелости предприятия, определяемый как способность создавать ценности и улучшать бизнес-процессы с помощью цифровых технологий, варьируется в зависимости от отрасли и специфики деятельности [6, 7]. Для таких организаций, как институт «ТатНИПИнефть», находящихся на пути от автоматизации отдельных процессов к полноценной цифровой трансформации, критически важно проведение комплексной оценки своей цифровой зрелости. Это позволяет выявить слабые места, например, недостаточный уровень интеграции сквозных технологий или зрелости систем информационной безопасности на критических стадиях жизненного цикла продукции, и сформировать сбалансированную дорожную карту дальнейшего развития [6].

Особенностью научно-исследовательских институтов является высокая доля интеллектуального труда, что традиционно затрудняет формализацию и измерение эффективности. Внедрение систем нормирования и автоматизированного мониторинга трудозатрат позволяет перевести управление подобной деятельностью на объективную, количественную основу, что согласуется с принципами научного менеджмента, адаптированными к условиям цифровой экономики [8].

Методология и ключевые проекты

Основой для комплексной автоматизации послужила последовательная реализация ряда взаимосвязанных проектов в рамках процессного подхода, которые создали необходимую инфраструктуру и регламентную базу. Данные проекты были реализованы в рамках общей программы цифровизации организации.

Стандартизация процессов. На первом этапе была сформирована целостная процессная модель института, включающая основные (научно-исследовательские, проектные), поддерживающие (кадровые, ИТ, МТО) и процессы управления (стратегическое и оперативное планирование). Стандартизировано 100% ключевых процессов, что позволило унифицировать деятельность, создать терминологический базис для дальнейшей автоматизации и четко разграничить зоны ответственности. Как отмечают Репин и Елиферов, именно стандартизация является фундаментом для любого последующего улучшения [9]. В рамках проекта были разработаны организационные диаграммы и иерархические справочники процессов, что визуализировало все взаимодействия внутри института.

Нормирование процессов. В рамках данного проекта была разработана и формализована автоматизированная информационная система «Самофотография рабочего дня» (АИС СФРД), в которую передано 12068 операций. Для каждой операции были определены нормы времени, что создало объективную основу для планирования, расчета стоимости работ и последующего контроля их исполнения. Процесс нормирования позволил перейти от субъективных оценок трудоемкости к точным количественным данным, что критически важно для формирования обоснованной цены на услуги и управления рентабельностью проектов [10].

Улучшение процессов. Для замыкания цикла PDCA (Plan-Do-Check-Act) и обеспечения непрерывного развития был инициирован отдельный проект, целью которого стала организация мониторинга 100% процессов Института и создание системы их непрерывного совершенствования. В рамках проекта был разработан и внедрен стандарт «Повышение эффективности процессов», регламентирующий процедуры выявления, анализа и реализации улучшений. Процессы с выявленными отклонениями или потенциалом для улучшения переводятся в категорию «улучшающихся», по ним назначаются ответственные и формируется график проведения процессных комитетов.

Планирование, диспетчеризация и исполнение заказов. На данном этапе был разработан и внедрен стандарт, регламентирующий полный цикл управления заказами – от инициации до приемки, а также сформирован единый каталог услуг и унифицированные маршруты согласования, что позволило упорядочить инициацию и выполнение работ, сократив время на согласования и исключив неоднозначности в требованиях. Ключевым нововведением стало введение должности интегратора заявок, ответственного за сквозную диспетчеризацию и контроль исполнения всего портфеля заказов.

Оценка удовлетворенности заказчиков. В рамках данного этапа был создан автоматизированный механизм трехуровневой оценки, интегрированный с реестром выполненных работ:

1. Оценка конкретной работы на уровне руководителей отделов Заказчика по факту завершения.
2. Агрегированная оценка деятельности за месяц на уровне начальника департамента или управления.
3. Стратегическая оценка деятельности за квартал на уровне заместителей генерального директора компании.

Интеграция этого модуля с АИС СФРД обеспечивает привязку каждой оценки к конкретным трудозатратам, исполнителям и нормам, предоставляя контекст для анализа причин высоких или низких оценок. Такой многоуровневый подход позволяет получать обратную связь как на операционном, так и на тактическом и стратегическом уровнях управления.

Повышение точности планирования работ. Данный проект был направлен на решение одной из наиболее значимых операционных проблем – низкой точности планирования сроков и трудозатрат, что приводило к срывам дедлайнов и перерасходу бюджетов. В его рамках был формализован процесс «Планирование производства работ» и создан специализированный функционал в АИС СФРД. Основными вехами проекта стали:

- Разработка шаблонов календарных планов, привязанных к иерархическому справочнику операций.
- Создание модуля планирования и сравнения трудозатрат, позволяющего сопоставлять плановые и фактические значения.
- Автоматизация формирования отчетных форм для анализа отклонений.
- Внедрение механизма расчета эффективности работы по формуле:

$$\text{Общая эффективность} = (\text{Норматив на выполнение заказа}) / (\text{Фактические трудозатраты}) \times 100\%.$$

Это позволило перевести планирование с экспертных оценок на объективную, нормативную основу и обеспечило руководителей инструментом для оперативного контроля за ходом выполнения работ.

Результаты и обсуждение

АИС СФРД является цифровым ядром, обеспечивающим интеграцию и автоматизацию всех перечисленных проектов. Ее архитектура построена по модульному принципу и ориентирована на сквозную обработку данных от планирования до анализа результатов.

Входные данные системы включают:

- Табель учета рабочего времени.
- Реестр заказов из 1С:ERP (договоры, заказ-наряды).
- Иерархические справочники процессов с декомпозицией до операций.
- Задания и протокольные поручения.
- Самодекларацию трудозатрат сотрудников (ежедневный учет).

Ключевые функциональные модули системы:

1. Модуль мониторинга эффективности. В автоматическом режиме производит сравнение фактических трудозатрат с плановыми. Позволяет в режиме, близком к реальному времени, контролировать эффективность выполнения отдельных операций и проектов в целом, формируя сигналы для процессных комитетов. Алгоритмы системы рассчитывают коэффициент эффективности как отношение нормативного времени к фактическому, что предоставляет простой и наглядный показатель для анализа.

2. Модуль планирования и диспетчеризации. Позволяет формировать детальные планы по заказам, визуализировать загрузку сотрудников и структурных подразделений на временной шкале и идентифицировать периоды недозагрузки или перегрузки, что является основой для эффективного ресурсного планирования. Система позволяет производить оптимизацию загрузки, перераспределяя задачи между сотрудниками с учетом их компетенций и текущей занятости.

3. Модуль эскалации. Автоматически генерирует оповещения при превышении нормативов трудозатрат, освоении лимита стоимости договора >90% и других критических отклонениях. Это позволяет реализовать проактивную модель управления, минимизируя операционные риски. Оповещения направляются на электронную почту ответственных руководителей, что обеспечивает своевременное реагирование.

Важным аспектом является интеграционная способность АИС СФРД: система взаимодействует с такими ключевыми корпоративными системами, как 1С:ERP, ALFA, TDMS «Фарватер», портал приемки документации (ИСУП), 1С:УЭК, что обеспечивает целостность и непротиворечивость данных во всем информационном пространстве института. Интеграция реализована через обмен данными по стандартизированным протоколам, что минимизирует задержки и ошибки при передаче информации.

Внедрение системы автоматизации и сопутствующих методик позволило достичь значимых практических и экономических результатов (Табл. 1).

Таблица 1. Ключевые результаты внедрения системы автоматизации процессов менеджмента

№ п/п	Наименование показателя	Достигнутый результат
1	Количество формализованных и нормированных операций	12 068
2	Охват ключевых процессов нормированием	>80%
3	Среднее время на ежедневное заполнение данных одним сотрудником	4,5 мин/день
4	Степень автоматизации формирования отчетных форм для процессных комитетов	100%
5	Сокращение времени на согласование и диспетчеризацию заказов	~30%
6	Повышение точности календарного планирования работ	~25%

Источник: составлено автором.

Система обеспечила сквозную интеграцию данных, исключив их дублирование и снизив трудоемкость рутинных операций менеджмента, что высвободило ресурсы для решения более стратегических задач. Мониторинг эффективности в режиме, близком к реальному времени, позволил перейти от реактивного к проактивному управлению, когда отклонения выявляются и корректируются на ранних стадиях. На основе ретроспективного анализа данных система помогает генерировать гипотезы для актуализации целеполаганий и нормативов, создавая замкнутый контур управления и основу для системы непрерывных улучшений [13].

Внедрение комплексных систем автоматизации, таких как АИС СФРД, неизбежно сопряжено с возникновением цифровых рисков, учет которых становится неотъемлемой частью управления проектами цифровой трансформации [7]. К наиболее значимым рискам относятся угрозы информационной безопасности, риск недостижения экономического эффекта, длительные сроки окупаемости инвестиций, а также риски, связанные с дефицитом кадров, обладающих необходимыми цифровыми компетенциями [6, 7]. В контексте опыта института «ТатНИПИнефть» можно выделить следующие управленческие ответы на эти вызовы:

–Риски кибербезопасности: минимизируются за счет интеграции АИС СФРД с существующей корпоративной ИТ-инфраструктурой, соответствующей стратегии импортозамещения и внутренним требованиям информационной безопасности.

–Риск низкой эффективности: нивелируется за счет внедрения модуля мониторинга эффективности в режиме реального времени, что позволяет количественно оценивать отдачу от внедрения и оперативно вносить корректировки.

–Операционные риски: управляются с помощью модуля эскалации, который автоматически сигнализирует об отклонениях, реализуя на практике принцип проактивного управления [7].

Таким образом, реализованная система не только решает операционные задачи, но и воплощает элементы системы управления цифровыми рисками, позволяя учитывать их влияние на операционную и экономическую

эффективность проекта цифровой трансформации [7].

Кроме того, была повышена прозрачность всей операционной деятельности, что усилило контроль и дисциплину исполнения. Объективные данные по трудозатратам и эффективности стали надежной основой для системы материальной мотивации персонала. Важным результатом также стало повышение уровня удовлетворенности заказчиков, что связывается с возросшей предсказуемостью сроков, качеством исполнения работ и прозрачностью системы взаимодействия.

Следует отметить, что внедрение системы потребовало значительных усилий по изменению организационной культуры и преодолению сопротивления персонала. Для смягчения этого процесса была проведена масштабная обучающая программа для сотрудников всех уровней, разъясняющая цели и преимущества нововведений.

Заключение

Проведенное исследование демонстрирует, что комплексная автоматизация процессов менеджмента на основе единой информационной платформы является эффективным инструментом повышения операционной и экономической эффективности в нефтегазовых научно-исследовательских институтах. Внедрение АИС СФРД и реализация сопутствующих проектов по стандартизации и нормированию позволили:

- Существенно снизить трудозатраты на рутинные операции менеджмента и администрирования.
- Повысить точность операционного и финансового планирования.
- Обеспечить прозрачность и контролируемость бизнес-процессов.
- Создать объективную базу для принятия управленческих решений и системы мотивации персонала.
- Минимизировать операционные риски за счет системы проактивной эскалации отклонений.
- Сформировать устойчивый фундамент для системы непрерывного улучшения процессов.

Представленный опыт может быть адаптирован и применен в других проектных и научно-исследовательских организациях, сталкивающихся с похожими вызовами. Дальнейшие исследования планируется направить на внедрение элементов искусственного интеллекта и предиктивной аналитики для прогнозирования трудоемкости проектов, автоматической оптимизации планов работ и выявления скрытых закономерностей, влияющих на эффективность и удовлетворенность заказчиков. Перспективным направлением видится также развитие модуля управления знаниями, интегрированного с АИС СФРД, для накопления и повторного использования лучших практик и решений.

Литература

1. Портер М. Конкурентная стратегия: Методика анализа отраслей и конкурентов. М.: Альпина Пабlisher, 2020. 454 с.
2. Тельнов Ю.Ф. Процессно-ориентированные информационные системы в управлении бизнес-процессами // Бизнес-информатика. 2019. № 3 (49). С. 45–55.

3. Хаммер М., Чампи Дж. Реинжиниринг корпорации: Манифест революции в бизнесе. СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2018. 332 с.
4. Волкова В.Н., Денисов А.А. Основы теории систем и системного анализа. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2017. 510 с.
5. Тельнов Ю.Ф., Калиниченко А.В. Интеграция процессного управления и корпоративных информационных систем // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем. 2020. С. 145-150.
6. Фалько С.Г., Красникова А.С., Харитон Е.О. Оценка сбалансированности цифровой трансформации промышленных предприятий: комплексный анализ технологий и метрик эффективности // Экономика высокотехнологичных производств. – 2025. – Т. 6, № 3. – С. 193–218.
7. Аренков И.А., Салихова Я.Ю., Сайфутдинов А.А. Цифровая трансформация: направления исследований и цифровые риски // Креативная экономика. – 2021. – Том 15. – № 7. – С. 2757-2776.
8. Деминг Э. Выход из кризиса: Новая парадигма управления людьми, системами и процессами. М.: Альпина Паблишер, 2019. 419 с.
9. Репин В.В., Елифиров В.Г. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов. М.: РИА «Стандарты и качество», 2018. 408 с.
10. Генкин Б.М. Нормирование труда и регламентация рабочих процессов. М.: Норма, 2019. 336 с.
11. Капаев Р.Р., Смирнов Э.А. Управление непрерывными улучшениями на основе данных // Нефтяное хозяйство. 2022. № 5. С. 98–102.
12. Голубков Е.П. Использование систем поддержки принятия решений в управлении бизнес-процессами // Менеджмент сегодня. 2021. № 3. С. 204–215.
13. Лайкер Д. Дао Тойота: 14 принципов менеджмента ведущей компании мира. М.: Альпина Паблишер, 2021. 402 с.
14. Маслоу А. Мотивация и личность. СПб.: Питер, 2018. 352 с.
15. Имаи М. Кайдзен: Ключ к успеху японских компаний. М.: Альпина Паблишер, 2021. 344 с.
16. Голенко-Гинзбург Д.С. Эффективное планирование и управление проектами. СПб.: БХВ-Петербург, 2019. 288 с.

УДК 658.5, JEL Classification: M12, M15, O15

Формирование цифровых компетенций персонала электросетевых предприятий

Мержоев М.К.

директор Коломенского филиала АО «Мособлэнерго», sunja79@mail.ru.

Аннотация. Определена специфика функционирования электросетевых предприятий в условиях цифровой трансформации; доказана целесообразность формирования и развития цифровых компетенций персонала электросетевых компаний; выявлена особенность цифровых компетенций; сформулированы ключевые задачи по разработке и применению моделей цифровых компетенций.

Ключевые слова: электросетевые предприятия, цифровые технологии, цифровая трансформация, персонал, компетенции, цифровые компетенции.

Formation of digital competencies for the staff of electric grid enterprises

Merzhoev M.K.

Director of Kolomna branch of Mosoblenergo

Abstract. The specifics of the functioning of electric grid enterprises in the context of digital transformation have been determined; the expediency of forming and developing digital competencies among the personnel of electric grid companies has been proven; the peculiarity of digital competencies is revealed; key tasks for developing and applying digital competency models have been formulated.

Keywords: electric grid companies, digital technologies, digital transformation, staff, competencies, digital competencies.

Введение. Цифровая трансформация электросетевых предприятий

Цифровизация и повышение уровня цифровой зрелости является одной из важнейших национальных долгосрочных целей. Концепция «Цифровая трансформация 2030» определяет траектории полного системного преобразования энергетической электросетевой инфраструктуры посредством внедрения цифровых технологий, создания современной электросетевой архитектуры, основанной на цифровых технологиях, что обеспечит выход электросетевых компаний на новый уровень технологической эффективности.

Задачи цифровой трансформации электросетевых компаний состоят в повышении надежности электроснабжения потребителей; достижении значительного роста эффективности; обеспечении доступности электросетевой инфраструктуры; диверсификации за счет развития дополнительных сервисов [9]. Главные направления цифровых преобразований электросетевых предприятий включают технологические и организационные нововведения, цифровизацию бизнес-процессов, изменения механизмов и инструментов корпоративного управления.

В качестве наиболее существенных внешних барьеров цифровизации эксперты выделяют санкции, низкий уровень собственных инновационных решений, несовершенство нормативно-правовой и нормативно-технической базы, наличие цифрового неравенства населения и технологические ограничения. К наиболее важным внутренним барьерам цифровизации в соответствии с экспертной оценкой относят износ и моральное устаревание инфраструктуры действующих активов, дефицит инвестиций и финансирования, некупаемость проектов. Наиболее значимым фактором считают отсутствие компетенций у персонала и практического опыта внедрения цифровых технологий [7].

Крупномасштабная задача цифровой трансформации электросетевых предприятий может быть реализована при условии качественного совершенствования человеческих ресурсов и высокого уровня кадрового потенциала, что предполагает реализацию широкого спектра задач по изменению формата организационного взаимодействия, автоматизации процессов управления кадрами, реструктуризации организационной структуры, а также формированию системы развития персонала на основе новых моделей компетенций с преобладанием цифровых знаний, умений и навыков.

Компетенции персонала: виды, способы формирования

Компетенции персонала представляют собой синтез профессиональных знаний, умений и навыков, требуемых для реализации должностных обязанностей в соответствии с трудовым договором. Компетенции в широком смысле включают в себя и так называемые гибкие навыки или личностно-поведенческие характеристики работника, определяющие его отношение к трудовым обязанностям, коммуникационные возможности, мотивационный профиль, степень вовлеченности в рабочий процесс [3,8], ценности, эмоциональные аспекты поведения и т.п. В рамках концепции компетенций персонала наиболее предпочтительной считается классификация компетенций, включающая три крупные группы: профессиональные, надпрофессиональные (универсальные и общепрофессиональные) и личностные (поведенческие). В зависимости от содержания функциональных задач работника можно представить более детальную декомпозицию компетенций [10].

Высокая скорость изменения требований к человеческим ресурсам со стороны работодателя, продиктованная динамикой внешней среды и внутриорганизационными процессами, объясняет актуальность непрерывного развития компетенций персонала, переход от узкопрофильных умений к междисциплинарным знаниям и навыкам на стыке профессий [6].

Компетентностный подход к управлению персоналом расширяет функции управленцев. Традиционные задачи по планированию, организации деятельности, мотивации и контролю текущих и итоговых результатов различных категорий сотрудников теперь дополняются своевременным прогнозом перспективных компетенций, соответствующих стратегии развития, разработкой многоуровневых моделей компетенций, включающих весь спектр трудовых функций и их индикаторов.

Управленческие задачи по формированию и развитию человеческих ресурсов на основе концепции компетенций персонала предполагают в том числе и экономическое обоснование целесообразности ориентации на внутренние или внешние человеческие ресурсы предприятий, выбора форм, направлений и мероприятий по повышению квалификации и дополнительному профессиональному обучению. В зависимости от уровня и сложности профессиональных компетенций работников для работодателя возможен выбор между организацией собственной системы подготовки кадров и привлечением специалистов с уже сформированными компетенциями. Каждое направление имеет свои сложности и свои преимущества.

Особую значимость и актуальность приобретает вопрос формирования совершенно новых для организации компетенции в соответствии с повышением уровня технологического развития и инновационными преобразованиями бизнес-процессов в условиях цифровой трансформации.

Цифровые компетенции персонала электросетевых предприятий

Изменения, продиктованные цифровизацией, влекут за собой преобразования экономики технологий в экономику знаний, что повышает актуальность новых требований к квалификации и компетенциям работников [1].

В условиях активного проникновения цифровых технологий в бизнес-процессы электросетевых предприятий, модернизации оборудования и появления инновационных способов проектирования и обслуживания электрических сетей растет спрос на высокопрофессиональных работников, способных работать на новом технологическом уровне.

Цифровые технологии включают в себя большое количество электронных компонентов и программного обеспечения, работа с которыми требует новых компетенций персонала. На практике широко распространена ситуация, когда квалифицированные специалисты обладают высоким уровнем профессиональных компетенций в электроэнергетике, но у них отсутствуют глубокие знания в ИТ-технологиях. И наоборот, далеко не все ИТ-специалисты разбираются в вопросах электроэнергетики. Это порождает целый ряд проблем.

При массовом внедрении цифровых технологий возникает потребность в совместной работе таких специалистов либо формировании персонала с кроссфункциональными компетенциями. Совместная работа ИТ-персонала и инженеров сопряжена с определенными трудностями, поскольку предполагает четкое оформление должностных обязанностей и зон ответственности с целью обеспечения результативности и эффективности работы электросетевой компании и снижения рисков выполнения задач по обеспечению качества электроснабжения. Сложности подготовки персонала с кроссфункциональными

компетенциями очевидны: требуются дополнительные временные и финансовые ресурсы, а также разработка соответствующих программ подготовки специалистов.

Для управленцев электросетевых компаний в вопросе комплектования кадров фокус внимания смещается в сторону устранения дефицита специалистов компетентных в области автоматизации технологических процессов и работы с цифровыми и информационными технологиями. Остро стоит проблема формирования и развития цифровых компетенций персонала электросетевых компаний, в том числе приобретения и использования навыков взаимодействия в цифровом пространстве.

Для повышения эффективности управления бизнес-процессами электросетевыми компаниями используется цифровая система управления, которая интегрирует в единое цифровое пространство все корпоративные системы, с целью совершенствования реализации управленческих функций. Диспетчерское управление технологическими процессами передачи и распределения электроэнергии координируется автоматической системой управления ресурсами, информационной и технологической системой управления, а также умными электрическими сетями [4].

Кроме этого, успех цифровизации, как средства реализации «интеллектуальных» сетей и систем, достигается за счет выстраивания новых правил взаимодействия человека и машины в эргатических системах. На первый взгляд человек передает часть своих текущих операторских и диспетчерских функций информационным системам, однако за собой оставляет функцию профессионального принятия решений в неформализуемых условиях. Такие ситуации требуют от специалистов учета не только экономических, нормативных и технологических критериев, но и социально-экономических и когнитивно-психологических факторов [2].

Таким образом, требования к профессиональному уровню персонала не снижаются. Появляется спрос на совершенно новых специалистов для сопровождения цифровизации. Отсутствие цифровых компетенций персонала и навыков взаимодействия в цифровом пространстве являются основными барьерами и причинами низких темпов цифровой трансформации электросетевых компаний.

Под цифровыми компетенциями персонала понимают знания, умения и навыки использовать цифровые технологии для решения профессиональных задач, создавать контент при помощи цифровых технологий, организовывать взаимодействие, в том числе цифровое сотрудничество и обеспечение безопасности. Особенности формирования, развития и реализации цифровых компетенций зависят от применяемых программных продуктов и цифровых технологий [5,11,12].

При формировании цифровых компетенций персонала следует придерживаться следующих принципов:

- Цифровые компетенции должны быть в обязательном порядке включены в модель профессиональных компетенций персонала организаций, которые идут по пути цифровой трансформации.

- Наличие цифровых компетенций определяет межпредметный и межатраслевой характер профессиональных компетенций.
- Развитие цифровых компетенций кардинально меняет некоторые виды личностно-поведенческих компетенций, вкладывая в них новый смысл и содержание на базе цифрового мышления.
- Цифровые компетенции, включенные в состав профессиональных, требуют непрерывного развития и совершенствования в соответствии с изменением цифровых технологий, что характеризуется как гибкость компетенций.
- Неотъемлемым элементом цифровых компетенций считаются навыки в области информационной безопасности и защиты персональных данных.
- Ядром цифровых компетенций, которое определяет возможности развития цифровой компетентности, следует считать цифровую грамотность, как навык поиска и использования информации с учетом ее применимости для решения функциональных задач.
- Формирование и развитие цифровых компетенций могут быть реализованы только при новом цифровом мышлении и пересмотре специфики коммуникации в цифровом пространстве.

Цифровые компетенции активно применяемые в управленческих бизнес-процессах и диспетчерском управлении технологическими процессами передачи и распределения электрической энергии несколько различаются в силу отличия функциональных задач и структурных особенностей электросетевых компаний. Именно поэтому актуальной с научной и практической точки зрения считается задача формирования профиля цифровых компетенций основных категорий сотрудников электросетевых компаний, а также включения цифровых компетенций в модель профессиональных компетенций.

Вывод

Концепция цифрового электросетевого предприятия предполагает не только цифровизацию основных бизнес-процессов, поиск новых эффективных бизнес-моделей, создание цифровой инфраструктуры для обеспечения выхода на новый уровень технологического развития, но и определяет новые требования к кадровому обеспечению, меняет кадровую структуру и модели компетенций персонала.

В соответствии с изменением структуры профессиональных компетенций и обязательным включением цифровых знаний и навыков следует предусмотреть и новые подходы к образованию и подготовке кадров для цифрового электросетевого предприятия.

Развитию цифровых компетенций способствует пересмотр программ в учебных центрах и центрах подготовки, переподготовки и повышения квалификации персонала с акцентом на развитии кроссфункциональных и системных компетенций, основным элементом которых будут цифровые навыки.

Непрерывное обучение, обучение параллельно с профессиональной деятельностью и саморазвитие соответствуют принципам новой цифровой

культуры, в которой устранены барьеры между работой и обучением. Более востребованными становятся специалисты, способные быстро реагировать на изменения, инициировать и продвигать изменения; отличающиеся профессиональной и поведенческой гибкостью, высокой мотивацией к непрерывному обучению и профессиональному росту.

В связи с актуальностью проблемы непрерывного обучения целесообразно перестроить формы сотрудничества с научными и профильными образовательными организациями по вопросам совершенствования учебно-производственных практик, организации профориентационных мероприятий и развития профессиональной карьеры, повышения вовлеченности и мотивации молодых специалистов.

Реализация задач цифрового развития человеческих ресурсов может быть успешно решена и путем интеграции с ведущими ИТ-компаниями не только по вопросам цифрового развития и цифровой трансформации, но и, прежде всего, в целях совершенствования моделей компетенций, где базовыми общепрофессиональными становятся цифровые компетенции специалистов электросетевых предприятий.

Все изложенные выше суждения свидетельствуют о высокой значимости развития цифровых компетенций персонала, в частности для успешного функционирования электросетевых компаний в цифровой среде. Актуальность указанной проблемы требует всестороннего анализа и разработки подходов, моделей и методов формирования моделей компетенций персонала с учетом нарастающей тенденции цифрового развития предприятий и взаимодействия экономических субъектов в цифровом пространстве.

Литература

1. Будзинская О.В. Значение кадровой политики в обеспечении организации квалифицированными кадрами в условиях цифровизации // Экономика и управление: проблемы, решения. 2019. Т. 13. № 3. С. 86-91.
2. Бушуев В.В. Развитие электроэнергетики: стратегический и постстратегический форсайт // Энергетическая политика. 2017. № 6. С. 3-15.
3. Литвинюк А.А. Особенности мотивационного профиля молодых специалистов, ориентирующихся на деятельность в креативных и инновационных сферах экономики // Социально-трудовые исследования. 2021. № 1 (42). С. 112-125.
4. Окоороков Р.В., Горшенина М.К., Мурзагельдинова М.М. Влияние перехода к цифровой экономике на организацию управления в электросетевых компаниях // В сборнике: Фундаментальные и прикладные исследования в области управления, экономики и торговли. Сборник трудов всероссийской научно-практической и учебно-методической конференции. Санкт-Петербург, 2022. С. 231-235.
5. Фалько С.Г., Яценко В.В. Компетенции персонала в условиях цифровизации экономики // В сборнике: Информационное общество и цифровая экономика: глобальные трансформации. Материалы IV Национальной научно-практической конференции Краснодар. 2019. С. 286-294.
6. Фалько С.Г., Яценко В.В. Компетенции системного инженера // Друкеровский вестник. 2019. № 5 (31). С. 75-78.
7. Хоботова Л.В., Непринцева Е.В., Шубин С.А. Стратегия цифровой трансформации: оценка цифровой зрелости электроэнергетической отрасли России. Стратегические решения и риск-менеджмент. 2022. № 13(3). С. 234-244. DOI: 10.17747/2618-947X-2022-3-234-244.
8. Шестакова Г.А., Яценко В.В. Реализация механизма комплексной оценки персонала с учетом профессионального и поведенческого аспектов // Вестник Тихоокеанского государственного университета. 2025. № 3 (78). С. 169-180.

9. Яковлева И.В. Цифровая трансформация электроэнергетической сферы как фактор роста инвестиционной привлекательности // *Фундаментальные исследования*. 2023. № 12. С. 64-69.
10. Яценко В.В. Формирование и развитие компетенций высокотехнологичных организаций / Яценко В.В. – Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2020. 146 с.
11. Яценко В. Цифровые компетенции персонала высокотехнологичных предприятий // В сборнике: *Контроллинг в экономике, организации производства и управлении: шансы и риски цифровой экономики*. Сборник научных трудов. 2019. С. 254-258.
12. Яценко В. Цифровая экономика и трансформация компетенций высокотехнологичных предприятий // В сборнике: *Контроллинг в экономике, организации производства и управлении: цифровизация в экономике*. Сборник научных трудов: материалы VIII международной конференции по контроллингу. 2019. С. 322-326.

УДК 658.5:001.89

Интеллектуальные системы управления как элемент повышения эффективности прикладной научно-исследовательской деятельности научно-производственного предприятия

Мешалкин В.П.¹, Болдырев В.С.², Меньшиков В.В.³, Байбикова В.В.⁴, Тишкин В.В.⁵

¹академик РАН, профессор, д.т.н., профессор кафедры «Логистика и экономическая информатика» РХТУ им. Д.И. Менделеева, meshalkin.v.p@muctr.ru;

²доцент, к.т.н., доцент кафедры «Химия» МГТУ им. Н.Э. Баумана, boldyrev.v.s@bmstu.ru;

³профессор, д.т.н., профессор кафедры «Инновационные материалы и защита от коррозии» РХТУ им. Д.И. Менделеева; директор НИИ в составе НПО «Лакокраспокрытие», menshikov.v.v@muctr.ru;

⁴студент кафедры «Промышленный дизайн» МГТУ им. Н.Э. Баумана, baybikovavv@student.bmstu.ru;

⁵старший преподаватель кафедры «Менеджмент» МГТУ им. Н.Э. Баумана, vtishkin@bmstu.ru.

***Аннотация.** В статье представлено рассмотрение ключевых особенностей систематизации проведения научно-исследовательских работы. Показаны возможности оптимизации управления проведением научных исследований (от стадии планирования до ее завершения). На основании проведенного анализа выявлено, что для эффективного функционирования научно-производственных предприятий необходимо обеспечить возможности решения основных задач: итерационность последовательности формирования решений; применение методов интеллектуального поиска; обеспечение качественной интерпретации знаний; сочетание формализованных и эвристических методов решения задач; изменение характера построения диалога «человек - ЭВМ» в сторону большей активности пользователя.*

***Ключевые слова:** организация производства, управление, научные исследования, системный анализ, комплексный инжиниринг*

Intelligent control systems as an element of increasing the efficiency of applied research activities of a scientific and production enterprise

V. Meshalkin¹, V. Boldyrev², V. Menshikov³, V. Baybikova⁴, V. Tishkin⁵

¹Academician of the Russian Academy of Sciences, Professor, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Logistics and Economic Informatics, Mendeleev University, Moscow;

²Associate Professor, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Chemistry, Bauman University, Moscow;

³Professor, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Innovative Materials and Corrosion Protection, Mendeleev University, Moscow; Director of the Research Institute within the SPA "Lakokraspokrytie", Moscow region.

⁴Student of the Department of Industrial Design, Bauman University, Moscow.

⁵Senior Lecturer, Department of Management, Bauman University, Moscow;

Abstract. *This article examines the key features of systematizing scientific research. Opportunities for optimizing scientific research management (from the planning stage to its completion) are demonstrated. Based on the analysis, it is revealed that for scientific and industrial enterprises to function effectively, it is necessary to ensure the ability to address key challenges: iterative decision-making; the use of intelligent search methods; ensuring high-quality knowledge interpretation; a combination of formalized and heuristic problem-solving methods; and a shift in the nature of human-computer dialogue toward greater user activity.*

Keywords: *production organization, management, scientific research, systems analysis, integrated engineering*

Введение

Научно-технический фундамент и дальнейшее качественное поступательное развитие всех отраслей народного хозяйства зависит от эффективного управления проведением научно-исследовательской работы. Этому способствует наличие эффективных систем прогнозирования, организации, и управления научными исследованиями научно-производственного предприятия.

Многообразие различных организационных структур и технологических процессов, прямо или косвенно связанных с ходом выполнением НИР, приводит к увеличению и дублированию информации, усложняет взаимодействие сотрудников, выполняющих научные исследования внутри предприятия, как следствие, предприятия с заказчиками, возникают задержки этапов планирования, анализа и последующей корректировки проведения научно-исследовательской деятельности предприятия.

С другой стороны, к процессам эффективного управления научно-исследовательской деятельностью предъявляются все более жесткие требования гибкости, цифровизации и выработки эффективных управленческих решений. Для устранения описанных трудностей необходимо разработать новые подходы к организации управления научно-исследовательской работой на предприятии с позиций интеллектуальных систем принятия решений.

Цель работы – совершенствование и оптимизация организационного управления научно-исследовательской деятельностью научно-производственного предприятия с использованием современных информационных технологий и систем.

За основу принимаются следующие положения: автоматизация функций учета, контроля, анализа и организация планировании НИР; применение единого информационного и технологического пространства; оперативность расчета финансово-экономических показателей для своевременного принятия управленческих решений; децентрализация функций управления научными исследованиями.

Для интеллектуализации функций управления будем исходить из двух существующих основных групп информационных технологий:

- 1) организация управления проектами;
- 2) комплексные информационные технологии.

Первые предназначены для отслеживания работы от стадии планирования до ее завершения. Они предполагают использование мощных средств описания комплекса работ, связей между работами и их временных характеристик, поддерживают функции контроля назначаемых ресурсов и имеют развитые средства расчета и вывода разнообразных отчетов. Однако в научно-исследовательских организациях данный класс систем может быть использован для комплексных научных исследований, требующих наличия значительных ресурсов. Это связано с тем, что данные системы ориентированы на саму работу и ее обеспечение. Большинство же научных исследований имеют небольшое количество этапов. Также у систем данного класса ограниченные возможности при получении сводной информации обо всех выполняющихся работах в организации.

Комплексные информационные технологии и системы затрагивают все бизнес-процессы предприятия, увязывающей функции отдельных подразделений в единую технологическую структуру. Они используют общую базу данных, предназначенную для решения задач бухгалтерского и управленческого учета, анализа хозяйственной деятельности, планирования и других. Несмотря на функциональность, они не приспособлены для работы в научной организации, выполняющей значительное число комплексных исследований, по причинам отсутствия поддержки внутренних связей в организации, поддержки годового планирования и неполноты входных данных. Кроме того, необходимость адаптации входных и выходных форм, высокая стоимость внедрения и сопровождения систем ограничивают их использование в научно-исследовательских предприятиях.

Указанные недостатки приводят к необходимости разработки автоматизированной информационной системы, поддерживающей единый технологический процесс управления научными исследованиями.

Самообучающиеся на основе интеллектуальных технологий предприятия

Обучающиеся предприятия отличаются непрерывным характером развития, которые не просто периодически воспроизводят свои процессы, а вносят в них изменения, направленные на повышение эффективности и качества деятельности. Совершенствование процессов предприятия осуществляется в результате обучения организационных подразделений и отдельных исполнителей способности решать новые задачи. Обучение означает не только усвоение неизвестных знаний, которые могут быть привнесены извне и использоваться во многих случаях, но и выработку новых знаний в соответствии с возникающими задачами.

Создание обучающихся предприятий требует использования ряда технологий:

1. Системное мышление, рассмотрение процессов предприятия во взаимосвязи;
2. Приверженность членов предприятия идее непрерывного обучения и

самосовершенствования;

3. Изменение интеллектуальных моделей поведения компании, институциональное обучение;

4. Создание общего образа предприятия (видения) в виде системы целей и принципов функционирования.

Слабая формализуемость задач обучения предприятия в части формулирования общесистемных целей, критериев их достижения, выработки сценариев развития организаций и их оценки обуславливает необходимость применения методов управления знаниями и искусственного интеллекта, к которым относятся [1-3]:

- использование методов качественного оценивания сложных процессов в условиях неопределенности и динамичности среды функционирования предприятия;
- типизация моделей функционирования предприятия в системах управления знаниями;
- применение методов динамического имитационного моделирования для выявления последствий процессных изменений;
- использование методов многоагентных систем для создания систем коллективного решения задач.

Перечисленные задачи эффективно решаются с помощью системы управления знаниями (СУЗ), которые предназначены для интеграции разнородных источников знаний и инструментальных средств с целью их коллективного использования в деловых процессах предприятия. СУЗ в процессе решения различных задач используется в двух аспектах: обеспечение специалистов качественными знаниями; создание интерактивной среды взаимодействия специалистов.

С точки зрения первого аспекта СУЗ в отличие от традиционных информационных систем документационного обеспечения (информационно-поисковых систем) превращают знания в законченный продукт с высокой потребительской стоимостью, поскольку знание в отличие от набора относящейся к запросу всевозможной информации точно соответствует характеру решаемой задачи и может применяться непосредственно при выработке решения.

С точки зрения второго аспекта СУЗ создает интерактивную среду общения людей, в которой повышается креативная способность генерации новых знаний, сразу попадающих в корпоративную память для последующего использования. С помощью СУЗ любое предприятие или организация превращаются в обучающуюся организацию, создающую «спираль знаний», в которой «неизвестные (неявные) знания должны быть выявлены и распространены, чтобы стать частью индивидуализированной базы знаний каждого работника» [4].

Интеллектуальные задачи обучения, которые решаются на основе СУЗ, отличаются слабой формализуемостью, предполагающей нечеткость постановки целей решения задачи и описания условий решения задачи. Кроме того, уровень знаний и система критериев оценки решения у различных специалистов могут отличаться.

Решение интеллектуальной задачи сводится к выполнению следующих этапов:

- формулировка постановки задачи;
- отбор релевантных задаче источников знаний;
- понимание отобранного материала (обучение, консультация);
- решение задачи (формирование решений);
- проверка допустимости решения задачи (оценка решения задачи, консультация с экспертами, экспертными системами);
- принятие решений и мониторинг его реализации;
- запоминание результатов решения задачи в корпоративной памяти.

Потребность в групповом обучении, предполагающем широкое обсуждение предлагаемых методов и результатов решения интеллектуальных задач, проведение дискуссий, ставит задачу формирования работоспособных рабочих групп.

Каждый член рабочей группы предполагает достижение собственной цели через взаимодействие с другими участниками процесса при достижении общей цели всей группы. При этом цели участников разных категорий ориентированы на получение и совершенствование знаний, умений и навыков работе в конкретной предметной области. Общая цель группового обучения предполагает получение знаний и навыков эффективного достижения общего результата.

Для организации коллективного обучения в процессе решения задач требуется всестороннее построение профилей знаний участвующих специалистов [5]. Тогда с использованием метода кластерного анализа может осуществляться эффективное формирование рабочих групп, совместно решающих интеллектуальные задачи. Результаты решения задач накапливаются в базах прецедентов для решения в будущем аналогичных задач.

Таким образом, для эффективного функционирования обучающихся предприятий необходимо обеспечить возможности решения поставленных интеллектуальных задач: итерационность последовательности формирования решений; использование множества источников знаний; применение методов интеллектуального поиска; обеспечение качественной интерпретации знаний; сочетание формализованных и эвристических методов решения задач; изменение характера построения диалога «человек - ЭВМ» в сторону большей активности пользователя.

Интеллектуализация документооборота научно-производственного предприятия

Проблема интеллектуализации документооборота связана с тем, что современные интеллектуальные системы должны решать весь комплекс задач, связанных с управлением потоком входящих документов - их автоматическую классификацию и автоматическое индексирование, оперативное и адекватное распределение среди сотрудников предприятия, передачу в электронный архив и последующий поиск в нем документов по содержанию.

Важным аспектом, который нужно учитывать при разработке информационных систем, поддерживающих интеллектуальный документооборот, является требование их настраиваемости в процессе

эксплуатации. Невыполнение этого требования может привести к тому, что система с течением времени перестанет выполнять свои функции из-за изменений в структуре предприятия, его кадровом составе, круге партнеров или спектре выполняемых работ, которые неизбежно ведут к изменению системы понятий, тематики документов и соответствующих условий их классификации, индексации и адресации.

Указанные выше проблемы не решаются ни традиционными подходами к автоматизации документооборота [6], ни общепринятыми статистическими [7] или лингвистическими методами полнотекстового поиска в базе данных документов [8]. Здесь требуются интеллектуальные решения с ориентацией процесса автоматической обработки документов на понимание содержания текста.

Предлагаемый подход основан на использовании знаний о предметной области (ПО) и лингвистическом анализе жанровой структуры и содержания деловых писем, получаемых предприятием-пользователем информационной системы.

В рамках этого подхода предлагается методика автоматического анализа текста документов и его содержательного индексирования, послужившая основой для разработки технологии интеллектуализации документооборота. Под технологией (в широком смысле) понимается совокупность методов и средств, используемых для решения классов задач в некоторой проблемной области.

Для реализации обсуждаемого подхода предлагается архитектура (схема) системы документооборота, подробно описанная ранее [9].

Система документооборота включает три контура работы с документами: ввод и первичная обработка документов (подсистема ввода документов); автоматическая обработка, индексирование и распределение документов (компонент индексирования и адресации документов); оперативный поиск и выдача документов в соответствии с их содержанием (подсистема поиска) [10-13].

Все знания о предметной области и языке документов заносятся пользователем-экспертом в базу знаний (БЗ) через соответствующие АРМы. Эти же АРМы позволяют настраивать базу знаний при изменении среды и условий эксплуатации системы.

Для иллюстрации возможностей предлагаемой технологии мы будем обращаться к реально разработанной системе InDoc, ориентированной на предметную область и потребности НИИ предприятия НПО «Лакокраспоккрытие».

Структура документа и его паспорт

Хотя предлагаемый подход и не налагает ограничений на тип документов, но так как подавляющую часть корреспонденции, получаемой научно-производственным предприятием от деловых партнеров, составляют документы, написанные в жанре делового письма, мы ограничимся рассмотрением входящих деловых писем.

Важную роль при автоматизации анализа документа играет его жанровая структура. Она определяет тематические разделы, ограничивая возможную смысловую нагрузку той или иной части текста документа.

Для поиска документов в архиве необходимо, чтобы при каждом документе хранилась некоторая структурированная информация о его содержании и формальных параметрах. Такая информация о документе хранится в виде электронного паспорта. Электронный паспорт — это информационная структура, представляющая собой набор атрибутов, характеризующих документ. Часть таких атрибутов вводится вручную, а другая часть, представляющая собой семантический индекс документа, определяется автоматически - в результате анализа и семантического индексирования текста документа.

Естественно, что набор атрибутов электронного паспорта зависит от ПО. Поэтому он должен быть динамически расширяем как на этапе создания системы, так и на этапе опытной эксплуатации.

Представление знаний в документообороте

При проектировании структуры базы знаний учитывалось то обстоятельство, что ее отдельные компоненты будут создаваться и настраиваться на разных этапах разработки и эксплуатации системы. В связи с этим база знаний системы представляется как совокупность онтологии (высокоуровневое знание) и создаваемых на их основе структур знаний (низкоуровневое знание).

Система знаний. На Рис. 1 представлена иерархия знаний, используемых в предлагаемом подходе.

Рассматриваются пять компонентов системы знаний:

- метаонтология является ядром системы знаний и отражает сущность решаемых задач. Метаонтология фиксирует те базовые содержательные структуры, которые система документооборота должна использовать при автоматическом анализе и индексации текстов документов: жанровая структура документа; система понятий (базовые классы понятий); семантическая структура высказывания; компоненты семантического индекса;

- онтология предметной области отражает общие знания о ПО, такие как иерархия классов понятий, семантические отношения на этих классах;

- предметные знания - выделенная часть знаний о ПО, которая содержит только частные понятия и конкретные отношения данной ПО (например, в InDoc это - иерархия вложенности участков строительства, списки существующих участков, организаций и др.). Большая часть данной информации хранится в словаре, остальная создается и модифицируется с помощью специально разработанных графических пользовательских интерфейсов (АРМов);

- знания о предприятии представлены списком сотрудников предприятия, структурой его подразделений, фильтрами адресации;

- онтология языка документов — это система языковых средств выражения метаонтологии и онтологии ПО в текстах документов. Лингвистическая информация представлена в словаре с помощью функциональных групп лексических единиц, выделенных классов понятий и набора дополнительных атрибутов, отражающих специфику выражений: синонимы, омонимы, составные

понятия и т.п. В предлагаемой технологии онтология языка документов создается с помощью инструментальной системы.

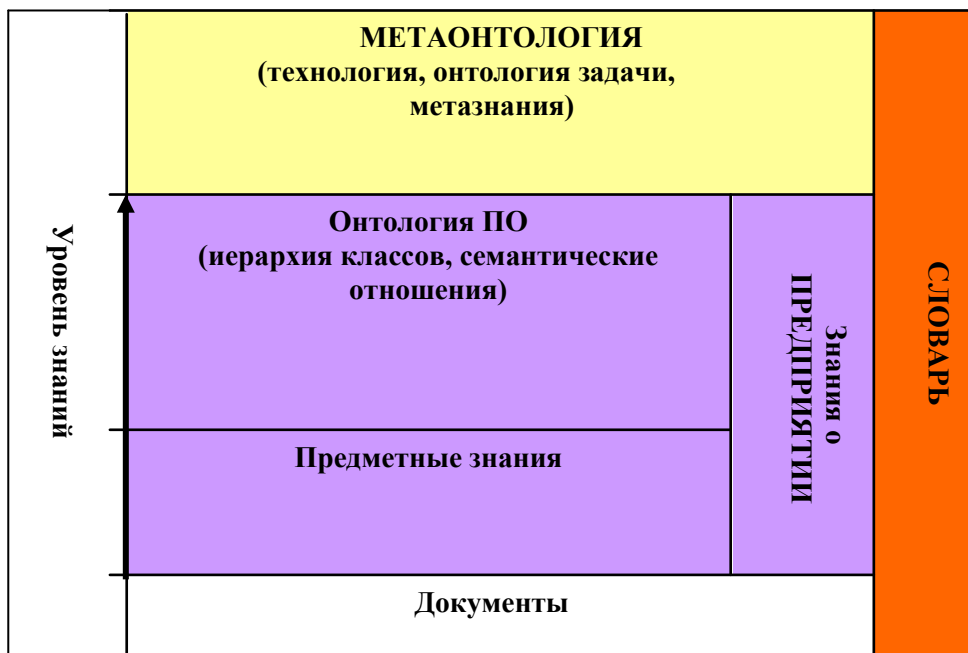


Рис. 1. Структура иерархии знаний

Метаонтология. В зависимости от типа предметной области и решаемой задачи возникает необходимость в извлечении из текстов документов различного рода информации (фактов или событий). Общую структуру извлекаемой информации принято представлять в виде некоторой пропозициональной структуры, выражающей связь предиката (процесс, действие, свойство) и множества его аргументов. В нашей метаонтологии принята базовая структура Факта:

$$F = P(S, O, L),$$

где P - действие, S - субъект, O - объект, над которым выполняется действие, L - место действия.

Онтология ПО и предметные знания. Представить структуру высказывания из предметной области в виде Факта позволяют иерархии классов понятий ПО и заданные на них семантические отношения.

При создании иерархии понятий ПО принимаются во внимание следующие соображения: семантическая роль понятия в структуре высказывания о ПО; тезаурусные отношения между понятиями, и прежде всего их родовидовая общность; отношение структурной вложенности.

Для того чтобы система могла правильно собирать Факты по тексту письма, требуется представить в ней знания о сочетаемости понятий. Эти знания представлены в виде отношений, задающих ограничения на допустимые сочетания понятий указанных классов и их значений в Фактах.

Процедурные знания системы. Для описания метазнаний и их процедурной интерпретации используется Semp-технология.

Процедурные знания представляются в системе несколькими группами правил-продукций, реализующими процесс основного анализа. Этот процесс имеет на входе множество ключевых понятий, выделенных словарным компонентом системы на этапе лексического анализа текста документа, а на выходе - семантический индекс документа.

При этом алгоритм автоматического индексирования документов реализуется в три этапа: на этапе сегментации документа осуществляется жанровая декомпозиция его текста; на этапе идентификации объектов собираются объекты сложной структуры, представленные в тексте цепочками наименований, и определяются их свойства; на этапе семантического анализа устанавливаются семантические отношения между составляющими высказываний в тексте, что позволяет представить содержание документа в виде совокупности упомянутых в нем Фактов, выделить тему письма и определить соответствующие значения полей семантического индекса.

Знания о предприятии. Для решения задачи адресации документов требуются знания о структуре предприятия и информационных предпочтениях его сотрудников, определяемых их функциональными ролями.

Каждое информационное предпочтение представлено в виде множества семантических фильтров. Простые фильтры представляют собой образцы Фактов, которые должны присутствовать или, напротив, отсутствовать в тексте документа для того, чтобы он удовлетворял этому Фильтру.

Из простых Фильтров могут строиться сложные фильтры, представляющие собой конъюнкцию простых Фильтров (положительная часть Фильтра) и/или их отрицаний (отрицательная часть Фильтра). Такое представление весьма схоже с поисковым запросом и позволяет задавать информационные предпочтения с произвольным содержанием.

Настройка базы знаний. Под настройкой базы знаний здесь понимается не столько начальное наполнение системы знаниями, сколько возможность оперативного обновления знаний во время эксплуатации.

Необходимо различать следующие типы настройки:

1. Начальное наполнение системы знаний, настройка системы знаний.
2. Настройка на этапе опытной эксплуатации.
3. Настройка в процессе промышленной эксплуатации системы.

Возможности настройки базы знаний во многом определяются ее структурой [14]. Начальное наполнение БЗ поддерживается следующим набором компонентов: инструментальной средой создания словарей - Тезаурусов; набором специализированных АРМов настройки семантических связей; программным комплексом Semp-N (настройка процедурных знаний системы).

Отдельно следует упомянуть настройку метаонтологии. Метаонтология является ядром базы знаний системы, поэтому она определяется на самом первом этапе ее построения. Хотя по своей природе метазнания декларативны, но они требуют процедурной интерпретации, и поэтому возможность их модификации при эксплуатации системы практически невозможна.

Для интеллектуальной системы, использующей знания о ПО и языке документов, на первый план выходит задача поддержки актуальности индексов

документов архива. Выделены две категории изменений в базе знаний, требующие обновления индексов.

На этапе опытной эксплуатации системы может выполняться корректирующая настройка онтологии ПО, предметных знаний, а также знаний о языке документов.

Корректировка системы знаний. К этой группе относятся локальные изменения с целью корректировки базы знаний автоматически запускается процедура диагностики индекса, результат которой отражает наличие/отсутствие и тип расхождений между содержанием индекса и текущим состоянием базы знаний. В зависимости от типа обнаруженных несоответствий для каждого документа определяются те поля паспорта, которые нужно заново индексировать. Например, при удалении некоторого понятия из словаря достаточно удалить это понятие и исключаящие его структуры из индекса документа.

В процессе промышленной эксплуатации системы допускается только пополнение системы знаний. К этой категории отнесены изменения, которые возникают с течением времени и должны учитываться при индексировании вновь поступающих на обработку документов: пополнение существующей иерархии понятий новыми классами с возможностью фиксации дополнительных ограничений сочетаемости этих классов; появление новых понятий и соответствующих им терминов; сдвиги в соотношении «понятие - языковое выражение» (т.е. изменения в системе терминов).

Предложенный подход реализуется двумя версиями системы InDoc, ориентированных на предметную область и потребности НИИ в составе НПО «Лакокраспокрытие». В первой версии реализуются функции анализа и адресации документов, во второй - функции потокового анализа и поиска документов в архиве. Разработанная система покажет достаточную эффективность (время обработки одного документа составляет в среднем 5 секунд), может легко настраиваться на предметную область и адаптироваться к изменяющейся ситуации [15-17].

Для создания промышленной системы интеллектуализации документооборота, ориентированной на достаточно широкий класс организаций и областей их деятельности [9, 12], требуется разработка как «пустых» оболочек БЗ, так и комплекса АРМов для их настройки на конкретное приложение.

Заключение

Разработка интеллектуальных технологий управления знаниями научно-исследовательских предприятий является актуальным направлением исследуемой предметной области. Методы и средства искусственного интеллекта для управления знаниями формализуются в виде системы управления знаниями (СУЗ), которая интегрирует разнородные источники знаний и инструментальные средства с целью их коллективного использования в деловых процессах предприятия. Одним из достоинств интеллектуальных технологий является возможность создания и реализации самообучающейся организации в процессе ее функционирования.

Актуальным направлением применения интеллектуальных технологий для управления знаниями является интеллектуализация документооборота

предприятия. Предложен подход, основанный на использовании знаний о предметной области и лингвистическом анализе жанровой структуры и содержания деловых писем, получаемых предприятием-пользователем интеллектуальной системой документооборота.

Литература

1. Тельнов Ю.Ф. Реинжиниринг бизнес-процессов. Компонентная методология. М.: Финансы и статистика, 2004.
2. Кравченко К.А. Организационное проектирование и управление развитием крупных компаний. М.: Альма-матер, 2006.
3. Болдырев В.С., Кузнецов С.В., Меньшиков В.В. Инновационное развитие малотоннажных научно-производственных предприятий лакокрасочной отрасли. М.: Пэйнт-Медиа, 2021.
4. Мильнер Б.З. Теория организации. М.: Инфра, 1999.
5. Болдырев В.С. Система мотивации персонала на примере научно-производственного предприятия лакокрасочной отрасли // Организатор производства. 2021. Т. 29. № 3. С. 43-51.
6. Бобылева М.П. Управленческий документооборот: от бумажного к электронному. Вопросы теории и практики. М.: ООО «Термика.ру», 2019.
7. Basil R., Pazienza M.T. An Adaptive and Distributed Framework for Advanced. Content-Based Multimedia Information Access. RJA0 2000. Conference Proceeding, 2000, Vol. 2.
8. Hausser R. Foundations of Computational Linguistics. Springer, 1999.
9. Boldyrev V.S. Development of methodological principles improving quality of research organization in scientific and production enterprises // Herald of the Bauman Moscow State Technical University, Series Mechanical Engineering. 2022. No. 1. P. 55–70.
10. Гарипова Г.Р., Шинкевич А.И. Управленческие инновации. Состояние и перспективы развития. Казань: КНИТУ, 2015.
11. Дорохов И.Н., Меньшиков В.В. Системный анализ процессов химической технологии. Интеллектуальные системы и инженерное творчество в задачах интенсификации химико-технологических процессов и производств. М.: Наука, 2005.
12. Болдырев В.С. Разработка методов повышения эффективности управления прикладной исследовательской деятельностью научно-производственного предприятия // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия Машиностроение. 2021. № 4. С. 51-65.
13. Богомолов Б.Б., Болдырев В.С., Зубарев А.М., Мешалкин В.П., Меньшиков В.В. Интеллектуальный логико-информационный алгоритм выбора энергоресурсоэффективной химической технологии // Теоретические основы химической технологии. 2019. Т. 53. № 5. С. 483-492.
14. Амелина К.Е., Коробец Б.Н. Алгоритмизация управления организацией как способ повышения коэффициента эффективности ее деятельности // Наука и бизнес: пути развития. 2015. № 10. С. 24-26.
15. Болдырев В.С., Аверина Ю.М., Меньшиков В.В., Кузнецов С.В., Колыбанов К.Ю. Технологическо-организационный инжиниринг окрасочных производств // Теоретические основы химической технологии. 2020. Т. 54. № 3. С. 299-303.
16. Болдырев В.С., Меньшиков В.В., Тишкин В.В. и др. Управление проектированием и эксплуатацией производственных линий получения и нанесения порошковых красок // Лакокрасочные материалы и их применение. 2024. № 3. С. 37-44.
17. Болдырев В.С., Меньшиков В.В., Кузнецов С.В. Совершенствование управления научно-исследовательской деятельностью научно-производственного предприятия лакокрасочной отрасли. Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Устойчивое развитие и новая индустриализация: наука, экономика, образование», 2021. С. 45-49.

УДК 658+621.4, JEL Classification: L64, O33

Исследование текущего состояния и перспектив российского и зарубежного рынков турбореактивных двигателей

Нечаев М. В.¹, Герцик Ю. Г.²

¹бакалавр кафедры «Бизнес-информатика» МГТУ им. Н.Э. Баумана, nechaevmv@student.bmstu.ru.

²д.э.н., к.б.н., профессор кафедры «Промышленная логистика» МГТУ им. Н.Э. Баумана, ygerzik@bmstu.ru.

Аннотация. Проведён сравнительный анализ глобального и российского рынков турбореактивных двигателей. Мировой рынок представляет собой олигополию, в то время как российский сегмент занимает нишевое положение, сосредоточенное вокруг Объединённой двигателестроительной корпорации и программ семейства «Перспективный двигатель». Выявлены ключевые вызовы (технологическое отставание, санкционная уязвимость) и стратегические возможности (господдержка, развитие сервисной системы обслуживания). Устойчивое развитие российской отрасли зависит от реализации государственных программ, локализации критических технологий и формирования сервисной экосистемы.

Ключевые слова: мировой рынок авиадвигателестроения, турбореактивные двигатели, гражданская авиация, Россия, импортозамещение, перспективный двигатель, сервисное обслуживание авиатехники.

The research of the current state and prospects of the Russian and Global Turbofan Engine Markets

Martin Nechaev¹, Yury Gertsik²

¹Bachelor of Department of Business Informatics, Bauman University, Moscow.

²Doctor of Economical Sciences, Candidate of Biological Sciences, Professor of the Department of Industrial Logistics, Bauman University, Moscow.

Abstract. A comparative analysis of the global and Russian turbojet engine markets was conducted. The global market is an oligopoly, while the Russian segment holds a niche position centered around the United Engine Corporation and the «Perspektivniy dvigatel» engine programs. Key challenges (technological lag, sanctions vulnerability) and strategic opportunities (state support, development of the maintenance, repair and overhaul service model) were identified. The sustainable development of the Russian industry depends on the implementation of state programs, the localization of critical technologies, and the formation of a service ecosystem.

Keywords: *global aircraft engine market, turbofan engines, civil aviation, Russia, import substitution, advanced engine (perspektivnyy dvigatel), maintenance, repair and overhaul of aircraft.*

Введение

Турбореактивные двигатели (ТРД) представляют собой основу современной авиации, определяя возможности и конкурентоспособность гражданской и военной авиатехники. В условиях восстановления после пандемии COVID-19, ужесточения экологических стандартов и геополитической напряженности, приведшей к разрыву международных кооперационных цепочек, развитие рынка ТРД приобретает стратегическое значение. По результатам исследований, Россия занимает заметные позиции в сегменте военных авиадвигателей, однако её доля на мировом рынке гражданских двигателей и в сфере сервисной экосистемы и расширения услуг по техническому обслуживанию и ремонту (maintenance, repair and overhaul, MRO) остаётся минимальной [1-3]. Дополнительную актуальность исследованию придаёт то, что развитие отечественного семейства двигателей «Перспективный двигатель» (ПД-14, ПД-8, ПД-35) выделено как приоритет государственной промышленной политики. В рамках федеральной программы «Развитие гражданской авиационной техники» Минпромторг России курирует подпрограмму по авиационному двигателестроению, включающую финансирование научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) и механизмы государственной поддержки для реализации проектов семейства ПД [11,12].

Проведение сравнительного анализа глобального и российского рынков турбореактивных двигателей позволяет выявить ключевые структурные различия, конкурентные позиции национальных производителей и определить стратегические перспективы развития отрасли в новых экономических условиях. Данное исследование направлено на комплексную оценку текущего состояния, сегментации и конкурентной динамики рынков с особым акцентом на анализ возможностей и вызовов для российской двигателестроительной отрасли.

Материалы и методы

Для проведения сравнительного анализа российского и зарубежного рынков турбореактивных двигателей использовались: отраслевые отчёты (Mordor, Grand View Research, Aviation Week), статистика IATA, годовые отчёты GE/Rolls-Royce, научные публикации по GVC и официальные документы Минпромторга РФ.

Общая характеристика рынка и позиция России

Анализ глобального рынка ТРД показывает его олигополистическую структуру с доминированием международных альянсов. Как следует из данных Табл. 1, ключевыми игроками являются западные корпорации и стратегические партнерства (CFM International, GE Aviation, Rolls-Royce, Pratt & Whitney), в то время как российский рынок представлен в основном Объединенной

двигателестроительной корпорацией (ОДК) с фокусом на импортозамещение и развитие новых двигателей. Особое место занимает китайская АЕСС, демонстрирующая активную стратегию технологической независимости.

Таблица 1. Ключевые производители ТРД на мировом рынке

Производитель/ Альянс	Страна	Ключевые продукты	Рыночная позиция
CFM International	Франция/ США	LEAP, CFM56	Лидер на рынке узкофюзеляжных самолетов (A320neo, B737 MAX) 70-80% рынка
General Electric	США	GE9X, GEnx	Техлидер в сегменте широкофюзеляжных самолетов (B777, B787, A330) 40% рынка
Rolls-Royce	Велико- британия	Trent XWB, Trent 1000	Специализация на дальнемагистральных широкофюзеляжных самолетах (A350, B787) >50% рынка
Pratt & Whitney	США	PW1000G, F135	30% рынка узкофюзеляжных самолетов (A320neo), 100% на двигатели для истребителя F-35
АЕСС (Aero Engine Corporation of China)	Китай	CJ-1000A, WS-20	Государственный монополист, стратегия импортозамещения <1% рынка
ОДК	Россия	ПД-14, ПД-8, АЛ-41Ф	Ведущий производитель России, стратегия импортозамещения <1%

Общие количественные характеристики рынка (см. Табл. 2) подтверждают его высокотехнологичную природу и значительные барьеры для входа. Российский сегмент рынка, хотя и является частью глобальной системы, развивается в особых условиях, требующих повышенного внимания к созданию полных производственных цепочек.

Таблица 2. Общие характеристики рынка ТРД

Параметр	Значение
Емкость рынка	81.5 млрд \$ (2023 г.)
Темп роста (CAGR)	4-6% (2024-2030 гг.)
Индекс концентрации (HHI)	2384 (рынок высокой концентрации)
Барьеры входа	Колоссальные затраты на исследования и разработки (>1 млрд \$)

Ключевые факторы успеха на рынке (см. Табл. 3) демонстрируют, что технологическое лидерство и сервисное обслуживание являются определяющими для глобальных игроков, в то время как для российские производители занимают нишевую позицию. [1,5,6]

Таблица 3. Ключевые факторы успеха на рынке ТРД

Фактор	Оценка (1-5)	Вес	Вклад
Технологическое лидерство и объем НИОКР	5	0.30	1.50
Глобальная сервисная сеть и MRO-услуги	5	0.25	1.25
Соответствие строгим стандартам сертификации	5	0.15	0.75

Для Табл. 3 были выбраны именно эти факторы, потому что они отражают основные измерения конкурентоспособности на рынке гражданских ТРД: соответствие стандартам, технологический уровень и развитость сервисной поддержки и кооперации. Данный раздел показывает, что на фоне олигополистической структуры глобального рынка российский сегмент сохраняет нишевое положение вокруг ОДК и стратегии импортозамещения, что усиливает роль государственных программ в его дальнейшем развитии.

Анализ конкурентов среды

Для комплексной оценки конкурентной среды на рынке ТРД применена модель пяти сил Портера (см. рис. 1), которая демонстрирует высокую интенсивность конкуренции при исключительно высоких барьерах входа.

Исследования глобальных цепочек создания стоимости в высокотехнологичных отраслях показывают, что страны, занимающие центральные позиции, обладают более устойчивыми инновационными системами, большим доступом к передовым технологиям и имеют больший вес при принятии ключевых решений в отрасли. В случае авиадвигателестроения США, Великобритания и Франция выступают «узловыми» центрами цепочек, тогда как Россия до 2010-х годов занимала периферийное положение, участвуя преимущественно в отдельных кооперационных проектах и поставке компонентов, что ставит нашу страну в особенно уязвимое положение в условиях кризисов и санкций. Особенно показательным в этом контексте является опыт международной кооперации Safran и НПО «Сатурн», в результате которой был создан двигатель PowerJet SaM146. Получение сертификации EASA обеспечило доступ к международным рынкам и сервисной инфраструктуре, однако после введения санкций, зависимость от зарубежного партнёра превратилась в серьёзный риск: возникли ограничения на поставку запасных частей и обслуживание парка. Этот опыт подтолкнул к ускорению разработки отечественного ПД-8 [13, 15, 16].



Рис. 1. Модель пяти сил Портера для рынка ТРД

Угроза новых участников остается низкой из-за колоссальных барьеров входа, однако для России этот фактор трансформировался: санкции исключили возможность технологического сотрудничества, но стимулировали развитие собственной производственной базы. ОДК вынуждена одновременно решать задачи импортозамещения и сохранять конкурентоспособность в ключевых сегментах, прежде всего в военной авиации, где сохраняются сравнительные преимущества. При этом китайская AECC демонстрирует схожий с российским подход к развитию отрасли через государственную поддержку и импортозамещение, что создает потенциал для стратегического партнерства.

Перспективы и вызовы для российского рынка

Анализ показывает, что российский рынок турбореактивных двигателей находится на этапе одновременного усиления как системных вызовов, так и возможностей для развития. С одной стороны, он подчиняется глобальным трендам – росту требований к топливной эффективности, экологическим нормам и надёжности; с другой – развивается в условиях санкционных ограничений, разрывов кооперационных цепочек и необходимости форсированного импортозамещения [1, 5, 6].

Ключевым вызовом остаётся импортозамещение, требующее формирования полноценных производственных цепочек: от создания жаропрочных сплавов и композитов до разработки отечественных систем управления (FADEC) и электронной компонентной базы. Нарушение кооперации с зарубежными партнёрами продемонстрировало уязвимость модели распределённого производства и поставило задачу не только замещения отдельных компонентов, но и достижения технологической автономности по критическим направлениям [1, 2].

Технологическое отставание от ведущих зарубежных гражданских ТРД также сохраняется. Двигатели семейств LEAP, PW1000G и Trent демонстрируют высокую степень двухконтурности, сниженный удельный расход топлива и улучшенные экологические характеристики [4]. Например, удельный расход топлива двигателя ПС-90А на крейсерском режиме составляет порядка 0,59–0,60 кг/(кгс·ч), что соответствует уровню западных двигателей предыдущего поколения. Переход от ПС-90А к ПД-14 и разработка ПД-8 и ПД-35 позволяют сократить разрыв по ряду параметров, однако отечественные двигатели пока занимают нишевое положение и уступают мировым лидерам по совокупности технико-экономических показателей и масштабу парка [1, 3, 13, 14, 16].

Серьёзным ограничением выступают институциональные и кадровые факторы: дефицит инженерных компетенций и конкуренция за специалистов на высокотехнологичных рынках усиливают риски замедления проектов. В этих условиях особое значение приобретает развитие систем целевой подготовки и удержания кадров, что подчёркивается и в отраслевых стратегиях [1, 2].

В то же время формируется и ряд перспектив. Центральное место занимает реализация программ новых двигателей ПД-14, ПД-8 и ПД-35, ориентированных на обновление парка отечественной гражданской авиации и снижение зависимости от импортных силовых установок. ПД-14 выступает первой полностью разработанной в постсоветский период платформой, ПД-8 нацелен на замену SaM146 в региональном и среднемагистральном сегментах, а ПД-35 — на тяжёлый класс и перспективные широкофюзеляжные и транспортные самолёты [13, 15, 16]. Эти проекты поддерживаются государственной программой «Развитие гражданской авиационной техники» и профильными мерами Минпромторга России, что создаёт институциональную базу для финансирования НИОКР и развёртывания серийного производства [11, 12].

Важным направлением является развитие сервисной экосистемы и расширение услуг по техническому обслуживанию и ремонту (MRO) на

протяжении всего жизненного цикла двигателя. Мировая практика показывает, что значительная часть выручки ведущих компаний приходится на сервисные контракты и программы послепродажного сопровождения [7, 8, 10]. Переход российских производителей к более сервисно-ориентированной модели способен повысить устойчивость доходов и укрепить позиции на внутреннем и региональных рынках.

Таким образом, перспективы российского рынка турбореактивных двигателей связаны с успешной реализацией программ семейства ПД, развитием сервисной инфраструктуры и кадрового потенциала, а также с выстраиванием кооперации с странами-партнёрами при одновременной минимизации критических зависимостей. При поддержке государственных программ это создаёт основу для постепенного сокращения технологического и институционального разрыва с мировыми лидерами [1, 11, 13].

Заключение

Российский рынок турбореактивных двигателей в гражданском сегменте по-прежнему занимает нишевое положение по отношению к ведущим мировым производителям, что обусловлено как исторически сложившейся структурой отрасли, так и ограничениями участия в глобальных цепочках создания стоимости [1]. Вместе с тем реализация программ по созданию двигателей семейства ПД-14, ПД-8 и ПД-35, опирающихся на современные конструкторские решения и государственную поддержку, формирует предпосылки для постепенного сокращения технологического и институционального разрыва с зарубежными конкурентами [11, 13].

Ключевым условием успешной трансформации отрасли выступает не только завершение НИОКР и развёртывание серийного производства, но и развитие инфраструктуры технического обслуживания и ремонта (MRO), а также устойчивых цепочек поставок, что подтверждается опытом ведущих авиадвигателестроительных компаний [9]. При сохранении приоритетного статуса отрасли в промышленной политике и эффективной координации со стороны Минпромторга такие меры могут обеспечить повышение устойчивости российского рынка ТРД и расширение его возможностей на внутреннем и внешнем рынках [11].

Литература

1. Пинчук В.Н., Занчев Д.А. Россия на мировом рынке авиадвигателей: проблемы и перспективы // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экономика. 2023. Т. 31. № 4. С. 4-6.
2. Иванов И.И. Глобальные цепочки добавленной стоимости в высокотехнологичных отраслях: особенности участия России // Журнал новой экономической ассоциации. 2022. № 3 С. 6-22.
3. Петров П.П. Техничко-экономический анализ современных турбовентиляторных авиадвигателей гражданской авиации // Авиационная промышленность. 2021. № 2. С. 5-10.
4. Смит Дж., Мюллер К. Сравнительная оценка турбореактивных двухконтурных двигателей нового поколения LEAP, PW1000G и семейства Trent: эффективность и экологичность // Journal of Aircraft Propulsion. 2022. Т. 15. № 2. С. 10-20.
5. Aircraft Engine Market – Growth, Trends, Forecasts to 2030 // Mordor Intelligence [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/aircraft-engine-market> (дата обращения: 19.10.2025).
6. Aircraft Engines Market Size, Share & Trends Report 2024–2033 // Grand View Research

- [Электронный ресурс]. URL: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/aircraft-engines-market> (дата обращения: 18.10.2025).
7. International Air Transport Association. World Air Transport Statistics 2023. Montreal: IATA, 2023.
 8. Commercial Aviation Fleet & MRO Forecast 2023–2033 // Aviation Week Network [Электронный ресурс]. URL: <https://aviationweek.com> (дата обращения: 18.10.2025).
 9. General Electric Company. Annual Report 2023. Boston: GE, 2024 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ge.com/investor-relations/annual-report> (дата обращения: 18.10.2025).
 10. Rolls-Royce Holdings plc. Annual Report 2023. London: Rolls-Royce Holdings, 2024 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rolls-royce.com/investors> (дата обращения: 18.10.2025).
 11. О развитии гражданской авиационной техники в Российской Федерации: государственная программа Российской Федерации / Минпромторг России [Электронный ресурс]. URL: <https://minpromtorg.gov.ru> (дата обращения: 18.10.2025).
 12. Материалы заседаний Правительства Российской Федерации по вопросам развития гражданской авиации и авиадвигателестроения [Электронный ресурс]. URL: <http://government.ru> (дата обращения: 18.11.2025).
 13. Объединённая двигателестроительная корпорация. Двигатель ПД-14: официальное описание [Электронный ресурс]. URL: <https://www.uecrus.com/products/civil/pd-14> (дата обращения: 18.11.2025).
 14. ПАО «ОДК – Пермские моторы». Двигатель ПС-90А: техническое описание [Электронный ресурс]. URL: <https://www.uecrus.com/products/civil/ps-90a> (дата обращения: 12.11.2025).
 15. European Union Aviation Safety Agency. Type-Certificate Data Sheet E.034. PowerJet SaM146 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.easa.europa.eu> (дата обращения: 12.11.2025).
 16. Объединённая двигателестроительная корпорация. Двигатель ПД-8: официальная информация о программе [Электронный ресурс]. URL: <https://www.uecrus.com/products/civil/pd-8> (дата обращения: 12.11.2025).

УДК 658.5, 338.5

Формирование современного подхода к организации производства на ранних этапах проектирования высокотехнологичных изделий при НИОКР в машиностроении

Никируй А.Э.

заместитель генерального директора по организации производства и цифровизации, ООО "НПЦ "АЛЬФА", г. Москва; a.nikiruy@gmail.com, nikiruy_a@alphalaser.ru

***Аннотация.** Сокращение времени разработки изделий и быстрое реагирование производства делает предприятие более конкурентоспособным. В работе сформирован современный подход к организации производства на ранних этапах проектирования высокотехнологичных изделий при НИОКР в машиностроении. Описаны некоторые преимущества по направлениям реализующих выбор технологии посредством сравнения стоимости и времени изготовления изделий различными методами по базовым данным об изделии с учетом сменности работы, выбора оборудования. Данный подход позволит на ранних этапах жизненного цикла изделия управлять стоимостью разработки и оперативно реформировать структуру и мощности производства и коопераций.*

***Ключевые слова:** организация производства; опытное производство; машиностроение; цифровизация.*

The formation of a modern approach to production organization in the early stages of high-tech product design during R&D (research and development) in mechanical engineering

Alena Nikiruy

Deputy General Director for Production Organization and Digitalization, ALPHA Research & Manufacturing Co., Moscow.

***Abstract.** The reducing product development time and enabling rapid production response makes a company more competitive. This work presents a modern approach to organizing production in the early stages of designing high-tech products during R&D in mechanical engineering. Some advantages are described in terms of implementing technology selection by comparing the cost and time of manufacturing products using different methods based on basic*

product data, taking into account shift work and equipment selection. This approach will allow you to manage development costs and quickly reform the structure and capacity of production and cooperation in the early stages of the product life cycle.

Keywords: *organization of production; pilot (experimental) production; mechanical engineering; digitalization.*

Введение

В машиностроительной отрасли одним из самых трудоемких производств является производство высокотехнологичных изделий. Стоимость ошибки при проектировании изделий, существенным образом зависит от момента ее обнаружения на различных стадиях жизненного цикла изделия [1,2]. Чем раньше заложена ошибка и чем позже она будет выявлена, тем выше будет стоимость ее исправления. Применение различных подходов по формированию данных, управления изменениями и автоматизации, позволяет обнаружить ошибки на более ранних этапах жизненного цикла изделия, избегать и предупреждать их появление, что существенно повлияет на стоимость и сроки проектирования и производства высокотехнологичных изделий.

В работе проводилось исследование систем проектирования и организации производства высокотехнологичных изделий при НИОКР, с целью изучения возможности получения данных об изделии с максимальной быстротой и с достаточным уровнем достоверности. Исследуя методики проектирования, выбора технологии, расчета времени и стоимости изготовления изделий, был сформирован современный подход к организации производства на ранних этапах проектирования высокотехнологичных изделий при НИОКР в машиностроении. Данный подход заключается в том, чтобы, объединив строгую логику, инженерные способности и современные технологии, структурировать, решать и анализировать поставленные задачи перед производством высокотехнологичных изделий и выявлять преимущества и недостатки существующих подходов при организации производства при НИОКР.

Формирование требований к будущим системам организации производства

Организация производства невозможна без входных данных об изготавливаемом изделии. Рассмотрим подход, позволяющий использовать выходные данные при проектировании изделия, которые могут быть использованы сразу, без подробной проработки конструкции, и быть достаточными для эффективной организации производства на каждом этапе жизненного цикла изделия. На рисунке 1 представлена последовательность формирования необходимых базовых данных для организации производства деталей на этапе проектирования и опытного производства изделия. Представлена их взаимосвязь с оценкой стоимости опытного изделия, организации опытного производства и степени возможной автоматизации процессов и операций.



Рис. 1. Последовательность формирования необходимых входных данных для организации опытного и мелкосерийного производства изделий

Верхняя часть схемы показывает условно разделенные логические этапы проектирования изделия, которые следуют слева направо и имеют возвратные связи с предыдущими этапами и уточняющие их. Средняя часть схемы показывает основные данные, исходящие из соответствующего этапа проектирования, таких как материал, габариты, качество точности и т.д. Уже на ранних этапах на основе минимального количества основных данных об изделии возможно сделать оценку необходимых мощностей, примерно рассчитать стоимость изделия и стоимости организации производства. Самое важное далее управлять стоимостью дальнейшего процесса разработки инновационной продукции с учетом изменений. [3] С другой стороны в случае большой стоимости изготовления изделия или организации производства возможно изменение конструкции и материалов проектируемого изделия или поиска оптимальной технологии изготовления деталей с сохранением основных требований к ней.

В нижней части схемы показаны примерные шкалы, когда начинаются и заканчиваются процесс формирования и оценки стоимости изготовления опытного образца, процесс оценки стоимости организации опытного производства и степень необходимой автоматизации процессов. Автоматизация на ранних этапах проектирования как правило касается управления данными об изделии, управления изменениями и автоматизации инженерных расчетов, далее следуют другие системы управления и последними автоматизируются производственные процессы. Автоматизация также важна при НИОКР, как и при выпуске серийных изделий. Некоторые сложные и длительные технологические процессы можно сократить посредством изменения технологии изготовления, доработки оборудования и автоматизации.

Примерный расчет стоимости проекта необходим перед началом заключения контракта. При оценке стоимости изделия и организации производства при НИОКР исполнитель сталкиваются с большой неопределённостью по сравнению с технологически проработанными изделиями. В том числе как правило первый опытный образец появляется на этапе ОКР после завершения этапа технического проекта и после выпуска РКД, но тенденция настоящего времени требует получение рабочих экспериментальных образцов быстрее. Наличие первичных данных позволит сразу оценить несколько технологий изготовления изделий, что делает возможным рассмотрение нескольких вариантов организации производства и оценки ее стоимости и стоимости изготовления изделия. При этом возможно произвести оценку стоимости и рациональности использования выбранной технологии при опытном или мелкосерийном производстве. Далее необходимо учесть наличие оборудования на предприятии с необходимыми критериями для производства изделия и сразу провести анализ мощностей кооперации или наличия возможности произвести изделие вне ее, оценить присутствие подходящего оборудования на рынке или изготовления его собственными силами.

Анализ подходов для повышения эффективности системы организации производства

Проведен анализ существующих подходов, включающих в себя реализованные системы автоматизации, позволяющие сформировать данные для организации производства. В системах присутствует необеспеченность быстрого получения входных данных, а также не все ключевые данные используется в различных системах, а тем более из автоматизированных систем. Рассматриваются основные различия и оценка критичности существующих методов и средств и предлагаемого подхода в области выбора технологии посредством сравнения стоимости изготовления, расчета времени и стоимости изготовления изделия различными методами по основным параметрам детали с учетом сменности работы, выбора оборудования и сборки по различным методам. Предлагается комплексно решать междисциплинарную задачу, что позволит минимизировать ошибки при организации производства высокотехнологичных изделий.

Обычно при проектировании рассматривается потенциальная возможность изготовления деталей в производстве, далее при проработке чертежей определяется технология производства изделия. Существенным преимуществом будет рассмотрение нескольких технологий изготовления по базовым данным и сравнение их стоимости, сроков, наличия собственных мощностей, кооперации, применимости технологии в дальнейшем, учитывая сменность работы, от одной смены до возможности круглосуточной работы. Такой расчет требует наличия математической модели по примерному расчету времени и стоимости изготовления изделий различными технологиями, например, таких как, механической обработки материала используя процесс резания, селективное лазерное спекания, литье, и так далее, то есть конкурентными методами, в зависимости от базовых данных. Достоверность

расчетов при таком подходе будет немного ниже, чем при технологической проработке, но она требует большего количества данных и времени, как в разрезе более позднего начала такой оценки, так и проведения самого процесса. Расчеты по нескольким технологиям изготовления изделия позволят построить модель управления приоритетами, установленными на предприятии, что важнее время или стоимость, или возможность производства на предприятии и прочее, и перестраивать систему при их изменении.

Данный подход также будет иметь существенное преимущество учитывая в модели наличие оборудования у производителя, кооперации, на рынке и возможности изготовления самостоятельно. Здесь необходимо учитывать для различных вариантов возможную загрузку оборудования, перерывы на обязательное обслуживание, стоимость контракта полного жизненного цикла оборудования и другие аспекты

Немаловажным фактором будет рассмотрение в модели сборки изделия и их виды, где небольшим преимуществом будет индивидуальный подход к каждому типу сборки, что в себя включает анализ существующих технологий их доработка или изменение и автоматизация некоторых длинных и/или дорогостоящих операций.

Развитие концептуальных направлений организации производства и будущее систем организации производства

Необходимо эффективное решения для производства формирующихся в России и мире актуальных задач, таких как повышение производительности труда, оптимизация ресурсов производства, обеспечение качества продукции, соблюдение безопасности и экологии производства, внедрения эффективных средств цифровизации, в том числе с применением искусственного интеллекта [4] и учитывая цифровую экономику [5]. Для достижения целей эффективной подготовки организации производства при НИОКР сформирован данный подход в высокотехнологичном машиностроении, который позволит на ранних этапах жизненного цикла изделий формировать оптимальные и достоверные данные для организации производства и управлять стоимостью дальнейшего процесса разработки инновационной продукции с учетом изменений.

Данный подход может стать развитием концепций быстрореагирующего и активного производства, который позволит выполнять основные условия этих концепций: сокращение времени организации производства и скорости реагирования на изменяющиеся условия и требования.

Систему организации производства необходимо реализовывать как связывающий инструмент между проектировщиком, технологом, экономистом и остальными участниками процесса разработки и производства изделия. Базой для архитектуры данных, в первую очередь, станет механизм сбора и обработки информации для быстрой и качественной обратной связи с проектируемым изделием, консолидация достоверной информация для полного и анализа по организации производства новых высокотехнологичных изделий, и управления ее изменениями с соответствующей моделью данных.

Отличительной особенностью данного подхода является взаимосвязанность необходимой информации для анализа временных и

стоимостных показателей при принятии решения о проектируемом изделии и дальнейшего его производства. В определенных случаях также возможно получение данных для реорганизации или модернизации производства.

Целесообразно определение алгоритма для возможности использования искусственного интеллекта по предлагаемому подходу в целях повышения эффективности принятия решений по заданным требованиям. Также необходимо развитие критически важных отечественных систем по управлению разработками и производством с учетом вышеизложенных требований.

Заключение

Данный подход позволяет рассчитать в более ранние сроки, примерную стоимость изготовления изделия и организации производства при НИОКР в машиностроении на основе минимального количества данных проектируемого изделия и далее управлять стоимостью дальнейшего процесса разработки инновационной продукции с учетом изменений, оперативно реформировать структуру и мощности производства и коопераций.

Сокращение времени разработки изделий и быстрое реагирование производства при уменьшении стоимости и без ухудшения качества изделий делает предприятие более конкурентоспособным. Данный подход позволит прогнозировать необходимые ресурсы и изменения в производстве. Заблаговременная информация о предполагаемом проектируемом изделии позволит своевременно и эффективно организовать производство. Применяя данный подход принимаемое решение о способе производства составных частей высокотехнологичного изделия с высокой вероятностью будет эффективным и существенно уменьшит затраты на всех этапах жизненного цикла изделия.

Литература

1. Николенко В.Ю. Базовый курс системной инженерии: учебное пособие. 2-е-е изд., изд.– Москва, 2018.– 330 с.
2. Чудаева А.А. Цифровая трансформация производственных предприятий в РФ // Проблемы совершенствования организации производства и управления промышленными предприятиями Межвузовский сборник научных трудов.– 2021.– № 1.– С. 247–253.
3. Никируй А.Э. Оптимизация производственных процессов и синтез организационно-технических решений прецизионного машиностроения // Современные наукоемкие технологии.– 2022.– Т. 2.– С. 100–104.
4. Кузьмина Н.А. Применение современных информационных технологий при проектировании и создании космических систем и комплексов // Решетневские чтения.– 2016.– Т. 1, № 20.– С. 37–39.
5. Амелин С.В., Щетинина И.В. Организация производства в условиях цифровой экономики // Организатор производства.– 2018.– Т. 26, № 4.– С. 7–18.

УДК 332.145; JEL: O32

Метод отбора инвестиционных проектов

Павленков И.М.

к.э.н., директор Дзержинского филиала Российской Академии Народного хозяйства и Государственной Службы, ivandz83@mail.ru.

Аннотация. Существующие методы отбора инвестиционных проектов недостаточно учитывают социально-экономическую значимость проектов. В работе рассмотрен метод отбора инвестиционных проектов для муниципальных образований. Предложенный метод позволяет комплексно оценивать проекты, учитывая их направленность, источники финансирования и риски, что способствует повышению эффективности инвестиционных программ. Внедрение метода способствует решению социально-экономических проблем муниципального образования.

Ключевые слова: муниципальное образование, инвестиции, инвестиционный проект, инвестиционная программа, экспертная оценка, риск, критерии оценки.

Method of selection of investment projects

Ivan Pavlenkov

PhD in Economics Sciences, Director Dzerzhinsky branch of the Russian Academy of National Economy and Public Administration.

Abstract. The existing methods of selection of investment projects do not sufficiently consider the socio-economic significance of projects. The paper discusses a method of selection of investment projects for municipalities. The proposed method allows for a comprehensive assessment of projects, considering their focus, sources of financing, and risks, which contributes to improving the efficiency of investment programs. The implementation of this method helps to solve the socio-economic problems of municipalities.

Keywords: municipal education, investment, investment project, investment program, expert assessment, risk, assessment criteria.

Введение

Для социально-экономического развития города местные органы власти разрабатывают планы, а важным условием для развития различных сфер городского хозяйства являются инвестиции [1,2,3].

На основе анализ научных и практических исследований можно сделать вывод, что применяемые методы отбора инвестиционных проектов на основе

финансовых и технических показателей часто не характеризуют важность инвестиционных проектов для развития. Важно, чтобы инвестиционные проекты учитывали социальные процессы, экономическое развитие и экологические особенности территории, а также особенности функционирования различных сфер деятельности муниципального образования.

Показано, что при оценке любого проекта необходимо учитывать множество факторов и их значимость, а также находить компромисс интересов участников процесса, используя современные методы и инструменты [4].

Многокритериальный метод отбор проектов

Разработан метод, который обеспечивает многокритериальный отбор проектов: экспертная оценка, оценка риска, классификация проектов на проекты, имеющие важное социальное значение, которые обеспечены из государственных источников финансами и коммерческие. Схема метода отбора инвестиционных проектов приведена на Рисунке 1.

Разработанный метод обеспечивает многостороннюю экспертизу при отборе инвестиционных проектов, учитывает, как количественные показатели, так и качественные их характеристики, что значительно повышает объективность инвестиционной программы и повышает ответственность заинтересованных участников процесса.

Таким образом, разработан многокритериальный метод отбора инвестиционных проектов для муниципальных образований, интегрирующий экспертную (согласованную) оценку, оценку рисков и классификацию проектов на социально значимые, бюджетные и коммерческие.

Существующие методы отбора инвестиционных проектов недостаточно учитывают социально-экономическую значимость проектов для муниципального образования и разнообразие требований заинтересованных сторон.

Заключение

Предложенный метод позволяет комплексно оценивать проекты, учитывая их направленность, источники финансирования и риски, что способствует повышению эффективности инвестиционных программ.

Метод реализован при формировании инвестиционной программы муниципального образования.

Внедрение метода способствует достижению компромисса между участниками, повышает прозрачность и эффективность программы социально-экономического развития муниципального образования.

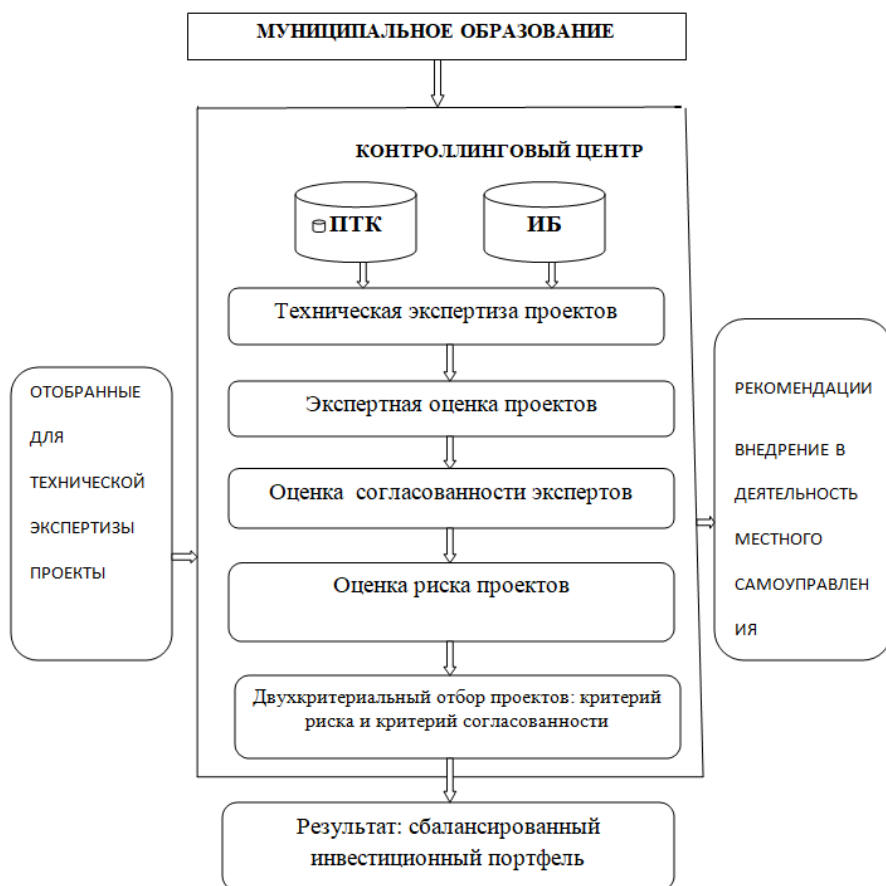


Рис. 1. Схема метода отбора инвестиционных проектов

Литература

1. Павленков И.М. Практические аспекты формирования инвестиционной программы муниципального образования // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2023. Т. 13. № 10-1. С.397-404.
2. Павленков М.Н., Павленков И.М., Павленкова И.Н. Контроллинг предприятия: теория, практика. М.: Знание - М, 2023. -428с.
3. Фролов В.Г., Павленков М.Н. Основные инструменты сбалансированной инновационно-инвестиционной промышленной политики в условиях цифровой трансформации // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. 2023. № 3 (71). С. 56-61.
4. Павленков М.Н., Павленков И.М., Павленкова И.Н. Контроллинг функциональных сфер предприятия: теория, моделирование, математические методы

Факторы неопределенности прогнозирования социально-экономического развития муниципальных образований

Павленков М.Н.¹, Павленкова И.Н.²

¹доктор экономических наук, профессор, Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Дзержинский филиал, kaf-fin-df@yandex.ru;

²кандидат эконом. наук, ст.преподаватель Дзержинского филиала Российской Академии Народного хозяйства и Государственной Службы, irenkadz@mail.ru.

***Аннотация.** В работе рассматриваются вопросы, затрагивающие прогнозирование социально-экономического развития на уровне муниципалитетов. Целью статьи является исследование факторов неопределенности, которые влияют на качество результатов прогнозирования, используя методы сравнения, а также анализа и синтеза. В рамках исследования определены макроэкономические детерминанты, создающие среду неопределенности для муниципальных образований. Разработана система классификации рисков. Представленная классификация рисков позволяет оптимизировать процессы риск-менеджмента и обогащает методический инструментарий прогнозирования.*

***Ключевые слова:** управление, цели, неопределенность, прогнозирование, планирование, муниципальное образование, риски.*

Factors of uncertainty in forecasting socio-economic development of municipalities

Mikhail Pavlenkov¹, Irina Pavlenkova²

¹Doctor of Economics, Professor, Nizhny Novgorod State University n.a. N.I. Lobachevsky, Dzerzhinsky branch

²Candidate of Economics, Assistant Professor, Dzerzhinsky branch of the Russian Academy of National Economy and Public Administration

***Abstract.** The paper discusses issues related to forecasting socio-economic development at the municipal level. The purpose of the article is to study the factors of uncertainty that affect the quality of forecasting results using methods of comparison, analysis, and synthesis. The study identifies macroeconomic determinants that create an environment of uncertainty for municipalities. A risk classification system is developed. The presented risk classification allows for the optimization of risk management processes and enhances the methodological toolkit for forecasting.*

***Keywords:** management, goals, uncertainty, forecasting, planning, municipal education, risks.*

Введение

Экономика России в настоящее время находится в состоянии трансформации, что сопровождается усилением неопределенности в управленческих процессах и влиянием санкционных мер. В данном контексте повышается роль стратегического планирования на национальном, региональном и муниципальном уровнях. Органы власти всех уровней должны решать задачи по стимулированию экономического роста [1,2]. Разработка прогнозов является важнейшей задачей стратегического развития муниципального образования.

Методология и процесс прогнозирования

Прогнозирование является основой для формирования целей развития муниципалитетов, принимая во внимание их конкурентные преимущества и территориальную специфику. Кроме того, эти модели лежат в основе разработки специализированных программ и проектов.

Процесс прогнозирования развития муниципального образования как элемента региона включает три основных стадии:

Аналитическая стадия: оценка внутреннего состояния территории, определение ключевых структурных взаимосвязей и идентификация экономического ядра муниципалитета.

Концептуальная стадия: разработка концепции развития, которая согласуется со стратегическими ориентирами социально-экономического развития региона и государства.

Прогнозная стадия: расчет показателей развития в целом и по отдельным сферам деятельности. С помощью сценарного моделирования разрабатываются варианты развития муниципального образования, а также взаимодействие с регионом и спрогнозировать ключевые показатели с учетом широкого спектра влияющих переменных [3,4].

Факторы неопределенности и риска

Неопределенность представляет собой системное качество, обусловленное как внешними макроэкономическими условиями (обменный курс, цены на энергоресурсы), так и внутренними характеристиками системы муниципального управления. Полное устранение неопределенности невозможно, что делает приоритетным переход к управлению рисками [5,6].

Неопределенность – неотъемлемый атрибут управления экономическими системами. К числу ключевых факторов на национальном уровне, повышающих неопределенность для муниципалитетов, относятся:

- многоукладность экономики (разнообразие форм собственности);
- изменчивость валютных курсов;
- колебания цен на энергоносители;
- неравномерность распределения доходов;
- административные барьеры и коррупционные риски.

Ситуация осложняется тем, что степень неопределенности повышается по мере удлинения горизонта прогнозирования.

Предложенная в исследовании многокритериальная система

классификации рисков (по источнику, воздействию, времени, значимости) дает возможность упорядочить потенциальные угрозы и повысить результативность работы с ними за счет применения специализированных инструментов для каждой категории рисков.

Риски в прогнозной деятельности можно категоризировать по следующим признакам:

По источнику: внешние (не зависящие от муниципалитета) и внутренние (связанные с системой управления);

По воздействию: прогрессивные (способствующие улучшению управления) и регрессивные (сдерживающие развитие);

По времени: временные и постоянные;

По значимости: первичные (высокая вероятность потерь), второстепенные (требующие наблюдения) и незначительные.

К числу основных видов рисков относятся: изменчивость нормативно-правовой базы, несогласованность действий между различными уровнями управления, ограниченность ресурсов, ненадежность информационной базы, дефицит квалифицированных специалистов и методических материалов, а также форс-мажорные обстоятельства.

Заключение

Качество управленческих решений во многом определяется интеграцией процессов прогнозирования и стратегического планирования. Поэтапная реализация плановых мероприятий способствует снижению влияния факторов неопределенности и минимизации рисков.

Несмотря на прогресс в развитии прогнозной методологии на федеральном уровне, на муниципальном уровне наблюдается отставание во внедрении современных методов и технологий прогнозирования, что свидетельствует о необходимости развития местных компетенций и методической поддержки.

Таким образом, улучшение системы прогнозирования развития муниципальных образований требует комплексного учета факторов неопределенности, внедрения всестороннего риск-менеджмента и развития методологической основы. Это позволит обосновать управленческие решения и повысить устойчивость социально-экономического развития территорий.

Литература

1. Южаков В.Н. Государственное управление по результатам. Модель для России // Вопросы государственного и муниципального управления. –2016. — №2. — С. 165–174.
2. Павленков М.Н., Парамонов А.В., Павленков И.М. Анализ показателей долгосрочного регионального прогнозирования//Экономика строительства. 2023. №10. с.89-93.
3. Белолипец И.И., Горбатков С.А., Романов А.Н., Фархиева С.А. Моделирование управленческих решений в сфере экономики в условиях неопределенности / Под ред. А. Н. Романова. - М.: Инфра-М, 2015. — 299 с.
4. Павленков М.Н., Парамонов А.В., Павленков И.М. Анализ показателей среднесрочного регионального прогнозирования//Инновации и инвестиции. 2023. № 10. с. 554-557.
5. Капустин В.Ф. Неопределенность: виды, интерпретации, учет при моделировании и принятии решений // Вестник СПбГУ. 2013. Вып. 2. С. 108–114.
6. Качалов Р.М. Управление экономическими рисками: Теоретические основы и приложения. М.; СПб.: Нестор-История, 2012. – 420 с.

УДК 658.567.1, JEL Classification: L23

Принципы организации промышленного производства с использованием вторичных материалов

Панова Е.А.

к.э.н., доцент кафедры финансов и кредита Государственного университета управления, финансовый директор ООО «Мульти-Пласт 2000», k79@yandex.ru.

Аннотация. Организация производства с использованием вторичных материалов является одной из базовых моделей зеленой экономики, помогающей промышленным предприятиям снизить производственные затраты и уровень воздействия на окружающую среду. В статье рассмотрены направления организации производства, ориентированного на ресурсосбережение, источники поступления вторичных материалов, расходы, связанные с использованием продуктов вторичной переработки.
Ключевые слова: промышленные предприятия, вторичная переработка, организация промышленного производства, зеленая экономика, ресурсосбережение.

Principles of industrial production organization using recycled materials

Ekaterina Panova

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Finance and Credit, Financial Director of «Multi-Plast 2000» LLC, Moscow.

Abstract. The organization of production using recycled materials is one of the basic models of a green economy that helps industrial enterprises reduce production costs and environmental impact. The article discusses the directions of the organization of production, focused on resource conservation, the sources of secondary materials, the costs associated with the use of recycled products.
Keywords: industrial enterprises, recycling, organization of industrial production, green economy, resource saving.

Введение

Многие промышленные предприятия сталкиваются с экономическими и экологическими проблемами, которые могут быть решены на основе использования зеленых технологий. В широком понимании зеленые технологии обозначают непрерывное совершенствование продуктов, производственных систем или оборудования, направленное на сокращение использования

природных ресурсов и их обременения для природной среды, включая ограничение и уменьшение негативного воздействия на нее человеческой деятельности [8].

Использование зеленых технологий важно в современных условиях, когда все больше расширяется сегмент клиентов, ориентированных на бережное отношение к природе, и на передний план выходит «экологическая конкурентоспособность» [5, 6]. С экономической точки зрения использование зеленых технологий помогает промышленным предприятиям избежать дефицита ресурсов и уменьшить зависимость от их поставщиков. Наиболее доступным инструментом ресурсосбережения, лежащим в основе зеленой экономики, является использование вторичных материалов.

Подходы к организации ресурсосберегающего производства

Затраты на сырье и материалы составляют существенную долю в совокупном объеме затрат промышленных предприятий, поэтому тем из них, кто не использует в своей деятельности вторичное сырье при наличии такой возможности, стоит задуматься о сырьевом переходе. Он обеспечивает сокращение отходов и максимальную отдачу от ресурсов за счет их повторного использования, рециркуляции и продления жизненного цикла изделий. Сырьевой переход подразумевает системное преобразование промышленных процессов, внедрение новых технологий и изменение потребительского поведения [2]. Он направлен на снижение потребности в первичных ресурсах за счет расширения использования вторичного сырья и возобновляемых материалов.

Роль использования вторичных материалов в деятельности промышленных предприятий чрезвычайно важна, так как оно способствует устойчивому развитию, повышению конкурентоспособности и формированию экологической культуры [1]. Промышленным предприятиям необходимо ориентироваться на сбалансированное использование материалов, которое будет учитывать не только их качественные и количественные характеристики, но и экологичность выпускаемой продукции. Подходы к организации производства, ориентированного на сбережение ресурсов, представлены в Таблице 1.

Таблица 1. Подходы к организации производства, ориентированного на ресурсосбережение

Направление организации производства	Результат
Сбережение ресурсов за счет вторичной переработки	Превращение отходов в материал, обладающий свойствами, эквивалентными свойствам первичного материала
	Превращение отходов в материал, обладающий улучшенными свойствами по сравнению с первичным материалом
	Переработка с ухудшением свойств материала по сравнению с первичным, но с сохранением высокого качества и возможностью дальнейшего использования

Направление организации производства	Результат
Сбережение ресурсов на основе повышения эффективности производства	Оптимизация сочетания количества первичных и вторичных материалов с сохранением высокого качества выпускаемой продукции
	Использование технологий, позволяющих уменьшить количество сырья и материалов на единицу продукции
	Выпуск изделий, требующих меньших затрат ресурсов в процессе потребления

Источник: составлено автором по материалам исследования

Факторы, влияющие на организацию производства с использованием вторичных материалов

Существуют различные пути поступления вторичных материалов на промышленные предприятия. Вторичные материалы могут поступать с собственных или других объектов, в том числе производственных, возвращаться конечными покупателями самостоятельно, забираться у них. В качестве вторичных материалов также используются изделия с производственными дефектами или являющиеся побочными продуктами производства.

Организация использования вторичных материалов может быть осуществлена по четырем направлениям:

- переработка отходов собственного производства;
- сбор перерабатываемых отходов от потребителей;
- приобретение перерабатываемых отходов розничных и производственных предприятий через посредников;
- получение перерабатываемых отходов посредством промышленного симбиоза.

Для эффективной организации получения вторичного сырья, компонентов и материалов, а также обеспечения их постоянного притока, необходимо создание системы возврата бывшей в употреблении продукции и ее частей, а также налаживание сотрудничества с предприятиями розничной торговли, транспортными компаниями и пунктами сбора вторсырья.

В случае с отходами собственного производства переработка бракованной продукции с целью дальнейшего использования является переделкой. Важным аргументом в пользу использования собственных отходов является то, что предприятию в любом случае потребуется их утилизация. Фактически переделка является способом предотвращения образования отходов, которое имеет приоритетное значение с экологической точки зрения [7]. Финансовый стимул использования собственного вторичного сырья заключается в одновременной экономии от снижения материальных расходов и сокращения затрат на утилизацию. В переделке можно выделить два основных элемента производства, ориентированного на экономию сырья и комплектующих: восстановление – извлечение элемента, компонента или детали для дальнейшей отправки в производство и непосредственно вторичную переработку материалов.

Предприятия, использующие вторичные материалы, могут

самостоятельно заниматься их переработкой только при наличии производственных возможностей, в противном случае им придется приобретать уже обработанные и готовые к использованию вторичные материалы. Следует понимать, что использование в производстве вторичных материалов и компонентов влечет за собой расходы, связанные с организацией пунктов их сбора и центров возврата, доставкой их до производства, а также оплатой труда требующихся для этого сотрудников. На объемы сбора вторичных материалов влияет уровень осведомленности потребителей о его возможности. Поэтому организация сбора обычно сопровождается информированием потребителей о положительном эффекте вторичной переработки – только так их можно побудить к сбору.

Вторичное сырье – такое как стекло, металл, бумага, картон, пластик, бывшие в употреблении, часто требует сортировки, что тоже связано с дополнительными затратами. При этом предприятию придется осуществлять координацию производственных, восстановительных и перерабатывающих операций с целью предотвращения нехватки производственных мощностей и создания избыточных запасов.

В этом плане эффективной является стратегия промышленного симбиоза, превращающая отходы и побочные продукты одного производства в сырье для другого производства, чаще всего расположенного неподалеку. Модель промышленного симбиоза позволяет гармонично выстраивать отношения между предприятиями, которые могут быть полезны друг другу, за счет синхронизации потребностей и возможностей друг друга [4]. В России развитие промышленного симбиоза тормозится тем, что органы государственной власти и местного самоуправления не проявляют большой заинтересованности в его стимулировании в то время, как в Европе подобные объединения имеют поддержку на межстрановом, национальном и региональном уровнях [3].

При принятии решения об использовании вторичных материалов у промышленного предприятия должно быть четкое понимание его условий и последствий. Организация вторичной переработки предполагает наличие у предприятия технических возможностей, для реализации которых могут потребоваться дополнительные производственные помещения и мощности. До начала использования вторичных материалов промышленному предприятию следует оценить следующие параметры своей производственной системы:

- виды материалов, которые могут быть использованы повторно;
- влияние использования вторичных материалов на качественные характеристики выпускаемых изделий;
- пути сбора вторичных материалов и количество задействованных в нем лиц;
- влияние использования вторичных материалов на затраты предприятия;
- воздействие использования вторичных материалов на цену конечной продукции.

Выводы

Несмотря на непростую организацию, бизнес-модель, основанная на использовании продуктов вторичной переработки, способствует предотвращению потери ценных материалов, минимизации образования отходов и различных вредных выбросов. Использование вторичных материалов не только снижает воздействие промышленного предприятия на окружающую среду, но и выгодно с экономической точки зрения за счет сокращения затрат. Благодаря вторичной переработке замыкается цикл между производственными процессами и дальнейшим использованием продуктов производства, что приводит к эффективному кругообороту ресурсов.

Литература

1. Гречитаева М. В., Шамаева Е. Ф., Сайдумов М. С. Роль вторичных материалов из техногенного сырья в развитии концепции «человек - материал - среда обитания» // Международный научно-исследовательский журнал. 2025. № 9(159). DOI 10.60797/IRJ.2025.159.11.
2. Ильиных Г.В., Польшгалов С.В., Коротаев В.Н., Слюсарь Н.Н., Вайсман Я.И., Рябов В.Г. Сырьевой переход как основа экономики замкнутого цикла // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Химическая технология и биотехнология. 2025. № 3. С. 136-162. DOI 10.15593/2224-9400/2025.3.09.
3. Пастухов А. Л. Модернизация промышленных комплексов на основе создания промышленных симбиозов // Экономическая наука сегодня: сб. науч. ст. БНТУ. Минск. 2021. Вып. 13. С 85–92. DOI: 10.21122/ 2309-6667-2021-13-85-92.
4. Преображенский Б. Г., Толстых Т.О., Шмелева Н.В. Промышленный симбиоз как инструмент циркулярной экономики // Регион: системы, экономика, управление. 2020. № 4(51). С. 37-48. DOI 10.22394/1997-4469-2020-51-4-37-48.
5. Смирнова Г. А., Титова М. Н. Зеленые технологии - направление инновационной деятельности в легкой промышленности // Инновации. 2010. № 1(135). С. 58-63.
6. Islam M.T., Iyer-Raniga U., Trewick S. Recycling Perspectives of Circular Business Models: A Review. Recycling. 2022. No. 7, 79. DOI:10.3390/recycling7050079.
7. Mesjasz-Lech, A. Trends of Industrial Waste Generation in Manufacturing Enterprises in the Context of Waste Prevention—Shift-Share Analysis for European Union Countries. Sustainability. 2025. No. 17, 34. DOI:10.3390/su17010034.
8. Qamar M.Z., Noor M., Ali W., Qamar M.O. Green Technology and its Implications Worldwide. The Inquisitive Meridian. 2020. Vol.3. Issue 1.

УДК 123, JEL Classification: A10, B40

Совершенствование оперативного управления производственным блоком в секторе электроники

Петухов И.Д.¹, Постникова Е.С.²

¹студент магистратуры. кафедры «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана, ivan-petuhov-2002@mail.ru.

²к.т.н., доцент кафедры «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана, postnikova.el@yandex.ru.

Аннотация. В данной статье рассматриваются решения проблем оперативного управления производством в секторе электроники. Сделан обзор инструментов, которые позволяют повысить эффективность оперативного управления. Представлена система ключевых показателей эффективности для планово-диспетчерского отдела.

Ключевые слова: оперативное управление, планирование, планово-диспетчерский отдел, ключевые показатели эффективности, производство, организационные решения.

Improving operational management of the electronics sector

Petukhov Ivan¹, Postnikova Elena²

¹Master's student, Department of Economics and Production Organization, Bauman Moscow State Technical University.

²Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Economics and Production Organization, Bauman Moscow State Technical University.

Abstract. This article discusses solutions to the problems of operational production management in the electronics sector. It provides an overview of tools that can be used to improve the efficiency of operational management. The article also presents a developed system of key performance indicators for the planning and dispatch department.

Keywords: operational management, planning, scheduling department, key performance indicators, production, organizational solutions.

Введение

Сектор электроники является одним из наиболее динамичных секторов современной мировой экономики, характеризуется стремительными темпами инноваций, глобализацией цепочек поставок и постоянно растущими требованиями потребителей к функциональности и качеству. Ключевым звеном, обеспечивающим конкурентоспособность предприятий в данной отрасли,

выступает производственный блок, отвечающий за непосредственное преобразование сырья и компонентов в готовую продукцию. Эффективность его функционирования напрямую зависит от качества оперативного управления. Система принятия решений и контроля их выполнения в реальном времени должна обеспечивать оптимальное использование ресурсов (оборудования, персонала, материалов, времени) для выполнения производственных планов [2]. Однако в современных условиях оперативное управление производственным блоком в секторе электроники сталкивается с комплексом проблем, обусловленных как спецификой самой отрасли, так и глобальными экономическими и технологическими трендами. К числу наиболее частых сложностей относятся:

1. Высокая изменчивость спроса и нестабильность мировых цепочек поставок, приводящие к необходимости быстрому изменению производственных планов и управления запасами.
2. Усложнение производственных процессов из-за изменения технологий и расширения продуктового портфеля.
3. Необходимость обеспечения гибкости производства для быстрой смены номенклатуры под требования конкретных заказчиков и сокращения жизненного цикла изделий.

Кроме того, актуальными остаются проблемы управления качеством на всех этапах сложного технологического цикла, минимизации производственных дефектов и брака, а также дефицит квалифицированных кадров, способных работать со сложным оборудованием и современными информационными системами. Недостаточная адаптация систем оперативного управления к этим современным реалиям приводит к снижению производственной эффективности, увеличению издержек, срывам сроков поставок и, в конечном итоге, к потере конкурентных позиций на рынке [3].

В этой связи анализ современных проблем оперативного управления производственным блоком в секторе электроники и поиск эффективных путей их решения, основанных на применении передовых методологий и цифровых инструментов, приобретают особую научную и практическую значимость для устойчивого развития отрасли [4].

В качестве одного из организационных механизмов повышения эффективности управления можно предложить создание планово-диспетчерского отдела для централизации функций планирования, выдачи производственных заданий, координации межцехового взаимодействия и оперативного контроля за ходом производственного процесса, закрепив их за планово-диспетчерским отделом, что позволит обеспечить необходимую синхронизацию работы всех звеньев производственного блока и, в результате, улучшить его способность адаптироваться к изменяющимся условиям.

Задачи, функции и структура планово-диспетчерского отдела

Планово-диспетчерский отдел (ПДО) представляет собой центральное звено в системе управления производством, обеспечивающее синхронизацию всех этапов производственного цикла – от планирования до реализации готовой продукции. Его функционал направлен на достижение ритмичности

производственных процессов, рациональное использование ресурсов и соблюдение выполнения плана.

Основной задачей отдела является обеспечение непрерывного и равномерного выпуска продукции за счет координации взаимодействия производственных участков, складов и логистических цепочек. Для выполнения данной задачи на предприятии разрабатываются различные планы, такие как календарные графики, сменно-суточные и другие задания, а также долгосрочные производственные планы. ПДО осуществляет распределение производственных мощностей с учетом текущих возможностей предприятия, минимизируя простои и оптимизируя загрузку оборудования [10].

Важным аспектом деятельности отдела выступает организация системы информационного обеспечения, которая интегрирует данные о потребностях участков, движении товарно-материальных ценностей (ТМЦ) и выполнении плановых показателей. Внедрение цифровых инструментов (ERP-систем, платформ для сбора данных) позволяет автоматизировать сбор и анализ информации, формировать отчетность, выявлять отклонения от планов и оперативно корректировать процессы. Например, сопоставление плановых и фактических данных помогает отследить «узкие места» – от задержек поставок до проблем в распределении ресурсов [6].

Контрольная функция ПДО включает мониторинг соблюдения выполнения планов, сроков отгрузки продукции и учета ТМЦ в производственных программах, что способствует своевременной реакции на изменения внешних и внутренних факторов (колебания спроса, сбои в цепочках поставок и т.д.).

Структурно ПДО взаимодействует со многими подразделениями, формируя единый контур управления. Это обеспечивает согласованность действий на всех уровнях: от оперативного планирования (еженедельные и посменные графики) до стратегического анализа.

Рассмотрим все задачи и связанные с ними функции (Табл. 1).

Таблица 1. Задачи и функции планово-диспетчерского отдела

Задачи отдела	Функции отдела
Обеспечение ритмичной работы производства и равномерного выпуска продукции	Оценка производственных мощностей и управление их загруженностью
	Профилактика перебоев в выпуске продукции
	Обеспечение потребности производства в ТМЦ
Рациональное использование производственных мощностей и ресурсов	Оценка трудоемкости производства продукции
	Контроль и составление списков дефицита ТМЦ на текущие заказы и оформление заявок на их приобретение
Обеспечение выполнения работ в соответствии с производственным планом, договорными обязательствами, календарными графиками и сменно-суточными заданиями	Оценка сроков производства продукции
	Приемка поступающей документации, необходимой для составления плана и дальнейшая её проверка на правильность и достоверность содержащейся в ней данных
	Контроль выполнения производством поставленных планов

Задачи отдела	Функции отдела
Поддержание системы планирования и её реализация	Формирование календарного, оперативного планов и сменно-суточных заданий по производству продукции
Предоставление справок, сведений и отчётов, анализ отклонений от планов	Анализ отклонений от плана
	Месячные, квартальные и годовые отчеты по выработке
	Отчеты по объему брака
Контроль узких мест, которые были выявлены при планировании или анализе в ходе реализации производственного плана	Анализ узких мест в производственной системе и поиск решений по их устранению
Контроль и отслеживание передвижения ТМЦ на предприятии и их учет в производственных программах	Учет и контроль движения ТМЦ на производстве, производственных остатков и остатков в ERP-системах учета
	Оформление заявок Основному складу на выдачу/приемку ТМЦ
	Участие в инвентаризации

Для реализации задач ПДО предлагается разделить на три специализированные группы:

- аналитическая группа, которая занимается созданием различных аналитических отчетов, выявлением узких мест, оценкой загрузки производственных участков и доработкой информационной системы;
- группа планирования, которая занимается вопросами календарного планирования, оценкой потребности комплектующими и их закупкой;
- группа оперативного контроля производства, которая занимается оперативным планированием, распределением сменных планов по участкам и контролем за учетом ТМЦ.

Инструменты оперативного управления производственным блоком

В данном разделе рассмотрены ключевые инструменты современных производственных предприятий в секторе электроники, применение которых позволяет существенно повысить эффективность планирования, координации, контроля и оптимизации производственных процессов.

Анализ этих инструментов позволит сформировать представление о доступных путях совершенствования оперативного управления.

Одним из основных инструментов является годовое и оперативно-календарное планирование (ГиОКП).

В него входят:

1. Прогноз продаж.
2. Годовой календарный план – годовой план, в котором отображается целостная картина планов выпуска устройств по каждому проекту, разделенная по понедельно по каждому месяцу, предназначен для планирования общей нагрузки на производство [9].
3. Оперативный план – понедельные планы, разделенные на дневные задания по каждому этапу технологического пути определенной продукции, предназначенный для выдачи данных заданий

производству и получению актуальной оперативной информации о движении полуфабрикатов/продукции на производстве [7].

4. Расчет потребности в комплектующих, основанный на остатках готовой продукции, полуфабрикатов и комплектующих на складе.
5. Отслеживание сроков поставок.

В условиях изменчивого спроса система ГиОКП должна быстро и четко реагировать на технологические и номенклатурные сдвиги в производственной программе и быстро устранять возникающие отклонения в производственном процессе с тем, чтобы обеспечить для каждого производственного звена надлежащие условия выполнения плановых заданий [8].

Важной функцией ГиОКП является организация выполнения плановых заданий, т. е. диспетчеризация. Она представляет собой непрерывное наблюдение и контроль за ходом производства на основе получения оперативной информации о фактическом выполнении цеховых планов графиков, сменно-суточных заданий и обо всех отклонениях от плана [10].

Важное значения для оперативного планирования является система научной организации труда. Научная организация труда направлена на оптимизацию трудовых процессов, повышение производительности и создание безопасных условий работы. Научная организация труда включает [1]:

1. Стандартизацию операций – разработка детальных инструкций для каждого этапа сборки, пайки, тестирования. Например, регламент монтажа микросхем с указанием времени, температурных режимов и последовательности действий.
2. Улучшение рабочего пространства – проектирование зон сборки с учетом минимизации движений оператора, использования антистатических материалов и снижения физической нагрузки.
3. Обучение персонала – регулярное повышение квалификации и обучение стандартам качества (например, IPC-A-610 для электронного монтажа).
4. Нормирование операций – установление норм на операцию, что позволяет в дальнейшем рассчитать технологические и производственные циклы для увеличения точности планирования.

Инструментом оперативного планирования также служит моделирование бизнес-процессов, позволяющее на основе анализа провести реинжиниринг производственных и управленческих процессов и визуализировать результаты. Моделирование включает:

1. Картирование процессов — создание схем технологических цепочек (например, от закупки комплектующих до упаковки готовых устройств) с использованием нотаций BPMN или IDEF0.
2. Выявление узких мест – анализ задержек в цепочке поставок или неправильном распределении загрузки оборудования.
3. Оптимизацию потоков – перераспределение ресурсов между участками. Например, сокращение времени переналадки линии SMD-монтажа за счет параллельной подготовки компонентов.

В современных условиях цифровой трансформации промышленности достаточно широкое применение нашло имитационное моделирование. Этот метод позволяет создавать цифровые двойники производственных систем для

тестирования гипотез в виртуальной среде. В электронной промышленности его применение охватывает [5]:

1. Динамическое моделирование линий. Представляет собой имитацию работы конвейеров, рабочих мест и складских зон с учётом вероятностных событий — например, внезапных поломок оборудования или задержек в поставках комплектующих.
2. Оптимизация логистики. Заключается в расчёте наиболее эффективных маршрутов перемещения деталей и узлов между производственными цехами, что позволяет сократить время и издержки транспортировки.
3. Распределение загрузки оборудования. Направлено на рациональное распределение задач между станками и рабочими местами с целью минимизации простоев. В качестве примера можно привести программное обеспечение AnyLogic, которое помогает моделировать загрузку оборудования при параллельном выпуске разнотипной продукции.
4. Прогнозирование рисков. Предполагает оценку последствий возможных сбоев (например, выхода из строя ключевого оборудования) для выполнения производственного плана.

Внедрение указанных инструментов в работу планово-диспетчерского отдела способно существенно повысить эффективность оперативного управления производственным блоком.

Ключевые показатели эффективности оперативного управления производственным блоком

Для оценки эффективности оперативного управления производственным блоком планово-диспетчерским отделом предлагается система ключевых показателей эффективности, которая будет отражать различные аспекты: точность планирования и выполнения планов, оперативность управления, эффективность управления ресурсами, качество координации и коммуникации, представленная в таблице 2.

Таблица 2. Система ключевых показателей эффективности для планово-диспетчерского отдела

№	Ключевые показатели эффективности	Формула	Цель	Частота измерения
1	Выполнение производственного плана	$\frac{\text{Факт}}{\text{План}} \times 100\%$	100%	Раз в неделю
2	Отклонение от графика	$\frac{\text{Часов откл. в месяц}}{\text{Раб. часов в месяц}} \times 100\%$	<5%	Раз в месяц
3	Доля простоев	$\frac{\text{Время простоев}}{\text{Время работы}} \times 100\%$	<5%	Раз в месяц
4	Коэффициент использования оборудования	$\frac{\text{Факт. Время работы}}{\text{План. время работы}} \times 100\%$	>95%	Раз в месяц

№	Ключевые показатели эффективности	Формула	Цель	Частота измерения
5	Соблюдение лимитов использования материалов	$\frac{\text{Факт. Количество}}{\text{План. количество}} \times 100\%$	$\pm 5\%$ от планового значения	Раз в неделю
6	Загрузка рабочих мест	$\frac{\text{Факт. Время работы}}{\text{План. время работы}} \times 100\%$	90 – 100%	Ежедневно
7	Количество ошибок из-за неверных данных	Количество ошибок	0	Раз в месяц
8	Удовлетворенность смежных отделов	Среднее баллов от 1-10	>8	Ежеквартально

На основе логической корреляции между показателями можно выделить основные из них:

- Показатель 1 (Выполнение плана) и Показатель 2 (Отклонение от графика) напрямую связаны: срыв сроков ведет к невыполнению плана;
- Показатель 3 (Доля простоев) и Показатель 4 (Использование оборудования): простои снижают коэффициент использования;
- Показатель 6 (Загрузка рабочих мест) коррелирует Показателем 1 и Показателем 2, так как недоиспользование персонала влияет на выполнение плана.

Тогда скорректированная система ключевых показателей эффективности примет вид, представленный в таблице. 3.

Таблица 3. Система ключевых показатели эффективности для планово-диспетчерского отдела после корреляции

№	Ключевые показатели эффективности	Формула	Цель	Частота измерения
1	Общая эффективность производства	$\left(\frac{\text{Факт. Выпуск}}{\text{План. Выпуск}} \right) \times 100\%$	>100%	Раз в неделю
2	Соблюдение производственного цикла	$\left(\frac{\text{Факт. время цикла}}{\text{План. время цикла}} \right) \times 100\%$	90–105%	Раз в месяц
3	Эффективность использования ресурсов	$\left(\frac{\text{Факт. Затраты}}{\text{План. Затраты}} \right) \times 100\%$	95–105%	Раз в месяц

№	Ключевые показатели эффективности	Формула	Цель	Частота измерения
4	Удовлетворенность внутренних стейкхолдеров	Средний балл по опросу (1–10)	>8	Раз в квартал
5	Загруженность персонала	$\left(\frac{\text{Факт. время работы}}{\text{Плановое время}} \right) \times 100\%$	85–100%	Раз в неделю

Новая система ключевых показателей эффективности поможет не только вовремя отслеживать отклонения и возникающие проблемы в области оперативного управления производством, но и исключает взаимозависимые величины для более точной оценки эффективности оперативного управления производственным блоком.

Заключение

В работе рассмотрено решение проблем оперативного управления производством в секторе электроники организационным методом. Представлены инструменты, которые позволяют повысить эффективность оперативного управления. Разработана система ключевых показателей эффективности для планово-диспетчерского отдела. В дальнейшем результаты данной работы будут использоваться на практике для совершенствования системы управления производством.

Литература

1. Фалько С.Г. Фредерик Уинслоу Тейлор - "Отец научного менеджмента" и "прародитель" современной бизнес-аналитики // Инновации в менеджменте, 2015. №3. С. 2–6.
2. Чаруйская М. А. Развитие систем планирования и управления производством на основании конкурентной и технологической стратегий компании // Управление экономическими системами: электронный научный журнал, 2016. №10. С. 69 – 74.
3. Организация и планирование машиностроительного производства (производственный менеджмент): учебник для вузов / Л.А. Некрасов, Е.С. Постникова, Ю.В. Скворцов, Т.В. Уханова; ред. Скворцов Ю. В. – 3-е изд., перераб. и доп. М.: Студент, 2019. 412 с.
4. Собенина О.В., Пак А.А. Разработка имитационной модели участка механической обработки // Современные материалы, техника и технологии, 2016. № 4. С. 164 – 167.
5. Сергеев А.И. Направление развития имитационного моделирования в разрезе компьютерной интеграции производства // Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции «Компьютерная интеграция производства и ИПИ технологии». Оренбург: ОГУ, 2015. С. 206 – 212.
6. Винокуров С.Г. Модели и методы оперативного менеджмента / С.Г. Винокуров. М.: Экономика, 2012. 207 с.
7. Шарковский З. О. Концепция системы оперативного управления производством // Международный научно-исследовательский журнал, 2013. С. 92–94.
8. Шиббаева Е. Ю. Реализация принципов планирования при разработке текущего годового плана предприятия // Transport business in Russia, 2010. С. 64–65.
9. Бухалков М.И. Планирование на предприятии. Учебник. – М.: Высшее образование, 2009. 411 с.
10. Софрыгин А.А., Скворцов П.П. Исследование проблем текущего состояния, планирования и прогнозирования сборочного производства военной техники на примере изделия "Т" в АО "НПП "Старт" им. А. И. Яскина // Вестник магистратуры, 2016. С. 17–22.

УДК 658.5+005.7+004.8, JEL Classification: M11, O33

От методологии к результатам: внедрение принципов Индустрии 5.0 на примере производства теплоотражательных комплектов ТОК-200

Погорелова Л.А.

к.э.н., доцент кафедры «Производственный и инновационный менеджмент», Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова, г. Новочеркасск, Россия, pogorelova_la@npi-tu.ru.

Аннотация. Статья предлагает информационно-энтропийную методику мониторинга и управления развитием производственной системы в логике Индустрии 5.0. Интегрируются три метрики — условная энтропия, интегральная сложность и тезаурус — с 3D-навигацией по «позитивному» октанту. Апробация на выпуске теплоотражательных комплектов ТОК-200 (10 кварталов) показала снижение неопределённости при росте сложности и тезауруса, выявление «узких мест» и улучшение результатов деятельности.

Ключевые слова: производственная система, Индустрия 5.0, мониторинг производственного процесса.

From methodology to results: implementation of Industry 5.0 principles using the example of the production of TOK-200 heat-reflecting kits

Liudmila Pogorelova

¹Candidate of Economics, Associate Professor of the Department of Production and Innovation Management, Platov South Russian State Polytechnic University (NPI), Novocherkassk, Russia.

Abstract. The article offers an information-entropy methodology for monitoring and managing the development of a production system in the logic of Industry 5.0. Three metrics are integrated — conditional entropy, integral complexity and thesaurus — with 3D navigation on the "positive" octant. Testing on the production of TOK-200 heat-reflecting kits (10 quarters) showed a reduction in uncertainty with increasing complexity and thesaurus, the identification of "bottlenecks" and improved performance.

Keywords: production system, Industry 5.0, production process monitoring.

Современные вызовы глобальной экономики и ускоренная цифровизация требуют пересмотра подходов к управлению производством, выходя за рамки классической автоматизации [1]. Индустрия 5.0 смещает фокус к

человекоцентричности, устойчивости и гармоничному взаимодействию человека и технологий, что задаёт новые требования к операционному управлению. В этой парадигме ключевую роль играют киберфизические производственные системы и связанные с ними архитектуры «умного» производства [2]. Традиционные методы управления утрачивают эффективность, поскольку не учитывают когнитивные и информационные ресурсы как источники конкурентных преимуществ. Необходима методология комплексной оценки производственной системы с включением интеллектуального потенциала — способностей к созданию, обработке, интерпретации и передаче знаний [3]. Такой подход должен интегрировать метрики адаптивности и персонализации, характерные для производств, ориентированных на человека [4]. Конвергенция цифровизации и устойчивого развития в логике Индустрии 5.0 формирует основу для новых моделей управления и стратегий трансформации предприятий [5].

Цель исследования: сформировать и апробировать информационно-энтропийную методику мониторинга и управления траекторией развития производственной системы в логике Индустрии 5.0 на примере выпуска теплоотражательных комплектов ТОК-200, с интеграцией показателей «условная энтропия — сложность — тезаурус» и навигацией к целевому «позитивному» октанту.

Задачи исследования:

1. Теоретико-методологическая проработка. Обобщить подходы Индустрии 5.0 и информационного/энтропийного анализа и сформулировать состав метрик для ПС: условная энтропия, интегральная сложность (структурная и функциональная), тезаурус;
2. Инструментарий мониторинга «узких мест». Описать процедуру сбора данных по операциям, расчёта поквартальных/пооперационных энтропий, локализации зон неупорядоченности и связки с корректирующими воздействиями;
3. Апробация на кейсе ТОК-200. Провести эмпирические расчёты за 10 кварталов, проанализировать динамику перехода ПС к целевому октанту (снижение неопределённости при росте сложности и тезауруса) и подтвердить рабочую гипотезу;
4. Оценка управленческих и финансовых эффектов. Сопоставить динамику метрик с результатами деятельности (выручка, чистые активы) и сформулировать практические рекомендации по закреплению достигнутой траектории и масштабированию методики.

Рабочая гипотеза исследования заключается в том, что применение показателей информационного подхода способствует формированию позитивной траектории развития производственной системы в соответствии с принципами Индустрии 5.0, а также улучшения динамики финансовых показателей. Переход производств на уровень Индустрии 5.0 необходим для создания высокоразвитых отечественных производств и сохранения технологического суверенитета страны. Перспективным направлением является развитие энтропийных методов [6, 7, 8, 9], позволяющих выявлять узкие места, оценивать упорядоченность, сложность и тезаурусный потенциал систем для повышения их адаптивности и готовности к цифровой трансформации.

Ефремова Е.Н. в своей работе предлагает метод оценки уровня энтропии производственной системы на основе тернарной модели; затрагивает связь «энтропия ↔ структурная сложность» [10].

Грачев С.А. прямо указывает на использование шенноновской энтропии для анализа сложности производственных систем [11].

Безденежных С.И. вводит энтропийную меру оценки сложности и потенциала развития технологических систем (релевантно для производственных систем) [12].

Основываясь на выше указанных работах, можно отметить, что уровень развития производственной системы оценивается по показателям сложности и условной энтропии. Позитивная траектория развития достигается посредством снижения неопределенности (условной энтропии) и повышения сложности.

Производственная система в рамках Индустрии 5.0 должна приобретать свойства гибкости, адаптивности к изменениям, человекоориентированности, цифровизированности и экологичности [13]. Таким образом, при оценке текущего уровня развития в дополнение к существующим показателям целесообразно ввести показатели, которые позволят объективно оценить все свойства производственной системы на соответствие концепции Индустрии 5.0.

Для объективной оценки качественных характеристик производственной системы Индустрии 5.0 предлагается помимо условной энтропии и сложности включить в систему мониторинга показатель тезауруса производственной системы, который позволит количественно оценивать интеллектуальную составляющую. В работах [14, 15] тезаурус рассматривается как измеряемая часть интеллектуального потенциала организации.

В таблице 1 представлена взаимосвязь характеристик ПС уровня Индустрии 5.0 с каждым показателем мониторинга в рамках информационного подхода.

Таблица 1. Связь характеристик Индустрии 5.0 с информационными параметрами

Характеристики Индустрии 5.0	Условная энтропия	Сложность системы	Тезаурус
Ориентация на человека (коботы, персонализация)	Снижение неопределённости за счёт когнитивных решений	Рост структурной сложности: человек + робот	Расширение базы знаний за счёт опыта и компетенций работников
Цифровая интеграция и ИИ (цифровые двойники, IoT)	Снижение энтропии через предиктивные модели и аналитику	Увеличение взаимосвязанности цифровых подсистем	Увеличение тезауруса за счёт цифровых данных и алгоритмов
Устойчивое производство (зелёные технологии)	Уменьшение неопределённости за счёт учёта экофакторов	Усложнение структуры: интеграция экологии и ресурсов	Тезаурус расширяется знаниями об энергоэффективности и экологии

Характеристики Индустрии 5.0	Условная энтропия	Сложность системы	Тезаурус
Гибкость и адаптивность (модульность, масштабируемо сть)	Снижение энтропии при возмущениях внешней среды	Умеренный рост сложности при динамической настройке	Тезаурус пополняется стратегиями адаптации и оптимизации

В предыдущих работах автора настоящего исследования предложены методические рекомендации в части определения условной энтропии по показателям мониторинга работы поточной линии сборки [16], оценка интегральной сложности производственной системы на основе ее структурной и функциональной составляющих [17].

В задачах анализа информации в производственных системах Индустрии 5.0 важно оценивать интеллектуальный потенциал как сочетание человеческого и искусственного интеллекта (ИИ). ИИ обрабатывает большие массивы данных и формирует рекомендации, а человек — в роли расширенного оператора — принимает ответственные решения для повышения эффективности [18].

Интеллект индивида зависит от объема и структуры его тезауруса: чем богаче семантическая сеть, тем выше способности к распознаванию и обобщению [19]. Поэтому в работе рассчитывается именно тезаурус. Для производственной системы вводим показатели: Synergy Index (SKI) — мера согласованности знаний; Coverage_pers — доля охвата отраслевой онтологии лексикой персонала; Coverage_AI — доля охвата эталонной онтологии терминологией, закодированной в ИИ [20].

Все данные показателям энтропии, сложности и тезауруса в рамках информационного подхода нормируются таким образом, чтобы динамика изменения была от 0 до 100%. Далее формируется трехмерная визуализация.

Данная методика была успешно апробирована на примере производства теплоотражательных комплектов ТОК-200. Накопление информации о параметрах работы производственной системы происходило на протяжении 10 кварталов (2023 – первое полугодие 2025 г.). При этом, длительность смены в расчетах принята 450 мин., план выпуска – 10 комплектов в смену; такт – 45 минут на комплект. В результате по анализируемым периодам были получены следующие значения показателей мониторинга (см. табл 2.).

Таблица 2. Расчетные результаты информационных параметров 2024–2025 гг.

№ Кв.	Энтропия ПС (z)	Сложность ПС (x)	Тезаурус ПС (y)	Примечание
1	71	36	39	Энтропия=71 (высокая); Сложность=35 (низкая); Тезаурус=39.0 (низкий); Октант 5
2	92	38	45	Энтропия=92 (высокая); Сложность=36.9 (низкая); Тезаурус=44.5 (низкий); Октант 5
3	→100	55	49	Энтропия→100.0 (высокая); Сложность=53.6 (высокая); Тезаурус=49.0 (низкий); Октант 6

№ Кв.	Энтропия ПС (z)	Сложность ПС (x)	Тезаурус ПС (y)	Примечание
4	45	56	54	Энтропия=45 (низкая); Сложность=55.2 (высокая); Тезаурус=54.0 (высокий); Октант 3
5	51	60	59	Энтропия=51 (средняя); Сложность=58.3 (высокая); Тезаурус=59.0 (высокий); Октант 3
6	46	76	60	Энтропия=46 (низкая); Сложность=74 (высокая); Тезаурус=65.0 (высокий); Октант 3.
7	44	81	71	Энтропия=44 (низкая); Сложность=79.2 (высокая); Тезаурус=60.0 (высокий); Октант 3.
8	32	85	78	Энтропия=32 (низкая); Сложность=82.7 (высокая); Тезаурус=78.0 (высокий); Октант 3.
9	21	→100	86	Энтропия=21 (низкая); Сложность=97.9 (высокая); Тезаурус=86.0 (высокий); Октант 3.
10	→0	94	91	Энтропия=→0.0 (низкая); Сложность=→100.0 (высокая); Тезаурус=91.0 (высокий); Октант 3.

Таким образом, на основании данных условной энтропии, сложности и тезауруса возможно пространственное определение уровня развития производственной системы в каждый момент времени (параметры энтропия (z), сложность (x), тезаурус (y)).

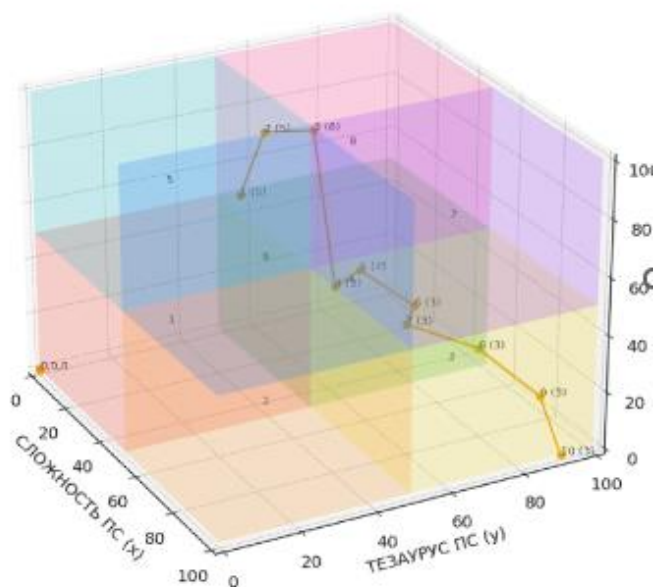


Рис. 1. Визуализация траектории развития производственной системы

На протяжении всего периода мониторинга наблюдается позитивное развитие производственной системы, а также устойчивое нахождение во второй половине периода мониторинга в позитивном 3 октанте.

Принятие решений по координации работы производственной системы проводилось на основании показателя условной энтропии: определялся участок производственного процесса, где в анализируемом периоде наблюдалась неупорядоченность процессов (высокая энтропия). Далее проводится более детальный анализ производственных процессов на данном участке, выявлялись ключевые проблемы и разрабатывалась система корректирующих воздействий. В частности, в таблице 3 представлен расчет показателя условная энтропия в 1 квартале, где в качестве проблемных участков выделен 1 этап (входной контроль) и 2 этап (настил и раскрой).

Таблица 3. Расчет показателя условная энтропия по операциям технологического процесса (1 квартал 2024 г.)

№ операции	Энтропия производ- ство (доля 0,25)	Энтропия мто+ логистика (доля 0,25)	Энтропия качество (доля 0,25)	Энтропия персонал+ох- рана труда (доля 0,25)	Энтропия ПС
Входной контроль материалов	1,70	0,03	0,08	0,09	0,48
Настил и раскрой всех деталей	0,51	0,01	0,08	0,05	0,16
Подготовка деталей	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01
Сборка куртки	0,01	0,00	0,08	0,03	0,03
Сборка брюк	0,06	0,00	0,08	0,01	0,04
Капюшон+визор	0,05	0,00	0,08	0,03	0,04
Рукавицы (3-палые) и бахилы	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Фурнитура и регулировки	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Влажно-тепловая обработка (ВТО)/отделка	-0,01	0,00	0,08	0,03	0,02
Межоперационный ОТК (узлы)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Комплектация и маркировка	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

№ операции	Энтропия производ- ство (доля 0,25)	Энтропия мто+ логистика (доля 0,25)	Энтропия качество (доля 0,25)	Энтропия персонал+ох- рана труда (доля 0,25)	Энтропия ПС
Приёмо- сдаточные испытания	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Упаковка/ склад	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Итого по кварталу 1	2,31	0,04	0,47	0,30	0,78

На входном контроле основной причиной был запуск бракованного материала в производство, на этапе раскроя – точность. Таким образом, на следующем этапе были внедрены корректирующие мероприятия: установлены датчики входного контроля рулонов, которые сканируют на целостность слоя и наличие невидимых дефектов; введена стандартизация кодов дефектов, что позволяет улучшить понимание ошибки как персоналом, так и системой в целом.

Таким образом, анализируя положение производственной системы в каждый период, возможно формирование позитивной траектории развития, которая позволит достичь соответствия требованиям концепции Индустрии 5.0.

При этом, в период мониторинга и формирования позитивной траектории производственной системы наблюдается улучшение финансовых показателей в части роста чистых активов с 11,9 млн. руб. (2023 г.) до 12,2 млн. руб. (2024 г.) и в 2025 г до 14 млн. руб.; выручки 2023 г. - 45,6 млн. руб., в 2024 г. – 59,3 млн. руб.

Таким образом, можно выделить основные ключевые преимущества информационного подхода, которые демонстрируют его актуальность в рамках становления производственных систем нового поколения Индустрии 5.0:

- Раннее обнаружение «узких мест» за счёт чувствительности показателя энтропии к росту беспорядка;
- Минимизация субъективности: вероятностные расчёты и онтология → сопоставимость и бенчмаркинг;
- Человекоцентричность: измеримость тезаурусного потенциала;
- Управление траекторией, а не симптомами: целевой октант, правила навигации;
- Интеграция инструментов бережливого производства как «датчиков» внутри информационного подхода;
- Масштабируемость - данный подход универсален, возможен перенос на отраслевой и региональный уровни;
- Связь с целями Индустрии 5.0 и технологического суверенитета.

Литература

1. Кондакова, Ю. А. Влияние Индустрии 4.0 на функционирование и развитие бизнеса / Ю. А. Кондакова, В. Г. Грачев // ЭГО: Экономика. Государство. Общество. – 2022. – № 1(46). – EDN RUTMZC.

2. Травушкина, А. А. Обзор технологии умного производства / А. А. Травушкина // Студенческая научная весна: Всероссийская студенческая конференция: сборник тезисов докладов, Москва, 01–30 апреля 2021 года. – Москва: Издательский дом "Научная библиотека", 2021. – С. 91-92. – EDN OCZPWV.
3. Коломыц, О. Н. Интеллектуальный потенциал как фактор развития предприятия / О. Н. Коломыц, А. Е. Асанов, Ю. И. Мануйлова // Цифровая экономика: перспективы развития и совершенствования: сборник научных статей Международной научно-практической конференции, Курск, 23 октября 2020 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2020. – С. 116-119. – DOI 10.47581/2020/10.23.PS85/028. – EDN KVJHNW.
4. Шпак, П. С. Цифровизация промышленности: переход к Индустрии 5.0 / П. С. Шпак // Цифровое общество: образование, экономика, технологии: Материалы III Международной научно-практической конференции, Новокузнецк, 18–19 марта 2025 года. – Москва: ООО "Актуальность.РФ", 2025. – С. 216-220. – EDN LGLACB.
5. Кельчевская, Н. Р. Интеграция цифровых технологий в стратегию устойчивого развития промышленного предприятия / Н. Р. Кельчевская, Р. Н. Жапаров // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. – 2024. – Т. 18, № 3. – С. 79-90. – DOI 10.14529/em240306. – EDN OTOPPQ.
6. Королев, О. Л. Применение энтропии при моделировании процессов принятия решений в экономике / О. Л. Королев, М. Ю. Куссый, А. В. Сигал. – Симферополь: "ОДЖАКЪ", 2013. – 148 с. – ISBN 978-966-179-021-5. – EDN UWMZRD.
7. Лосев, В. С. Информационные аспекты устойчивого развития промышленного предприятия / В. С. Лосев, С. А. Гусев // Вестник Тихоокеанского государственного университета. – 2013. – № 2(29). – С. 185-194. – EDN QIOXMB.
8. Королев, О. Л. Применение энтропии при моделировании процессов принятия решений в экономике / О. Л. Королев, М. Ю. Куссый, А. В. Сигал. – Симферополь: "ОДЖАКЪ", 2013. – 148 с. – ISBN 978-966-179-021-5. – EDN UWMZRD.
9. Колбачев, Е. Б. Энтропийный подход к формированию непрерывных инновационных процессов в период становления экономики 4.0 / Е. Б. Колбачев, Л. А. Погорелова // Развитие методологии современной экономической науки, менеджмента и образования в условиях информационно-цифровых трендов: Материалы III Междисциплинарной Всероссийской научной конференции, Севастополь, 07–08 мая 2019 года. – Севастополь: Севастопольский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения "Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова", 2019. – С. 145-151. – EDN YFALCK.
10. Ефремова, Е. Н. Производственная энтропия в методологической, технологической и прагматической проекциях модели M3D / Е. Н. Ефремова // Вопросы инновационной экономики. – 2025. – Т. 15, № 2. – С. 557-572. – DOI 10.18334/vinec.15.2.122813. – EDN TRAGBP.
11. Грачев, С. А. Энтропийный подход к оценке уровня цифровизации в Российской Федерации / С. А. Грачев, М. Л. Быкова // Проблемы развития территории. – 2022. – Т. 26, № 3. – С. 42-55. – DOI 10.15838/ptd.2022.3.119.4. – EDN SKULZT.
12. Безденежных, С. И. Информационный подход к оценке сложности и потенциала развития технологии / С. И. Безденежных, С. Г. Брайткрайц // Вооружение и экономика. – 2018. – № 4(46). – С. 8-14. – EDN YSEDED.
13. Бабкин, А. В. Управление кросс-отраслевым потенциалом развития в условиях Индустрии 5.0: теория, инструментарий практические приложения / А. В. Бабкин, Е. В. Шкарупета, В. А. Плотников // Экономическое возрождение России. – 2022. – № 2(72). – С. 50-65. – DOI 10.37930/1990-9780-2022-2-72-50-65. – EDN VMARKI.
14. Журавлев, А. П. Актуальность применения тезаурусного подхода для моделирования лексико-семантической структуры терминополья / А. П. Журавлев // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Социальные, гуманитарные, медико-биологические науки. – 2021. – Т. 23, № 78. – С. 13-16. – DOI 10.37313/2413-9645-2021-23-78-13-16. – EDN QAWAAF.
15. Гусеница, Я. Н. Научно-методический подход к формализации адекватности информации / Я. Н. Гусеница, С. А. Шерстобитов // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. – 2019. – Т. 1, № 3(39). – С. 48-57. – EDN BTZJDA.

16. Погорелова, Л. А. Методика энтропийного управления сборочным производством / Л. А. Погорелова, П. В. Овчинников // Вестник Томского государственного университета. Экономика. – 2024. – № 68. – С. 235-253. – DOI 10.17223/19988648/68/12. – EDN IYIPSY.
17. Погорелова, Л. А. Формирование интегрального показателя оценки сложности производственной системы в рамках энтропийного управления / Л. А. Погорелова, М. А. Комиссарова // Инновации в менеджменте. – 2025. – № 1(43). – С. 44-50. – EDN VWJXBR.
18. Щеников, Я. А. Модели коллаборации человека и робота в радиоэлектронном приборостроении / Я. А. Щеников, Е. А. Смещук // Математические методы и модели в высокотехнологичном производстве: Тезисы докладов I Международного форума, Санкт-Петербург, 10–11 ноября 2021 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, 2021. – С. 278-280. – EDN WIOJOX.
19. Семантическая метрика терминологичности на основе онтологии предметной области / И. А. Андреев, В. А. Башаев, В. В. Клейн [и др.] // Автоматизация процессов управления. – 2014. – № 4(38). – С. 76-84. – EDN TDWQIB.
20. Орлова, С. А. AGROVOC: Многоязычный тезаурус сельскохозяйственной терминологии в новом формате представления / С. А. Орлова // Культура: теория и практика. – 2018. – № 1(22). – С. 5. – EDN YLKPWP.

Альтернативные механизмы финансирования инноваций в условиях кризиса рынка венчурных инвестиций.

Погребинская Е.А.¹, Рыбина Г.А.², Арнаут В.В.³

¹ д.э.н., профессор кафедры «Экономика и бизнес» МГТУ им. Н.Э. Баумана, профессор кафедры экономики и менеджмента Сеченовского Университета, pogrea@bmstu.ru;

²к.э.н., доцент кафедры «Экономика и бизнес» МГТУ им. Н.Э. Баумана, galina_rybina@mail.ru;

³студент кафедры «Экономика и бизнес» МГТУ им. Н.Э. Баумана, arnautvalantine@yandex.ru.

Аннотация. В условиях мировой волатильности, роста ключевых ставок, низкой склонности населения и предприятий к сбережениям и мировой тенденции к инвестициям в надежные активы вопрос финансирования инновационных проектов становится особенно актуальным. На основе эмпирических данных показано, что в течение 2023-24 гг. объем венчурных инвестиций демонстрировал противоречивую динамику – сочетание роста объема вложений при одновременном сокращении количества инвестиционных сделок. В статье анализируются факторы ухода от традиционных подходов финансирования инноваций, рассматриваются сравнительные характеристики основных и альтернативных источников финансирования институтов развития инноваций, необходимость оценки рисков и выбор управленческих моделей.

Ключевые слова: финансирование инноваций, венчурные инвестиции, поисковые модели финансирования, бутстрэппинг, краудинвестинг.

Alternative mechanisms for financing innovations in the context of the venture capital market crisis

Pogrebinskaya E.A.¹, Rybina G.A.², Arnaut V.V.³

¹ Professor of the Department of Economics and Business at the Bauman Moscow State Technical University, Professor of the Department of Economics and Management at Sechenov University;

³ PhD, Associate Professor of the Department of Economics and Business, Bauman Moscow University;

⁴Student of the Department of Economics and Business, Bauman University.

Abstract. Under conditions of global volatility, rising benchmark interest rates, the low propensity of households and enterprises to save, as well as the worldwide shift toward investing in low-risk assets, the issue of financing innovative projects becomes particularly salient. Based on empirical data, the study demonstrates that in 2023–2024 the volume of venture capital investments exhibited contradictory dynamics—an increase in total invested capital accompanied by a simultaneous decline in the number of investment transactions. The article analyses the factors driving the departure from traditional approaches to

innovation financing and examines the comparative characteristics of both primary and alternative funding sources used by innovation development institutions, as well as the necessity of risk assessment and the selection of appropriate managerial models.

Keywords: *innovation financing, venture capital investment, search models of financing, bootstrapping, and crowdfunding.*

Введение

Российский рынок венчурных инвестиций в период 2022-2024 годов претерпел глубокую трансформацию, обусловленную структурными изменениями в глобальной экономике и институциональной архитектуре финансирования инноваций. Уход западных венчурных фондов, переориентация капитальных потоков и изменение монетарной политики создали качественно новые условия функционирования венчурной экосистемы. В настоящее время рост процентных ставок приводит к сокращению количества венчурных сделок, снижению инвестиционных appetites и замедлению инновационного процесса.[1][14].

Основная часть

Новые реалии требуют поиска новых инструментов финансирования, которые смогут эффективно заместить венчурные инвестиции и поддержать инновационную активность. Основные варианты инструментов и мотивацию для выбора продемонстрированы в таблице номер 1.

Таблица 1. Формы и типы финансирования инноваций

Тип финансирования	Описание	Основные источники	Стадия развития	Преимущества	Недостатки
Венчурный капитал [4]	Высокорисковые проекты, стартапы	Частные и институциональные инвесторы	Ранняя, рост	Крупные суммы, экспертиза	Высокие требования, влияние на управление
Государственные гранты [5]	Безвозвратная поддержка	Государственные фонды развития	Ранняя, НИОКР	Нет долговой нагрузки	Долгий процесс, жёсткий отбор
Корпоративные инвестиции [3]	Вложения крупных компаний	Корп. венчурные фонды, корпорация	Все стадии	Стратегическое партнерство	Ограничения по тематике
Краудфандинг [6]	Много мелких вложений через IT-платформы	Население, малые инвесторы	Прототипы, ранняя стадия	Гибкость, быстрая проверка	Риски недофинансирования
Бизнес-ангелы [7]	Частные лица с наставничеством	Физические лица, их клубы	Ранние стадии	Индивидуальное сопровождение	Ограниченные средства

Тип финансирования	Описание	Основные источники	Стадия развития	Преимущества	Недостатки
Кредиты и займы [8]	Банковское финансирование	Банки, фонды развития	Все стадии	Крупные размеры, независимость	Риски долговой нагрузки
ИРО, фондовые рынки [9]	Привлечение инвестиций через акции	Частные и учреждения, инвесторы	Поздняя стадия, масштаб	Публичность, большие суммы	Высокие расходы, регулирование
Собственные средства, бутстрэппинг [10]	Самофинансирование	Основатели, доходы компании	Ранние стадии	Контроль, отсутствие давления	Ограниченные ресурсы
Частный капитал [11]	Инвестиционные фонды, выкуп бизнеса	Частные и институциональные инвесторы	Поздняя стадия	Крупные вложения, реструктуризация	Потеря контроля, влияние на кризис
Венчурный долг [12]	Кредиты, обеспеченные доли	Банки, венчурные фонды	Рост	Неразмывающее правафинансирование	Ограниченные суммы, долговая нагрузка

Представленная таблица систематизирует десять основных форм финансирования инновационной деятельности, охватывающих весь жизненный цикл инновационной компании — от концепции до масштабирования и зрелости. Структурная логика классификации основана на четырёх критериях: природе источника капитала (публичный/частный), стадии развития проекта, степени участия инвестора в управлении и характере финансового обязательства (долевое/долговое/безвозвратное). Это позволяет предпринимателю выбрать оптимальную комбинацию инструментов в зависимости от специфики проекта и стратегических целей.

Принципиальное разделение проходит между теми формами финансирования (государственные гранты, кредиты, венчурный долг, бутстрэппинг), которые сохраняют структуру собственности, и теми (венчурный капитал, бизнес-ангелы, корпоративные инвестиции, ИРО, частный капитал), которые предполагают размывание доли основателей в обмен на инвестиции и экспертизу.

Стадийная специфика чётко прослеживается в таблице: ранние этапы (pre-seed, seed) обслуживаются преимущественно собственными средствами, бизнес-ангелами, грантами и краудфандингом; стадия роста — венчурным капиталом и корпоративными инвесторами; зрелость и масштабирование — частным капиталом, ИРО и банковским кредитованием. Эта логика отражает как эволюцию рисков проекта, так и объёмов требуемого финансирования.

Компромиссный характер каждого инструмента особенно заметен в колонках «Преимущества» и «Недостатки». Венчурный капитал предоставляет крупные суммы и стратегическую экспертизу, но требует значительной доли и влияния на управление. Государственные гранты не создают долговой нагрузки,

однако характеризуются длительными сроками рассмотрения и жёсткими критериями отбора. Краудфандинг обеспечивает быструю проверку рыночного спроса, но несёт риски недофинансирования при невыполнении целевых показателей.

Таблица наглядно демонстрирует, что не существует универсального «лучшего» источника финансирования, так как оптимальная структура капитала определяется индивидуальными характеристиками проекта, отраслевой спецификой, стадией развития компании и стратегическими приоритетами основателей. Успешные компании, как правило, используют комбинированный подход, последовательно привлекая различные формы финансирования на разных этапах своего развития.

Налоговые стимулы представляют собой косвенный, но не менее эффективный инструмент государственной поддержки инноваций. В мировой практике сложились две основные модели налогового стимулирования научно-исследовательской и опытно-конструкторской деятельности (НИОКР).[13]

Первая модель предполагает применение налоговых кредитов (taxcredits), при которых компании получают право на вычет из суммы налога на прибыль определенной доли затрат на НИОКР. Данный механизм широко используется во Франции, где действует система «налогового исследовательского кредита», в Великобритании (для малых и средних предприятий), а также в Бельгии, Ирландии и Южной Корее. Во Франции размер налоговой поддержки через этот механизм достигает 0,28% ВВП, что делает её одним из лидеров в данной сфере [15].

Вторая модель основана на применении «суперотчислений» (super-deductions), позволяющих увеличить размер признаваемых расходов на НИОКР при исчислении налоговой базы. В Великобритании, например, малые и средние предприятия могут учесть до 130-230% фактических затрат на исследования при расчете налогооблагаемой прибыли. Россия также применяет данный механизм, позволяя компаниям учитывать расходы на НИОКР с повышающим коэффициентом до 1,5[13].

Источники привлечения финансирования стартапов также являются важным условием успеха развития стартапа. На практике необходимо гармонизировать источники с уровнем рисков, проявляющихся на разных стадиях проекта, со стандартными ожиданиями возврата инвестиций и требованиями контроля за результатами. Анализ таких источников приведет в таблице 2.

Как было указано ранее, российский рынок венчурных инвестиций в период 2022-2024 годов претерпел фундаментальную трансформацию, обусловленную структурными изменениями в глобальной экономике и институциональной архитектуре финансирования инноваций. Динамика этих показателей, систематизированная в Таблице 3, позволяет перейти от констатации качественных изменений к их точной числовой оценке.

Таблица 2. Сравнительный анализ источников инновационного финансирования

Критерий для сравнения	Инвестиционное кредитование [16]	Проектное финансирование [17]	Венчурное финансирование [18]
Вид финансирования	Долговое	Долговое + акционерное	Акционерное
Уровень риска	Предсказуемый, низкий	Частичный, выше среднего	Высокий
Контроль	Стандартный	Жёсткий, отчётность	Макроуправление, вето
Возврат средств	Инвестиционная стадия	Эксплуатационная стадия	Выход по акциям, доля

Таблица 3. Сравнительная динамика российского венчурного рынка (2021-2024 гг.)

Показатель	2023	2024	Изменение в 2024 г. к 2023 г.
Объем инвестиций (млн USD) [1]	122	178	+46%
Количество сделок(шт.) [1]	192	165	–14%
Средний размер сделки (млн USD) [1]	0,63	1,07	+70%
Доля бизнес-ангелов [1]	21%	42%	+21 п.п.
Доля корпоративных инвесторов [1]	7%	28%	+21 п.п.
Доля частных фондов [1]	н/д	27%	н/д
Количество IPO [19]	8	14	+75%

Структурная реконфигурация инвесторской базы оформилась в ряд ярких трендов. Так, наиболее значимым трендом 2024 года стало удвоение объема инвестиций от частных инвесторов, которые обеспечили 42% всех вложений. Данный феномен объясняется несколькими факторами:

1. Институциональный вакуум вследствие того, что уход западных фондов создал нишу для альтернативных источников капитала.
2. Изменение риск-профиля, связанное с высокими процентными ставками ЦБ РФ (доходившими до 21% в 2024 году) [14] сделали традиционные инструменты более привлекательными, что оставило на рынке наиболее мотивированных частных инвесторов.
3. Развивающиеся синдицированные инвестиции, связанные с развитием платформ коллективного инвестирования (INVESTORO, СИНДИКАТ), снизили барьер входа для частных лиц. Схематично архитектуру рынок российских венчурных инвестиций в 2024 можно представить следующим образом (Рис.1).

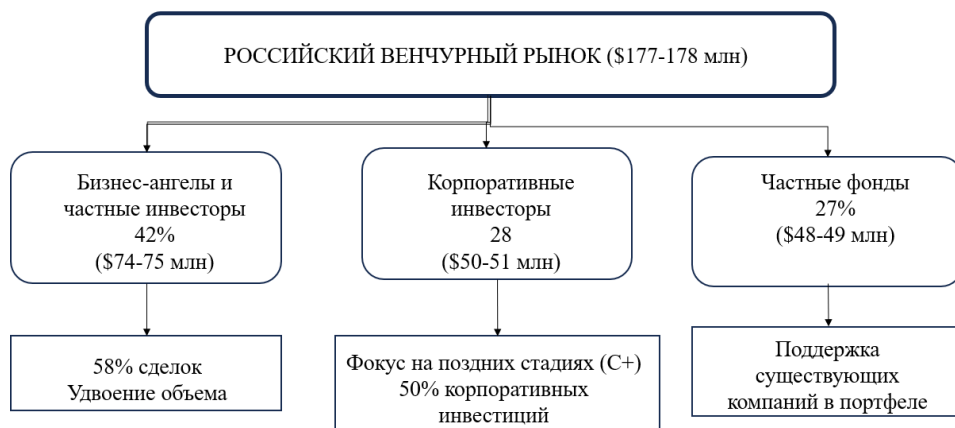


Рис. 1. Структура инвесторской базы российского венчурного рынка на конец 2024г.

Схема показывает экспансию корпоративного венчурного капитала. Корпоративные инвесторы продемонстрировали четырехкратный рост вложений, достигнув 28% рынка. Это качественно новая модель финансирования, отличающаяся от классического венчура.

Качественное изменение роли корпоративного капитала на венчурном рынке требует детального рассмотрения ключевых игроков и их стратегий. Крупнейшие российские компании активно формируют собственные венчурные программы и фонды, которые существенно отличаются от классических венчурных инвестиций своей целевой направленностью и моделями взаимодействия. Систематизация данной информации представлена в Таблице 4.

Таблица 4. Крупнейшие корпоративные венчурные программы России (2024-2025гг.)

Корпорация	Объем фонда/Результаты	Фокус инвестиций	Модель взаимодействия
MTC StartUpHub	До 500 млн рублей за проект	Маркетинговые технологии, финтех, медиа	Инвестиции + M&A + долгосрочное партнерство
Ростелеком («Консоль»)	8 млрд руб.	Программное обеспечение для бизнеса	Венчурные инвестиции в портфель
Росатом («Иннохаб»)	25 млрд. рублей (общий объем клиентских договоренностей)	Экологические технологии, квантовые вычисления	Акселерация + гранты
Сбер (Sber500)	4 млрд рублей привлеченных инвестированных в it компании	Искусственный интеллект (GigaChat), зелёные технологии	Акселерация + инвестиции за счет партнеров
Газпром («Новая индустрия»)	Нет данных	Нефтегазовые технологии, энергетика	Инвестиции в неконтрольные доли

Ключевая особенность «корпоративного венчура» — это фокус на поздних стадиях (С+), куда направлено, как правило, около 50% корпоративных инвестиций (\$90 млн на 2024 г.) [1]. Это отражает стратегию минимизации рисков путем инвестиции в прибыльные компании с эффективными бизнес-моделями.

Частные венчурные фонды обеспечили 27% инвестиций, сосредоточившись на поддержке существующих портфельных компаний. Таким образом, наблюдается сокращение активности классических фондов. Структура отраслевых приоритетов демонстрирует доминирование разработок программного обеспечения для бизнеса (24 сделки), проектов на медицинских (15 сделок) и образовательных платформах (14 сделок). По объему инвестиций лидирует сфера программного обеспечения для бизнеса — \$36,2 млн (или +65% год к году). Более наглядно отразим структуру высокорисковых инвестиций в таблице.

Таблица 5. Отраслевая структура венчурных инвестиций
(на 2024 г.)

Отрасль	Объем инвестиций (млн USD)	Рост г/г	Количество сделок
Программное обеспечение для бизнеса	36,2	+65%	24
Потребительские товары/услуги	19,8	+1625%	н/д
Медтех	19,0	+74%	15
Туризм	15,6	н/д	н/д
Электронная коммерция	13,0	+850%	н/д
Образовательные платформы	н/д	н/д	14
Медиа и коммуникации	7,8	+15%	н/д
Прочие	64,6	н/д	н/д
Всего	177	+108%	н/д

Источник: составлено авторами по [2]

Данные таблицы отражают отраслевую диверсификацию венчурного рынка России в 2024 году, при этом фиксируется выраженная концентрация инвестиций в высокотехнологичных сегментах и сферах, ориентированных на импортозамещение. Совокупный объем венчурного финансирования достиг \$177 млн, продемонстрировав рост на 108%, однако распределение этого прироста оказалось крайне неравномерным. Наблюдаемая структура отраслей свидетельствует о постепенном смещении от классически венчурных сегментов к стратегическому финансированию отраслей национального масштаба — здравоохранению, образованию, рознице. Этот сдвиг преимущественно инициируется государственными институтами развития и крупными корпорациями, рассматривающими венчурные инструменты как механизм поддержки реиндустриализации и ускоренного технологического обособления в условиях внешних ограничений.

Заключение

За последние три года произошла фундаментальная реструктуризация инвесторской базы: на рынке доминируют частные инвесторы и бизнес-ангелы, корпоративные инвестиции увеличились почти в четыре раза, тогда как активность классических венчурных фондов сократилась до 27%. Параллельно усиливается тенденция смещения инвестиционных потоков в поздние стадии (С+), развивается сегмент pre-IPO, а 2024 год стал рекордным по числу публичных размещений — 14 IPO технологических компаний. Альтернативные модели финансирования инноваций в условиях экономики ресурсной мобилизации формируют комплексную экосистему, в которой институты развития, корпоративные игроки и частные инвесторы объединяются для преодоления рыночных разрывов, сглаживания колебаний инвестиционных настроений и обеспечения долгосрочного технологического суверенитета страны.

Литература

1. Венчурный рынок РФ в 2024 году: объем и число сделок // Коммерсантъ. 2025. № 46 (7567037). URL: <https://www.kommersant.ru/doc/7567037> (дата обращения: 12.11.2025).
2. Венчур умер, да здравствует венчур. Куда идти за инвестициями в России. <https://incrussia.ru/understand/kuda-idti-za-investitsiyami-v-rossii/> (дата обращения: 12.11.2025).
3. Заречнев В. «Разработка модели российского корпоративного венчурного фонда на базе лучших практик» 2020г. УДК 659.44:659.1:001.891.5:658.624// URL: <https://earchive.tpu.ru/bitstream/11683/61072/1/TPU930510.pdf> Стр.7
4. Солопова А. Р. ВЕНЧУРНЫЙ КАПИТАЛ: СУЩНОСТЬ, ОСОБЕННОСТИ ФИНАНСИРОВАНИЯ, ТЕНДЕНЦИИ // Экономика и бизнес: теория и практика. 2023. №6-2 (100). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/venchurnyy-kapital-suschnost-osobennosti-finansirovaniya-tendentsii> (дата обращения: 25.11.2025). С.148-150
5. Программа «Старт» , Основные Условия/ Фонд Содействия Инновациям.//URL: <https://fasie.ru/programs/programma-start/#documentu>
6. Что такое краудфандинг и как с его помощью финансировать проекты./Газета.ru// URL: <https://www.gazeta.ru/business/chto-takoe-kraudfanding.shtml>
7. Все о бизнес-ангелах: кто это такие, зачем нужны и как их найти.//РБК 11.09.2022// URL:<https://www.rbc.ru/quote/news/article/631b63999a7947ae15960841>
8. Кредитование малых технологических компаний./ Сайт Федеральной Корпорации по развитию малого и среднего предпринимательства// URL: <https://corpmsp.ru/to-business/finansirovanie-lgotnye-programmy-kreditovaniya/podderzhka-innovatsionnykh-subektov/>
9. Что такое IPO: как компания выходит на биржу./ РБК 25.01.2022// URL: <https://www.rbc.ru/quote/news/training/5e25ceaf9a79471671787078>
10. Bootstrapping: что это? 10 принципов стартапа без внешнего финансирования /FB 19.01.2015// URL: <https://fb.ru/article/220356/bootstrapping-chto-eto-printsipov-startapa-bez-vneshnego-finansirovaniya>
11. Развитие альтернативных механизмов инвестирования: Прямые инвестиции и краудфандинг/ Доклад для общественных консультаций, Центральный банк Российской Федерации, 2020 Стр.8// https://cbr.ru/Content/Document/File/112055/Consultation_Paper_200811.pdf
12. Венчурный долг: финансирование роста без размывания доли капитала./ Familiarize 31.05.2025// <https://docs.familiarize.com/ru/glossary/venture-debt/>
13. Шарышов А. С. Налоговое стимулирование инноваций в развитых странах. Основные инструменты и сравнение с Россией. // Налоги и налогообложение. 2017. №12. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nalogovoe-stimulirovanie-innovatsiy-v-razvityh-stranah-osnovnye-instrumenty-i-sravnienie-s-rossiei> (дата обращения: 12.11.2025). Стр. 24 – 32

14. Ключевая ставка Банка России//База данных Банка России
URL:https://cbr.ru/hd_base/KeyRate/?UniDbQuery.Posted=True&UniDbQuery.From=01.01.2022&UniDbQuery.To=10.
15. COUNCIL RECOMMENDATION on the economic, social, employment, structural and budgetary policies of France/ Brussels, 04.06.2025 COM(2025) 210 final// URL: https://commission.europa.eu/document/download/0f34cbce-7b7d-4617-902e-bab8259d7d80_en?filename=COM_2025_210_1_EN_ACT_part1_v3.pdf Стр. 9
16. Крысина И.В. Об инвестиционном кредитовании // Экономика и социум. 2014. №4-3 (13).. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ob-investitsionnom-kreditovanii> (дата обращения: 25.11.2025). С. 631–633
17. Суэтин Александр Проектное финансирование // Современные технологии управления. 2012. №24. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/proektnoe-finansirovanie> (дата обращения: 25.11.2025). С 2-5
18. Огородникова И. И., Киселёва Е. А. ВЕНЧУРНОЕ ФИНАНСИРОВАНИЕ // Теория и практика современной науки. 2016. №3 (9). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/venchurnoe-finansirovanie> (дата обращения: 25.11.2025). С. 372-375
19. Что происходит на российском рынке IPO/ СБЕР СОВА 14.08.2025/<https://sbersova.ru/sections/invest/chto-proiskhodit-na-rynke-ipo>

Государственное регулирование платформенной и неформальной занятости в условиях цифровизации и региональных различий

Погребинская Е.А.¹, Гаврилова Л.А.², Ясевич И.П.³

¹профессор кафедры «Экономика и бизнес» МГТУ им. Н.Э. Баумана, профессор кафедры экономики и менеджмента Сеченовского Университета, pogrea@bmstu.ru;

²магистрант кафедры «Экономика и бизнес» МГТУ им. Н.Э. Баумана, Gavrilova_Lada@list.ru;

³магистрант кафедры «Экономика и бизнес» МГТУ им. Н.Э. Баумана, ilona161120@gmail.com.

Аннотация. в статье анализируется проблема цифрового неравенства, обусловленного неравномерным развитием цифровой экономики, и рост платформенной занятости. Приводятся статистические данные о масштабе платформенной и неформальной занятости в России, отмечаются региональные различия. Рассматриваются существующие меры государственного регулирования в этой сфере и их ограничения. Предлагаются рекомендации по совершенствованию политики: развитие цифровых навыков и инфраструктуры, налоговые стимулы для формализации занятости, реформа трудового законодательства для защиты работников в цифровой экономике.

Ключевые слова: цифровизация, цифровое неравенство, платформенная занятость, неформальная занятость, региональные различия, заработная плата, социальная защита, государственное регулирование.

State regulation of platform and informal employment under digitalization and regional disparities

Pogrebinskaya Ekaterina^{1,2}, Gavrilova Lada³, Yasevich Ilona⁴

¹Professor of the Department of economic and business of Bauman University, Professor of the Department of Economics and Management of Sechenov University, Moscow.

²Master's degree student of the Department of economic and business, Bauman University, Moscow;

³ Master's degree student of the Department of economic and business, Bauman University, Moscow.

Abstract. The article examines the problem of digital inequality caused by uneven development of the digital economy and the growth of platform-based employment. Statistical data on the scale of platform and informal employment in Russia are provided, highlighting regional differences. Existing measures of state regulation in this area and their limitations are reviewed. Recommendations for policy improvement are proposed: development of digital skills and infrastructure, tax incentives for formalizing employment, and labor law reforms to protect workers in the digital economy.

Keywords: digitalization, digital divide, platform employment, informal employment, regional disparities, wages, social protection, state regulation.

Введение

В условиях цифровизации в мировой экономике растут требования к квалификации работников и доля цифровых навыков. Однако доступ к цифровым технологиям и интернету оказывается неравномерным: высокотехнологичные отрасли и крупные города демонстрируют быстрый рост новых форм занятости (например, платформенной), в то время как отсталые регионы и традиционные отрасли оказываются отрезанными от этой динамики. Так, к 2024 г. разница в средней зарплате между цифровыми (IT, финансы) и традиционными отраслями в России выросла до 3,2 раза. Одновременно остро стоит проблема масштабов теневой занятости, во многих малых и дотационных регионах доля неформальной занятости превышает 30%, тогда как зарегистрированная платформенная занятость там близка к нулю. Цифровые платформы дают новые возможности для заработка, но пока остаются вне надлежащих механизмов социальной защиты и регулирования.

Платформенная и неформальная занятость в России

Платформенная занятость (работа через цифровые сервисы – такси, доставка, фриланс) в России пока носит массовый характер лишь в отдельных регионах. По данным Росстата, в 2023 г. в условиях основной работы по всей стране было занято 3,24 млн человек в рамках платформенной экономики, а в 2024 г. – около 2,8 млн человек [3]. Другие оценки приводят более высокие цифры: по расчетам НИУ ВШЭ, с учетом разовых подработок в платформенных сервисах до 16% населения (около 16,9 млн человек в возрасте 18–72 лет) могут быть вовлечены в эту деятельность, при этом активно и регулярно трудятся примерно 4 млн человек [4]. Таким образом, платформами пользуются лишь единичные доли населения, а их вклад в экономику пока оценивается экспертами на уровне 0,1–0,2% ВВП (в годовом выражении) [3].

Данные по регионам показывают яркую «двухскоростную» картину (см. таблицу 1).

Таблица 1. Сравнительная характеристика платформенной и неформальной занятости по основным показателям в России) [1, 6, 7]

Показатель	Платформенная занятость	Неформальная занятость
Число занятых (основная)	2,8 млн человек (Росстат, 2024)	Нет единой оценки (частично входит в «серую» занятость)
Доля в ВВП (2024)	0,1–0,2% (по экспертным оценкам)	—
Средний уровень оплаты труда	20–60% от средней по корпорациям (по расчетам)	60% от уровня зарплаты в корпоративном секторе
Производительность труда	Низкая (сопоставима с неформальной)	20–25% ниже уровня занятых в корпоративном секторе
Социальная защита	Практически отсутствует (самозанятые работают по НПД)	Практически отсутствует (нет официальных гарантий)

Лидерами по платформенной занятости являются крупные богатые регионы: например, Москва (9% занятых в такой форме) и Краснодарский край (10%) [3]. В этих же регионах доля неформальной занятости составляет, соответственно, около 14,4% и 29% населения. В целом доля занятых на платформах на порядок меньше доли занятого в теневом секторе: даже в лучших регионах она не превышает половины объема «черного рынка» труда. Напротив, в бедных и отдаленных регионах платформенная занятость практически отсутствует. Например, в Калмыкии и Тыве доля неформально занятых приближается к 30%, тогда как доля платформенной занятости не превышает 0,2%–0%. В Кабардино-Балкарии, Ингушетии и Алтае более 50% работников заняты в неформальной сфере при доле платформенной занятости ниже 0,5% [4]. Такие данные указывают на то, что платформенные сервисы требуют развитой инфраструктуры и спроса: там, где уровень дохода и развитие цифровой среды невысоки, платформенной занятости практически нет, а социально-экономические потребности удовлетворяются нелегально [9]. Отобразим полученные данные на рисунке 1 [9].

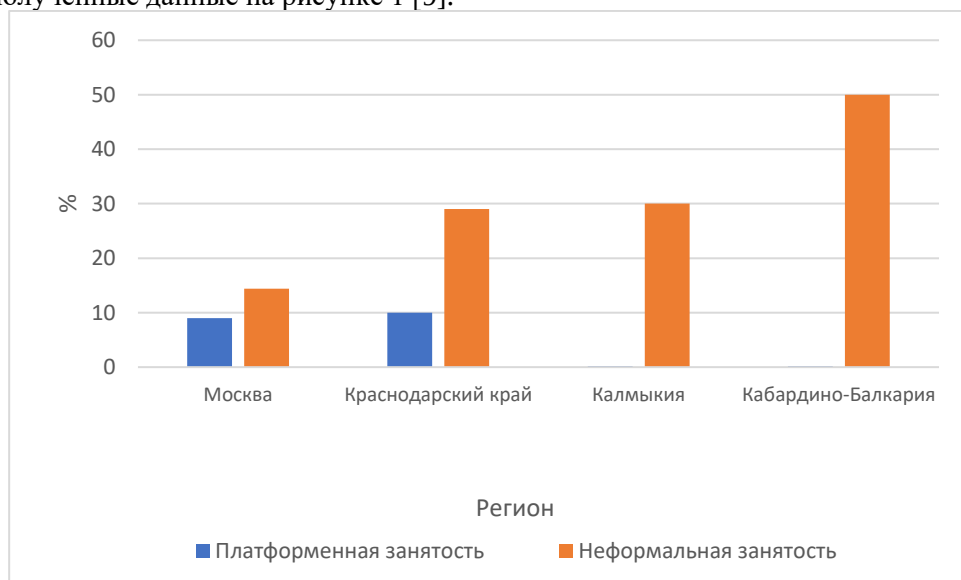


Рис. 1. Платформенная и неплатформенная занятости по регионам [9]

В заработках отличия невелики: средняя зарплата работников платформенной экономики составляет лишь 20–60% от среднего уровня по формальному сектору, то есть часто не превышает уровня оплаты в теневой экономике. Например, по оценкам ИНП РАН, работающие на платформах, получают доход, близкий к зарплатам низкоквалифицированных работников, – сопоставимый с 60% уровня формального сектора [7]. Аналогично, производительность труда занятых на платформах может быть низкой: она, как и в неформальном секторе, примерно на 20–25% ниже по сравнению с корпоративным сектором [7].

Социальная защита и гарантии у платформенных и неформальных работников традиционно минимальны. Большинство из них официально не оформлены как наемные сотрудники – платформенные «исполнители» чаще

всего являются самозанятыми, а неформалы – нанимаются по договору без соцпакета. В таких условиях у работников нет обязательных пенсионных и медицинских взносов, оплачиваемых отпусков и других гарантий, что показано на рисунке 2. Как отмечают эксперты, эта проблема может быть решена лишь при введении новых обязанностей для цифровых платформ – например, обязательств по обеспечению прав и социальной защищенности их пользователей [9].

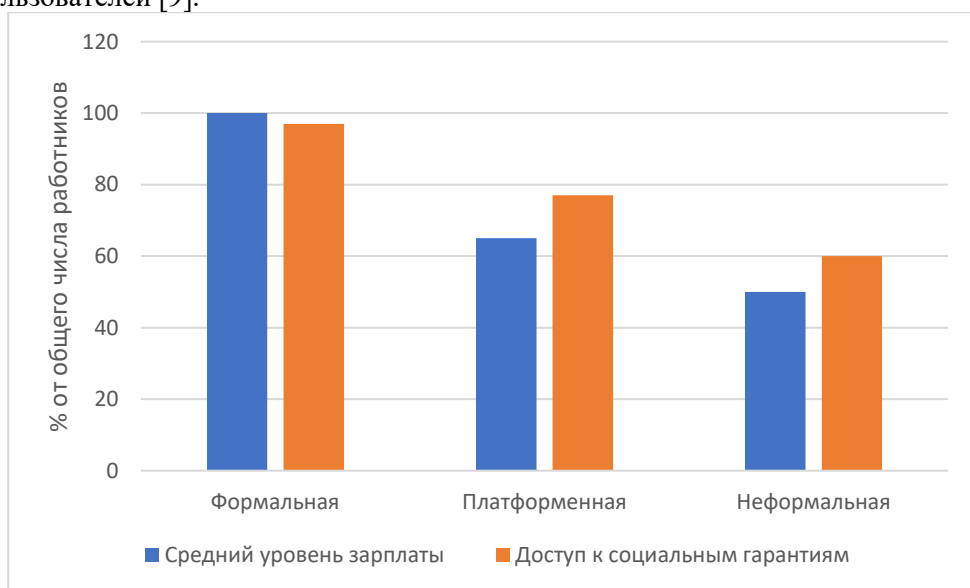


Рис. 2. Средний уровень зарплаты и доступ к социальным гарантиям [3]

Таблица 2 и рисунок 3 иллюстрируют региональные контрасты платформенной и теневой занятости – в столичных и развитых регионах (Москва, Краснодарский край) доля «платформенников» заметна, тогда как в депрессивных (Калмыкия, Кабардино-Балкария) она близка к нулю, при этом доля неформальных работников в последних достигает четверти–половины трудоспособного населения.

Таблица 2. Доля занятых в платформенной и неформальной занятости [4, 5]

Регион	Платформенная занятость (%)	Неформальная занятость (%)
Москва	9,0	14,4
Краснодарский край	10,0	29,0
Калмыкия	0,2	30,0
Кабардино-Балкария	0,2	50,0



Рис. 3. Число работников платформенной работы с 2020 по 2024 гг. [3]

Помимо низкого уровня доходов и отсутствия социальных гарантий, платформенная занятость порождает феномен прекариата — класса работников, чье положение характеризуется хронической нестабильностью. В отличие от традиционных форм занятости, работа на платформах не предоставляет долгосрочных контрактов, гарантий занятости и карьерного роста. Доходы таких работников сильно зависят от алгоритмов платформ, сезонности и конъюнктуры рынка, что делает их экономическое положение крайне уязвимым.

Ключевые отрицательные стороны прекариатной занятости [2]:

- экономическая нестабильность – отсутствие гарантированного ежемесячного дохода и социальных взносов (в пенсионный фонд, ФСС) ставит работников в зависимое положение и лишает их сформированных пенсионных прав;

- психологическое напряжение – постоянная необходимость поиска новых заказов, конкуренция и давление рейтинговых систем приводят к повышенному уровню стресса и профессиональному выгоранию;

- правовая незащищенность – статус «самозанятого» или «исполнителя» по гражданско-правовому договору не подпадает под действие Трудового кодекса РФ. Это лишает работников права на оплачиваемый отпуск, больничные, защиту от необоснованного увольнения и другие трудовые гарантии.

- отсутствие профессионального развития – платформы часто ориентированы на выполнение узких, низкоквалифицированных операций, что не способствует накоплению человеческого капитала и повышению квалификации работников в долгосрочной перспективе.

Таким образом, платформенная занятость, с одной стороны, дает гибкость, а с другой — усугубляет социальные риски, переводя их в плоскость индивидуальной ответственности работника.

В целом можно констатировать, что в России платформенная занятость представлена преимущественно в высокоразвитых регионах и в «высоком» сегменте рынка труда, тогда как неформальная занятость — в основном в бедных и депрессивных регионах [8]. Однако последние данные показывают и новые тенденции. В некоторых слаборазвитых республиках Северного Кавказа доля платформенной занятости начала расти (Дагестан, Чечня, Ставропольский край),

являясь альтернативой теневому сектору и дополнительным источником дохода. Это свидетельствует о том, что цифровые решения при правильной поддержке могут стать инструментом частичного выравнивания региональных трудовых различий.

Однако цифровизация занятости имеет и свою «теневую» сторону для регионального развития. В моногородах и промышленных регионах (например, в отдельных областях Урала или Сибири), наблюдается негативный эффект. Молодежь, предпочитая гибкую, хотя и менее стабильную работу в сфере доставки или такси, теряет интерес к трудоустройству на местных промышленных предприятиях. Это усугубляет кадровый голод в реальном секторе экономики, ведет к старению кадрового состава на заводах и, как следствие, к снижению потенциала для технологической модернизации традиционных отраслей. Таким образом, цифровая занятость, предоставляя альтернативу, может одновременно подрывать экономическую основу «проигрывающих» регионов, создавая новую форму регионального неравенства — цифрово-структурную.

Государственное регулирование и существующие меры

Государство активно работает над правовым оформлением новых форм занятости в цифровую эпоху. Крупным шагом стало принятие летом 2025 года Федерального закона «О платформенной экономике» [9]. Закон вступит в силу с 1 октября 2026 г. и предполагает создание набора подзаконных актов для регулирования деятельности платформ (стандарты работы маркетплейсов, права и обязанности исполнителей и заказчиков). Он направлен на легализацию платформенной экономики и борьбу с неформальностью, по замыслу законодателей, учёт цифровых трудовых отношений позволит «обелить» часть теневого рынка занятости и повысить налоговые поступления. Ранее введён режим самозанятого (НПД) для индивидуальных предпринимателей без сотрудников, однако его применение невелико – многие платформенные работники не зарегистрированы даже в этой системе.

На федеральном уровне существуют и другие инструменты. В рамках национального проекта «Цифровая экономика» реализуются программы обучения и повышения квалификации, что опосредованно влияет на цифровую занятость. Государство также внедряет онлайн-сервисы трудоустройства и информационной поддержки. Однако специализированных мер по поддержке именно платформенных работников пока немного. Так, в мае 2025 г. был в числе прочих обсуждён законопроект об особенностях регулирования труда на цифровых платформах [9], но его окончательная версия появилась лишь осенью, и разработка подзаконной базы ещё не завершена. Аналогично, на региональном уровне создаются консультативные площадки по развитию IT-сервисов, однако преобладают общие инициативы без учёта специфики платформенной занятости.

Ограничения существующей политики очевидны. Новые законы вступят в силу только со временем, и до сих пор не разработаны чёткие критерии, что считать платформенными отношениями, и нет механизма эффективного мониторинга этой формы занятости. Сегодня многие платформенные

«работники» формально проходят как самозанятые или даже официально числятся безработными – это затрудняет статистику и контроль. Кроме того, законом пока не гарантируется социальная защита таких работников, например вопрос обязательных отчислений в фонды, трудовых гарантий, страховых выплат остается нерешённым. Как указывали эксперты, для полноценного «обеления» занятости важно чётко разграничить гражданско-правовые и трудовые отношения и заложить эти правила в работу платформ [3].

Направления совершенствования государственной политики

Для увеличения прозрачности и безопасности платформенной и неформальной занятости необходимы комплексные социально-экономические меры по наиболее важным направлениям:

1. Развитие цифровых навыков и образования. В условиях роста платформенной экономики важно, чтобы работники обладали необходимыми цифровыми и профессиональными навыками. Следует расширить программы переобучения и переподготовки в онлайн-формате, стимулировать дистанционное обучение востребованным специальностям. Это позволит не только интегрировать больше людей в цифровую трудовую сферу, но и повысить квалификацию тех, кто уже работает вне формальных структур.
2. Улучшение региональной инфраструктуры. Неравномерность доступа к интернету и платформенным сервисам – главный фактор регионального разрыва. Государство должно вкладывать в цифровую инфраструктуру отдаленных территорий: расширение 4G/5G-сетей, локализация дата-центров, поддержка сетей доставки и локальных сервисов. Создание «цифровых хабов» в регионах и центров для фрилансеров и самозанятых поможет снизить барьеры входа на рынок платформенных услуг. Эти меры объединяются с общенациональными инициативами «умных городов» и цифровых профилей граждан.
3. Налоговые стимулы и стимулирование формализации. Необходимо адаптировать налоговые режимы для платформенных работников. Можно предусмотреть пониженные ставки НПД или НДФЛ на первое время работы на цифровых платформах, налоговые льготы для самозанятых при регистрации на платформах. Похожим образом стимулируется работа в малом и среднем бизнесе. Кроме того, целесообразно ввести субсидии или гранты для регистрации в «белый» сектор (к примеру, компенсация части налоговых выплат для новых фрилансеров), что сделает формальное трудоустройство более привлекательным по сравнению с теневым.
4. Адаптация социальной политики и реформа трудового законодательства. Трудовой кодекс и сопутствующие законы должны учесть новые формы занятости. Предлагается ввести понятие «цифрового трудового договора» или внести специальные нормы о правах самозанятых и gig-работников. Законопроект о платформенной экономике может расширить обязанности платформ: например, обязательное оформление договоров, отказ от «серых» схем. Важно

также усилить контроль за применением гибких форм работы (удаленный, временные проекты), предусмотреть меры социальной защиты самозанятых (выходное пособие, больничные за счет онлайн-резервов и т. д.). По мнению экспертов, законодательство должно прежде всего поощрять переход из тени в легальное поле, а не только штрафовать за неформальность [3]. В новых условиях цифровой экономики социальная политика должна быть пересмотрена с целью распространения базовых гарантий на всех работников, независимо от формы занятости. Для этого необходимо внедрение «социальных портфелей», не зависящих от работодателя. Часть взносов за платформенного работника могла бы уплачиваться самой платформой или накапливаться на специальном счете исходя из объема выполненных заданий. Это создало бы основу для формирования пенсионных прав и доступа к медицинскому страхованию; легализация и регулирование гибридной занятости. Многие работники совмещают платформенную работу с другими формами. Социальная политика должна учитывать эту множественность, позволяя аккумулировать социальные права из разных источников дохода; создание системы страхования от «простоя». Для компенсации нестабильности доходов можно рассмотреть механизмы частичной компенсации дохода в периоды низкой активности на платформе, аналогичные страхованию по безработице, но адаптированные для гиг-экономики; реформа трудового законодательства, которая должна учесть новые формы занятости. Помимо введения понятия «цифровой трудовой договор», важно законодательно закрепить минимальный стандарт социальных прав для всех категорий работников, включая право на оплату больничных, ежегодный отпуск и защиту от дискриминации со стороны алгоритмов платформ.

Эти меры направлены на устранение цифрового неравенства и «сетевого разрыва» между регионами. Инвестиции в цифровое образование и инфраструктуру способны расширить группу граждан, готовых работать через платформы. Налоговые льготы и защита прав помогут привлечь в официальный сектор тех, кто сейчас находится в тени. Реформа трудовых норм создаст правовую базу для адаптации рынка труда к реалиям цифровой экономики. Вместе это повысит прозрачность рынка труда и снизит социальное напряжение, связанное с разрывом между новыми и традиционными формами занятости.

Заключение

Платформенная и неформальная занятость в России представляют новые вызовы для социальной и экономической политики. В современной цифровой среде они выступают взаимосвязанными явлениями: платформа предоставляет альтернативу «теневому» труду, но при отсутствии поддержки также рискует остаться вне правового поля. Анализ показал, что внедрение платформенных технологий проходит неравномерно: лидируют крупные города и «богатые» регионы, тогда как депрессивные территории пока отстают из-за низких доходов и слаборазвитой инфраструктуры. Существующие меры регулирования (новый

закон о платформенной экономике, программы цифрового развития, налоговый режим для самозанятых) лишь закладывают основу, но должны подкрепляться основательным экономическим инструментарием. Для эффективности государственного регулирования необходимо дальнейшее принятие подзаконных актов, ориентированных на защиту социальных прав «цифровых работников», а также адаптация налогово-бюрократической системы к гибким формам занятости. Предложенные меры (развитие цифровых навыков, региональной инфраструктуры, налоговые стимулы и реформа трудового законодательства) могут обеспечить более равномерное цифровое развитие и уменьшить различия в оплате и защите труда. Важно учитывать региональный фактор: поддержка должна быть адресной и дифференцированной, чтобы исключить усиление социального расслоения и обеспечить доступ к возможностям цифровой экономики для всех регионов страны.

Литература

1. Платформенная занятость в России: динамика распространенности и ключевые характеристики занятых. Экспертный доклад / О.В. Синявская [и др.]; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2024. 64 с.
2. Узякова Е.С., Миронова Е.А. Оплата труда и качество рабочей силы в России // Проблемы прогнозирования. 2023. № 4. С. 115–126.
3. Узякова Е.С., Милякин С.Р. Платформенная занятость в контексте современного развития российского рынка труда // Научные труды ИМП РАН. 2025. № 2. С. 127–144.
4. Срничек Н. Капитализм платформ // Экономическая социология. 2019. №1. С. 13–35.
5. Соловьева О. Россияне не доросли до платформенной экономики // Независимая газета. 5 нояб. 2025. С. 5.
6. Как платформенная занятость создает рабочие места в регионах [Электронный ресурс] // РБК. 5 сент. 2025. URL: <https://www.rbc.ru/industries/news/68b98b739a7947953722cd7b> (дата обращения: 11.11.2025).
7. Папченкова Е.В. Регулирование платформенной занятости обсудили на Всероссийской неделе охраны труда [Электронный ресурс] // Центр стратегических разработок. 28 сент. 2023. URL: <https://www.csr.ru/> (дата обращения: 10.11.2025).
8. Черников А. Эксперты оценили перспективы платформенной экономики в России [Электронный ресурс] // Московская газета. 8 нояб. 2025. URL: <https://mskgazeta.ru/ekonomika/eksperty-ocenili-perspektivy-platformennoj-ekonomiki-v-rossii-15591.html> (дата обращения: 11.11.2025).
9. Узякова Е.С., Миронова Е.А. Оплата труда и качество рабочей силы в России [Электронный ресурс] // Научные труды ИМП РАН. 2025. № 2. URL: <https://ecfor.ru/wp-content/uploads/2025/04/platformennaya-zanyatost-v-kontekste-razvitiya-rynka-truda.pdf> (дата обращения: 10.11.2025).

Подготовка исходных данных для моделирования бизнес-процесса медицинских осмотров сотрудников

Поморцев И.А.¹, Алексеева Е.В.²

¹студент 3 курса, МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент», pomortsevil@yandex.ru;

²доцент кафедры «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана, elalexeeva@mail.ru.

Аннотация. В статье рассматривается вопрос определения норм времени приема врачом-специалистом пациента при проведении обязательных медицинских осмотров работников, необходимых для дальнейшего моделирования процесса медосмотра. Отсутствие обоснованных нормативов времени продолжительности приёма приводит к неравномерной загрузке персонала и увеличению времени ожидания пациентов. В исследовании применён процессный подход, при котором медицинский осмотр трактуется как управляемый бизнес-процесс с чётко определёнными этапами и исполнителями. Для описания структуры процесса использована модель SIPOC (Supplier–Input–Process–Output–Customer), позволяющая выделить участников, входы, выходы и последовательность операций.

Хронометраж проведён в медицинской организации ООО «Мед-Профи» (г. Ульяновск). На основе наблюдений рассчитаны нормативы времени приёма врачей-специалистов: от 6–7 минут (дерматовенеролог, стоматолог) до 10–12 минут (терапевт-профпатолог, уролог, гинеколог, психиатр-нарколог). Средняя продолжительность прохождения пациентом всех специалистов составила 84 минуты для мужчин и 86 минут для женщин без учета ожиданий в очередях.

Полученные нормативы позволяют планировать пропускную способность медицинских кабинетов, сбалансировать нагрузку между кабинетами и оптимизировать маршруты пациентов. Результаты исследования подтверждают эффективность применения процессного подхода и статистических методов нормирования труда в медицинской практике.

Ключевые слова: медицинский осмотр, нормирование труда, процессный подход, хронометраж.

Time Standardization of Mandatory Medical Examinations Using a Process Approach

Pomortsev I.A.¹, Alekseeva E.V.²

¹student, Bauman Moscow State Technical University, Faculty of Engineering Business and Management;

²associate professor of the Department of Economics and Organization of Production at Bauman Moscow State Technical University.

Abstract. *The paper addresses the issue of time standardization during mandatory medical examinations. The absence of unified time norms leads to uneven staff workload and increased patient waiting time. The study applies the process approach, considering the medical examination as a managed business process with defined stages and performers. The SIPOC (Supplier–Input–Process–Output–Customer) model was used to describe the process structure and interactions.*

Time studies were conducted at the medical organization “Med-Profi” (Ulyanovsk). Based on the results, standard appointment times were established: 6–7 minutes for dermatologists and dentists, and 10–12 minutes for occupational therapists, urologists, gynecologists, and psychiatrists. The average total examination time was 84 minutes for men and 86 minutes for women.

The developed standards allow optimizing patient routes, balancing workload, and planning clinic throughput. The findings confirm the effectiveness of using the process approach and statistical methods of labor standardization in healthcare practice.

Keywords: *medical examination, labor standardization, process approach, time study.*

Введение

Актуальность исследования обусловлена ростом потока пациентов, проходящих обязательные профилактические и периодические медосмотры и диспансеризацию. Эти процедуры требуют прохождения нескольких специалистов в рамках одного визита, что создаёт высокую нагрузку, очереди и вариативность времени обслуживания. При массовом обслуживании ключевой управленческой задачей становится рациональная организация процесса и установление норм времени на приём у каждого специалиста.

Действующие нормативные акты регламентируют состав и порядок проведения профосмотров и диспансеризации, но не содержат конкретных нормативов длительности приёма врачами. Так, Приказ Минздрава РФ от 28.01.2021 № 29н утверждает порядок обязательных предварительных и периодических медосмотров работников, определяя состав специалистов, но не определяя время приёма каждым специалистом [1]. Аналогично, Приказ Минздрава РФ от 27.04.2021 № 404н устанавливает порядок профилактических осмотров и диспансеризации, задаёт структуру обследований, однако также не содержит временных нормативов [2]. Это затрудняет расчёт такта, балансировку «линии» и моделирование очередей в клинике.

Для описания объекта анализа используется процессный подход: медосмотр трактуется как бизнес-процесс с единицей потока (пациент), операциями (приёмы у специалистов), рабочими центрами (кабинеты) и выходом (итоговое заключение). Для формализации границ и логики процесса применяется инструмент SIPOC (Supplier–Input–Process–Output–Customer), широко используемый в Lean Six Sigma [3], а также закреплённый в международных стандартах менеджмента качества, включая ГОСТ Р ИСО 9001–2015 [4]. Такой подход позволяет рассматривать медицинский осмотр как аналог производственной линии с возможностью расчёта такта, выявления «узких мест» и балансировки нагрузки.

Для установления норм времени в работе применяется сравнительный метод. Его использование обосновано высокой повторяемостью операций:

приём пациентов одного профиля у конкретного врача стандартизирован, поэтому «следующий приём статистически похож на предыдущий». Метод рекомендован в методических документах Минтруда РФ по нормированию труда [5], а также описан в академической литературе, где отмечается его эффективность при анализе однотипных операций [6]. Это позволяет определить нормативное время на одного пациента по каждому этапу и далее использовать его для расчёта такта, оценки пропускной способности и моделирования очередей.

Целью настоящей работы является разработка обоснованных нормативов времени приёма врачей-специалистов при проведении обязательных медицинских осмотров на основе статистического анализа хронометражных наблюдений. Результаты исследования предназначены для последующего применения при проектировании маршрута пациентов, балансировке загрузки кабинетов и расчёте пропускной способности медицинской организации.

Бизнес-процесс медицинского осмотра: обоснование выбора набора специалистов

Исследование выполняется на базе коммерческой медицинской организации ООО «Мед-Профи» (г. Ульяновск). В соответствии с практикой предприятия в рамках профосмотра пациенты проходят консультации у следующих специалистов: дерматовенеролог, невролог, отоларинголог, офтальмолог, стоматолог, уролог (для мужчин), гинеколог (для женщин), хирург, психиатр-нарколог и терапевт-профпатолог (первичный и заключительный приём). Такой состав специалистов соответствует требованиям приказов Минздрава РФ [1; 2] и принят в организации как стандартный маршрут пациентов.

Границы процесса (SIPOC)

Для описания медосмотра как управляемого объекта используется инструмент SIPOC (Supplier–Input–Process–Output–Customer), применяемый в Lean Six Sigma и процессном управлении [3]. Метод позволяет формализовать участников и ресурсы процесса, что облегчает его анализ и последующую балансировку.

Таблица 1. SIPOC-модель медицинского осмотра

Элемент	Содержание
Supplier (поставщики)	Пациент, работодатель, страховые компании, государственные органы
Input (входы)	Документы (паспорт, направление), медицинская карта, маршрутный лист, расходные материалы
Process (процесс)	Регистрация → первичный приём у терапевта-профпатолога → обход специалистов → заключительный приём у терапевта-профпатолога
Output (выходы)	Медицинское заключение, отметка в ИС, справка/допуск
Customer (потребители)	Пациент, работодатель, страхователь, контролирующие органы

Стандартные маршруты пациентов

Согласно приказам Минздрава РФ [1; 2], состав специалистов зависит от пола, возраста и категории занятости пациента. Для целей нормирования и сравнения определены два типовых маршрута и составлена таблица операций бизнес-процесса (см. табл. 2):

- **Маршрут А (для мужчин):**

Регистрация → Терапевт-профпатолог (первичный) → Дерматовенеролог → Невролог → Отоларинголог → Офтальмолог → Стоматолог → Уролог → Хирург → Психиатр-нарколог → Терапевт-профпатолог (заключительный).

- **Маршрут В (для женщин):**

Регистрация → Терапевт-профпатолог (первичный) → Дерматовенеролог → Невролог → Отоларинголог → Офтальмолог → Стоматолог → Гинеколог → Хирург → Психиатр-нарколог → Терапевт-профпатолог (заключительный).

Таблица 2. Основные операции процесса медицинского осмотра

№	Этап (операция)	Цель/результат	Ответственный	Вход/Выход
0	Регистратура	Регистрация, оформление маршрутного листа	Администратор	Вход: документы; Выход: маршрутный лист
1	Терапевт-профпатолог (первичный)	Анамнез, формирование маршрута	Терапевт-профпатолог	Вход: карта; Выход: подтверждённый маршрут
2	Дерматовенеролог	Осмотр кожных и венерологических рисков	Дерматовенеролог	Маршрут / заключение
3	Невролог	Неврологический скрининг	Невролог	Маршрут / заключение
4	Отоларинголог	Осмотр ЛОР-органов	Отоларинголог	Маршрут / заключение
5	Офтальмолог	Проверка зрения, осмотр глаз	Офтальмолог	Маршрут / заключение
6	Стоматолог	Осмотр полости рта	Стоматолог	Маршрут / заключение
7А	Уролог (мужчины)	Урогенитальный скрининг	Уролог	Маршрут / заключение
7В	Гинеколог (женщины)	Гинекологический осмотр	Гинеколог	Маршрут / заключение
8	Хирург	Общий хирургический осмотр	Хирург	Маршрут / заключение
9	Психиатр-нарколог	Психиатрический и наркологический скрининг	Психиатр-нарколог	Маршрут / заключение
10	Терапевт-профпатолог (заключительный)	Финализация заключений, оформление справки	Терапевт-профпатолог	Вход: все заключения; Выход: итоговый документ

Методика определения объёма наблюдений и нормы времени на прием пациента (на примере врача-дерматолога)

Перед проведением наблюдений принята допустимая абсолютная погрешность измерений времени приёма — $\epsilon = \pm 1$ минута.

Выбор данного значения обусловлен практической применимостью и соответствует методическим рекомендациям по нормированию труда, согласно которым для операций длительностью от 5 до 15 минут допускается установка погрешности порядка одной минуты, обеспечивающей баланс между статистической точностью и трудоёмкостью хронометража [7, 8].

Для проведения нормирования времени приёма у дерматолога выполнено 25 хронометражных наблюдений (пилотная выборка). Результаты приведены в табл. 3.

Таблица 3. Результаты пилотных наблюдений (K = 25)

№ наблюдения	X_i время приёма, мин
1	2
2	4
3	5
4	6
5	7
6	7
7	7
8	8
9	8
10	9
11	10
12	11
13	12
14	5
15	6
16	7
17	8
18	9
19	4
20	5
21	6
22	7
23	8
24	9
25	13

Следовательно, среднее значение времени приема по пилотной выборке:

$$\overline{X}_{25} = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K X_k = \frac{1}{25} \sum X_i = 7,32 \text{ мин.} \quad (1)$$

Выборочное стандартное отклонение:

$$S_{25} = \sqrt{\frac{1}{K-1} \sum_{k=1}^K (X_k - \bar{X})^2} = \sqrt{\frac{1}{24} \sum_{i=1}^{25} (X_i - 7,32)^2} = 2,56 \text{ мин} \quad (2)$$

Коэффициент Стьюдента при $\alpha = 0,95$, $\nu = K - 1 = 24$:

$$t_{0,95;24} = 2,064 \quad (3)$$

Полуширина доверительного интервала:

$$\Delta_{25} = t_{\alpha;K} * \frac{S_k}{\sqrt{K}} = 2,064 * \frac{2,56}{\sqrt{25}} \approx 1,06 \text{ мин} \quad (4)$$

Доверительный интервал:

$$\bar{X}_{25} \pm \Delta_{25} = 7,32 \pm 1,06 \Rightarrow [6,26; 8,38] \quad (5)$$

Так как $\Delta_{25} = 1,06 > \varepsilon = 1,0$, точность не достигнута, объём выборки недостаточен.

По формуле определим требуемое количество наблюдений:

$$K^* = \left(\frac{t_{\alpha} * S_k}{\varepsilon} \right)^2 = \left(\frac{2,064 * 2,56}{1} \right)^2 \approx 28 \quad (6)$$

Следовательно, необходимо увеличить выборку до не менее чем 28 наблюдений.

Для выполнения требования по точности добавлено ещё 3 наблюдения (табл. 4).

Таблица 4. Результаты наблюдений (K = 28)

№ наблюдения	Время приёма, мин
26	3
27	4
28	5

Расчётные показатели (K = 28):

Среднее значение:

$$\bar{X}_{28} = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K X_k = \frac{1}{28} \sum X_i = 6,96 \text{ мин.} \quad (7)$$

Выборочное стандартное отклонение:

$$S_{28} = \sqrt{\frac{1}{K-1} \sum_{k=1}^K (X_k - \bar{X})^2} = \sqrt{\frac{1}{27} \sum_{i=1}^{28} (X_i - 6,96)^2} = 2,65 \text{ мин} \quad (8)$$

Коэффициент Стьюдента при $\alpha=0,95$, $\nu = K - 1 = 27$:

$$t_{0,95;27} = 2,052 \quad (9)$$

Полуширина доверительного интервала:

$$\Delta_{28} = t_{\alpha;K} * \frac{S_k}{\sqrt{K}} = 2,052 * \frac{2,65}{\sqrt{28}} \approx 1,03 \text{ мин} \quad (10)$$

Доверительный интервал:

$$\overline{X}_{28} \pm \Delta_{28} = 6,96 \pm 1,03 \Rightarrow [5,93; 7,99] \quad (11)$$

Так как $\Delta_{28} = 1,03 > 1,0$, точность ещё не достигнута. Необходимо расширить выборку.

Для выполнения требования по точности добавлено ещё 2 наблюдения (табл. 5).

Таблица 5. Результаты наблюдений после досъёма (K = 30)

№ наблюдения	Время приёма, мин
29	6
30	6

Расчётные показатели (K = 30):

Среднее значение:

$$\overline{X}_{30} = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K X_k = \frac{1}{30} \sum X_i = 6,9 \text{ мин.} \quad (12)$$

Выборочное стандартное отклонение:

$$S_{30} = \sqrt{\frac{1}{K-1} \sum_{k=1}^K (X_k - \overline{X})^2} = \sqrt{\frac{1}{29} \sum_{i=1}^{30} (X_i - 6,9)^2} = 2,56 \text{ мин} \quad (13)$$

Коэффициент Стьюдента при $\alpha=0,95$, $\nu = K - 1 = 29$:

$$t_{0,95;29} = 2,045 \quad (14)$$

Полуширина доверительного интервала:

$$\Delta_{30} = t_{\alpha;K} * \frac{S_k}{\sqrt{K}} = 2,045 * \frac{2,56}{\sqrt{30}} \approx 0,96 \text{ мин} \quad (15)$$

Доверительный интервал:

$$\overline{X}_{30} \pm \Delta_{30} = 6,9 \pm 0,96 \Rightarrow [5,94; 7,86] \quad (16)$$

Так как $\Delta_{30} = 0,96 \leq 1,0$, требуемая точность достигнута.

По результатам последовательного увеличения объёма выборки:

- при K = 25 и K = 28 требуемая точность не обеспечена ($\Delta > 1,0$);
- при K = 30 достигнута требуемая доверительная вероятность $\alpha = 0,95$ и абсолютная погрешность $\Delta = 0,96 \leq 1,0$ мин.

Итоговая оценка среднего времени приёма дерматолога:

$$\overline{X}_{30} = 6,90 \text{ мин, } \Delta = \pm 0,96 \text{ мин}$$

С учётом требований нормирования времени для производственного планирования принимается округление до целых минут. Таким образом, нормативное время приёма у дерматолога составляет:

$$T_{\text{норма}} = 7 \text{ мин}$$

при доверительной вероятности 95 % и абсолютной погрешности ± 1 мин.

Сводные нормативы времени приёма специалистов

По результатам проведённых наблюдений и расчётов, аналогичных методике, описанной для врача-дерматолога, были установлены нормативы времени приёма для всех специалистов, участвующих в проведении профосмотров. Итоговые значения приведены в таблице 6.

Таблица 6. Итоговые нормы времени приёма по специалистам

№	Специалист	Нормативное время приёма, мин
1	Терапевт-профпатолог (первичный)	10
2	Дерматовенеролог	7
3	Невролог	9
4	Отоларинголог (ЛОР)	8
5	Офтальмолог	8
6	Стоматолог	7
7А	Уролог (для мужчин)	10
7Б	Гинеколог (для женщин)	12
8	Хирург	8
9	Психиатр-нарколог	10
10	Терапевт-профпатолог (заключительный)	7

Средняя суммарная продолжительность прохождения всех специалистов составила:

- для мужчин (маршрут А) — 84 минуты;
- для женщин (маршрут В) — 86 минут.

Наибольшее время приёма характерно для врачей, чья работа связана с более глубоким обследованием и оформлением заключения (терапевт, уролог, гинеколог, психиатр-нарколог). Минимальные значения наблюдаются у специалистов с типовым осмотром (стоматолог, дерматовенеролог).

Полученные нормативы являются основой для последующего анализа пропускной способности и балансировки нагрузки между кабинетами.

Выводы

В ходе проведённого исследования медицинский осмотр был рассмотрен как управляемый бизнес-процесс, включающий последовательность стандартных операций — приёмов у специалистов. Такой подход позволил применить методы нормирования труда и статистического анализа к медицинской практике, что обеспечило количественную оценку длительности этапов и возможность оптимизации маршрута пациента.

На основе хронометражных наблюдений и расчётов были разработаны обоснованные нормативы времени приёма врачей-специалистов, участвующих в проведении обязательных профосмотров. Определение нормативов проводилось с использованием сравнительного метода и статистических критериев точности при доверительной вероятности 95 % и погрешности ± 1 минута.

Суммарная продолжительность прохождения всех специалистов составила в среднем 84 минуты для мужчин и 86 минут для женщин без учета ожиданий пациентов в очередях, что соответствует реальной практике проведения профосмотров в медицинских организациях.

Результаты исследования достигли поставленной цели — установлены

нормативные значения времени приёма специалистов, обеспечивающие обоснованное планирование медицинских осмотров. Полученные данные будут использованы для моделирования процесса прохождения пациентами профосмотра, что позволит рассчитать пропускную способность клиники, оптимизировать маршруты пациентов и планировать численность врачебного персонала.

Таким образом, применение процессного подхода и статистических методов нормирования труда позволяет перейти от эмпирического к рациональному управлению профилактическими осмотрами, повышая эффективность работы медицинской организации и комфорт пациентов.

Литература

1. Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 28 января 2021 г. № 29н «Об утверждении Порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров работников...» // Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <https://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202101290043> (дата обращения: 28.09.2025).
2. Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 27 апреля 2021 г. № 404н «Об утверждении Порядка проведения профилактического медицинского осмотра и диспансеризации определённых групп взрослого населения» // Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <https://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202106300043> (дата обращения: 28.09.2025).
3. American Society for Quality (ASQ). SIPOC Diagram // Quality Glossary. URL: <https://asq.org/quality-resources/sipoc> (дата обращения: 28.09.2025).
4. ГОСТ Р ИСО 9001–2015. Системы менеджмента качества. Требования // Официальная публикация. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200124394> (дата обращения: 28.09.2025).
5. Приказ Минтруда России от 30 сентября 2013 г. № 504 «Об утверждении Методических рекомендаций по разработке систем нормирования труда в государственных (муниципальных) учреждениях» // КонсультантПлюс. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_155090/ (дата обращения: 28.09.2025).
6. Позолотина Е. И. Сравнение методов нормирования труда // КиберЛенинка. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnenie-metodov-normirovaniya-truda> (дата обращения: 28.09.2025).
7. Матвеев С. Г., Матвеева О. П., Алексеева Е. В. *Математическое моделирование инновационных процессов: учебное пособие*. — М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2023. — 275 с. URL: <https://library.bmstu.ru/Catalog/Details/564804>; ЭБС «Лань»: <https://e.lanbook.com/book/461018> (дата обращения: 28.09.2025).
8. Методические рекомендации по нормированию труда при выполнении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ: утв. Минтрудом России, 2013 г. — URL: https://expert275.ru/wp-content/uploads/2017/11/5_МР-по-норм-труда-на-НИОКР-13_01_06.pdf (дата обращения: 07.10.2025).

УДК: 519.217.2; JEL Classification: G31

Детерминированная модель оптимизации пропускной способности процесса обязательного медицинского осмотра

Поморцев И.А.¹, Матвеев С.Г.²

¹студент 3-го курса бакалавриата, кафедра «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана, pomortsevil@yandex.ru;

²доцент, к.т.н., доцент кафедры «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана, matveevsg@bmstu.ru.

Аннотация. В работе разработана процессная модель проведения обязательных медицинских осмотров, проводимых предприятием здравоохранения. Модель разработана в нотации стандарта IDEF0. Разработана математическая детерминированная оптимизационная модель для определения максимально возможной производительности системы при заданных ограничениях на фонд рабочего времени и фонд оплаты труда медицинского персонала. В результате моделирования определено оптимальное количество специалистов на каждом этапе проведения медицинских осмотров.

Ключевые слова: предприятие, медицинские услуги, процессная модель, производительность, оптимизация, контроллинг.

Deterministic Model for Optimizing the Throughput of the Mandatory Medical Examination Process

Pomortsev Ilya¹, Sergey Matveev²

¹Student in Department of Economics and Organization of Production, Bauman Moscow State Technical University, Moscow.

²Candidate of Technical Sciences, Associate Professor in Department of Economics and Organization of Production, Bauman Moscow State Technical University, Moscow.

Abstract. The paper develops a process model for mandatory medical examinations conducted by a healthcare company. The model is developed in the notation of the IDEF0 standard. A mathematical deterministic optimization model has been developed to determine the maximum possible system performance under specified restrictions on the working time fund and the salary fund for medical personnel. As a result of the simulation, the optimal number of specialists was determined at each stage of medical examinations.

Keywords: enterprise, medical services, process model, productivity, optimization, controlling.

Введение

Система обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров работников регулируется приказами Министерства здравоохранения Российской Федерации № 29н от 28 января 2021 г. и № 404н от 27 апреля 2021 г., которые определяют состав обследований, перечень врачей-специалистов и порядок документального оформления результатов [1, 2]. Выполнение указанных процедур требует строгого соблюдения временных параметров и производственных нормативов.

Современные медицинские организации сталкиваются с необходимостью проведения массовых медицинских осмотров работников предприятий в сжатые сроки. Для обеспечения требуемой пропускной способности используются методы нормирования труда и аналитические подходы к управлению процессами, регламентированные государственными стандартами [3, 4]. Для подготовки и обоснования управленческих решений используются также инструменты и методы контроллинга [5]. Однако отсутствие универсальной методики расчета пропускной способности проведения медицинских осмотров и их длительности зачастую приводит к ошибкам, так как процесс состоит из десятков взаимосвязанных операций.

В таких условиях применение формализованных моделей позволяет:

- определить требуемое количество специалистов;
- рассчитать размер фонда оплаты труда, обеспечивающий выполнение установленных производственных задач;
- выявить «узкие места», определяющие производительность процесса.

Детерминированная модель, опирающаяся на фиксированные нормативы времени обслуживания, является предпочтительной на первом этапе исследования, поскольку медицинский осмотр — регламентированный процесс, где временные нормативы строго зафиксированы. Такой подход широко используется в исследованиях нормирования труда медицинского персонала и системного анализа [6, 7].

Описание объекта исследования

Объектом исследования является процесс проведения обязательного медицинского осмотра работников, представляющий собой многоэтапную последовательность обслуживания, в которой пациенты проходят ряд диагностических процедур и консультаций специалистов. На Рис. 1-3 приведены результаты построения процессной модели проведения медицинского осмотра, построенной в нотации стандарта IDEF0 [8].

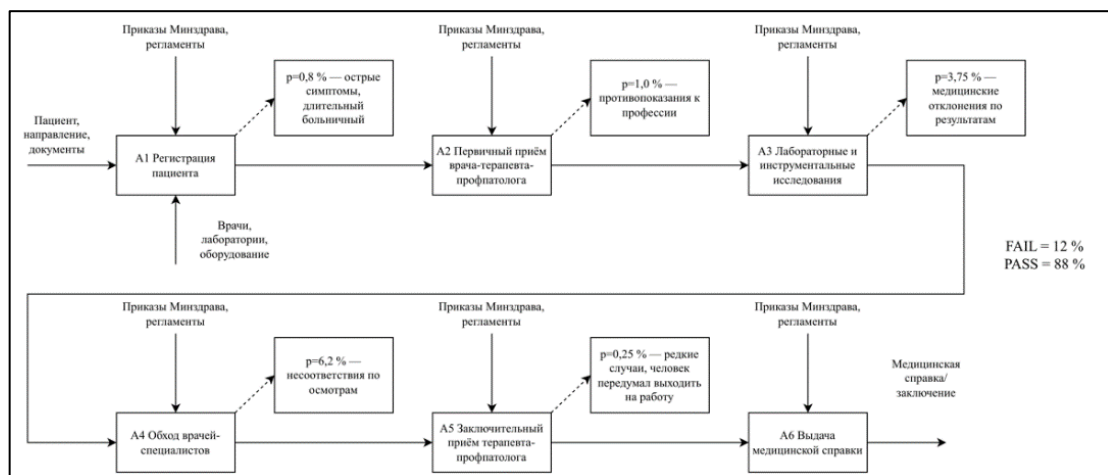


Рис. 1. Диаграмма А0. Декомпозиция первого уровня процесса “Проведение обязательного медицинского осмотра”

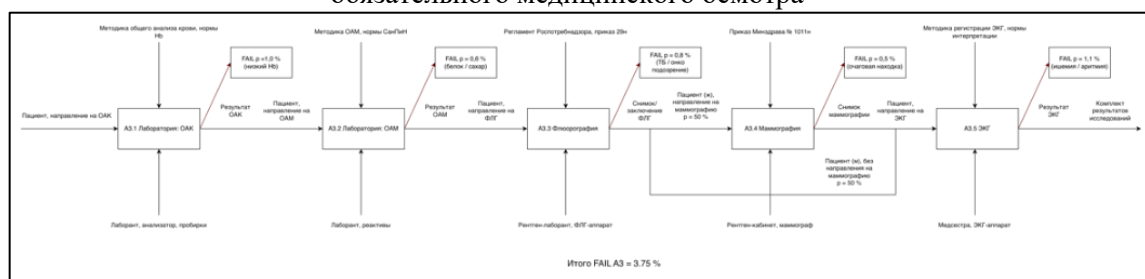


Рис. 2. Диаграмма АЗ. Декомпозиция второго уровня процесса “Лабораторные и инструментальные исследования”



Рис. 3. Диаграмма А4. Декомпозиция второго уровня процесса “Обход врачей-специалистов”

Необходимо отметить, что практически после каждого этапа процесса осмотра пациент может прекратить дальнейшее прохождение осмотра по определенным медицинским показаниям. Значения вероятностей прекращения прохождения осмотра приведены на диаграммах. Эти значения получены в результате обработки статистических данных по результатам выполнения аналогичных медицинских осмотров.

Процесс медосмотра регламентируется нормативно-правовыми документами, определяющими перечень обязательных обследований, их периодичность, требования к кадровому обеспечению и нормативы длительности выполнения отдельных диагностических операций.

Каждый этап медосмотра характеризуется фиксированной трудоёмкостью и требует участия определённого вида медицинских специалистов, располагающих ограниченным фондом рабочего времени. Поскольку обследование включает несколько последовательно выполняемых операций, производительность всей системы определяется минимальной пропускной способностью одного из этапов, что формирует «узкое место» процесса.

В данном случае процесс медицинского осмотра рассматривается как детерминированная последовательность, состоящая из 18 этапов, включая регистрацию, сбор анамнеза, лабораторные исследования, диагностику и консультации врачей различных специальностей. Для каждого этапа заданы:

- норматив времени обслуживания одного пациента;
- фонд рабочего времени специалиста;
- соответствующие экономические ограничения (оклады, суммарный фонд оплаты труда).

Наличие перечисленных выше исходных данных позволяет перейти к формализованному моделированию процесса в виде последовательной сервисной системы с ограниченными ресурсами. Основной задачей является определение оптимальной численности специалистов на каждом этапе, обеспечивающей максимальную пропускную способность всей цепочки медосмотра при наличии ограничений на фонд времени работы сотрудников и суммарный фонд оплаты их труда.

Исходные данные для моделирования

Для формализованного описания исследуемого процесса и формулирования оптимизационной задачи введем обозначения основных параметров процесса:

- λ – интенсивность входного потока пациентов (производительность процесса медицинского осмотра), пациентов/день;
- i – индекс этапа процесса медицинского осмотра, $i = \overline{1, 18}$, где 18 – общее количество этапов;
- n_i – количество сотрудников, выполняющих параллельно работы на этапе i , шт. Каждый специалист может работать только на одном этапе;
- f_i – фонд рабочего времени сотрудника на этапе i , рабочих минут/день;
- t_i – среднее нормативное время обслуживания одного пациента на i -м этапе процесса осмотра, мин.

p_i – вероятность события, состоящего в том, что после прохождения i -го этапа пациент прекратит прохождение осмотра по какой-либо медицинской причине;

$(1-p_i)$ – вероятность события, состоящего в том, что после прохождения i -го этапа пациент будет направлен на прохождение следующего, $(i+1)$ -го этапа;

q_i – вероятность события, состоящего в том, что пациент успешно пройдет обследование на $(i-1)$ -ом этапе и будет направлен на обследование на i -ом этапе. Величина q_i рассчитывается по формуле:

$$q_i = \prod_{r=1}^{(i-1)} (1 - p_r);$$

c_i – дневная ставка оплаты труда специалиста этапа i , руб./день;

C – максимальный допустимый суммарный фонд оплаты труда специалистов на всех этапах процесса медицинского осмотра, руб./день.

Значения величин исходных данных приведено в Табл. 1.

Анализ исходных данных позволяет сделать вывод, что суммарная нормативная длительность прохождения осмотра составляет 147 минут, вероятность q прохождения пациентом всех 18-ти этапов осмотра равна 0,876, а вероятность p прекращения пациентом прохождения осмотра на каком-либо из этапов равна:

$$p = (1 - q) = (1 - 0,876) = 0,124.$$

Таким образом, только примерно 88% пациентов могут пройти все этапы медицинского осмотра и получить соответствующую справку, а примерно 12% пациентов пройти все этапы не смогут по различным медицинским показаниям.

Все приведенные исходные данные являются постоянными величинами (константами). Их возможный случайный характер не учитывается. Из этого следует, что рассматриваемая модель является детерминированной.

Таблица 1. Исходные данные

i	Этап медосмотра (специалист)	t_i , мин	f_i , мин/день	c_i , руб./день	p_i	q_i
1	Мед. регистратор (A1)	5	480	3 100	0,0080	1,000
2	Врач-терапевт-профпатолог (первичн.)	12	480	5 270	0,0100	0,992
3	Лаборант ОАК	1	480	2 790	0,0100	0,982
4	Лаборант ОАМ	1	480	2 790	0,0060	0,972
5	Рентген-лаборант (ФЛП)	7	480	2 790	0,0080	0,966
6	Маммографист (маммография)	10	480	2 790	0,0050	0,959
7	Медсестра ЭКГ (физкабинет)	10	480	3 256	0,0110	0,954
8	Врач-дерматовенеролог	7	480	4 564	0,0060	0,943

i	Этап медосмотра (специалист)	t_i , мин	f_i , мин/день	c_i , руб./день	p_i	q_i
9	Врач-невролог	10	480	2 852	0,0060	0,938
10	Врач-отоларинголог (ЛОР)	8	480	2 852	0,0050	0,932
11	Врач-офтальмолог	8	480	3 100	0,0120	0,927
12	Врач-стоматолог	7	480	7 130	0,0060	0,916
13	Врач-уролог	10	480	3 100	0,0090	0,911
14	Врач-гинеколог	12	480	4 247	0,0090	0,903
15	Врач-хирург	11	480	5 270	0,0060	0,895
16	Врач-психиатр- нарколог	13	480	5 580	0,0120	0,889
17	Врач-терапевт- профпатолог (заклучит.)	10	480	5 270	0,0025	0,878
18	Мед. регистратор (А6)	5	480	3 100	0,0000	0,876
Суммарная нормативная длительность прохождения осмотра, мин		147				

С учетом введенных обозначений коэффициент загрузки сотрудников на i -ом этапе процесса k_{zi} может быть определен из следующего соотношения:

$$k_{zi} = \lambda q_i \frac{t_i}{n_i f_i}, \quad i = \overline{1, 18}; \quad (1)$$

$$0 \leq k_{zi} \leq 1, \quad i = \overline{1, 18}. \quad (2)$$

Перейдем к формализации постановки оптимизационной задачи.

Формализованная постановка задачи оптимизации

Процесс обязательного медицинского осмотра рассматривается как последовательный процесс из 18 этапов, каждый из которых обладает собственной пропускной способностью и обслуживается фиксированным числом специалистов. Необходимо найти такие значения количества персонала n_i , при которых производительность процесса λ принимает максимально возможное значение с учетом ограничения по суммарному фонду оплаты труда S , который не должен превышать 216 тыс. руб. в день.

Формализация постановки задачи нахождения максимально возможной производительности исследуемой производственной системы включает в себя описание трех групп параметров: варьируемые (или оптимизируемые) параметры, целевая функция и множество условий и ограничений [9].

Варьируемыми параметрами в данной задаче являются:

- количество n_i сотрудников, выполняющих параллельно работы на i -ом этапе, $i = \overline{1, 18}$;
- коэффициент загрузки сотрудников на одном из этапов процесса, например, k_{z1} – для первого этапа ($i=1$).

Целевая функция – это зависимость параметра производительности λ процесса медицинских осмотров от варьируемых параметров k_{z1} и количества сотрудников на первом этапе n_1 . Выражение для целевой функции может быть

получено из формулы (1):

$$\lambda(k_{31}, n_1) = k_{31} \left(\frac{n_1 f_1}{q_1 t_1} \right) \rightarrow \max. \quad (3)$$

Искомое максимально возможное значение производительности λ^* может быть записано также в другой форме:

$$\lambda^* = \lambda(k_{31}^*, n_1^*) = \max_{\substack{0 \leq k_{31} \leq 1 \\ n_1 \geq 1}} \left\{ k_{31} \left(\frac{n_1 f_1}{q_1 t_1} \right) \right\}. \quad (4)$$

В формуле (4) параметры k_{31}^* и n_1^* — это искомые оптимальные величины коэффициента загрузки и количества специалистов на первом этапе ($i=1$) процесса осмотра. Остальные оптимальные величины количества специалистов n_i^* , $i = \overline{2, 18}$ на всех остальных этапах процесса определяются с учетом ограничений, наложенных на условия решения задачи.

Множество ограничений на варьируемый параметр k_{31} включает в себя два ограничения, вытекающих из определения коэффициента загрузки:

$$k_{31} \geq 0; \quad (5)$$

$$k_{31} \leq 1. \quad (6)$$

Помимо этих двух ограничений, еще 17-ть ограничений на варьируемый параметр k_{31} получаем из того, что условием работоспособности любой производственной системы является отсутствие перегрузки сотрудников на всех этапах процесса. Это условие может быть записано в виде следующего множества неравенств, аналогичных неравенству (2):

$$0 \leq k_{3i} \leq 1, \quad i = \overline{2, 18}. \quad (7)$$

Выразим коэффициенты загрузки k_{3i} , $i = \overline{2, 18}$ через варьируемый параметр k_{31} с использованием формул для определения коэффициентов загрузки ресурсов (1) и формулы (3) целевой функции для производительности $\lambda(k_{31})$:

$$k_{3i} = \lambda(k_{31}^*, n_1^*) q_i \left(\frac{t_i}{n_j f_j} \right) = k_{31} \left(\frac{n_1 f_1}{q_1 t_1} \right) \left(\frac{q_i t_i}{n_j f_j} \right), i = \overline{2, 18}. \quad (8)$$

Подставляя выражения для k_{3j} из формул (8) в неравенства (7) и рассматривая их левые части, получаем:

$$k_{31} \left(\frac{n_1 f_1}{q_1 t_1} \right) \left(\frac{q_i t_i}{n_j f_j} \right) \leq 1, \quad i = \overline{2, 18}.$$

Откуда могут быть получены еще 17 ограничений на варьируемый параметр k_{31} :

$$k_{31} \leq \left(\frac{q_1 t_1}{n_1 f_1} \right) \left(\frac{n_j f_j}{q_i t_i} \right), \quad i = \overline{2, 18}. \quad (9)$$

Таким образом, в данной оптимизационной задаче имеется 19 ограничений на варьируемый параметр k_{31} : это ограничения (5), (6), (9).

Ограничения для варьируемых параметров n_i :

$$n_i \geq 1, \quad n_i - \text{целое}, \quad i = \overline{1, 18}. \quad (10)$$

Ограничение по фонду оплаты труда:

$$C \geq \sum_{i=1}^{18} c_i n_i, \quad i = \overline{1, 18}. \quad (11)$$

Данная оптимизационная задача относится к классу задач нелинейного программирования, поскольку целевая функция (3) и ограничения (9) нелинейно зависят от варьируемых параметров k_{31} и n_i . При решении данной задачи можно использовать метод обобщённого понижающего градиента (ОПГ).

После нахождения оптимальных величин k_{31}^* и n_i^* , при которых производительность принимает максимальное значение λ^* , значения коэффициентов загрузки сотрудников на всех остальных этапах процесса k_{zi}^* , $i = 2, 18$ могут быть найдены по формуле (8).

Численное решение оптимизационной задачи

Решение сформулированной задачи оптимизации проведено в табличном редакторе с применением надстройки «Поиск решения» с использованием метода ОПГ. На Рис. 4 приведена построенная в редакторе таблица с исходными данными и результатами решения сформулированной оптимизационной задачи.

На Рис. 5 представлено диалоговое окно надстройки «Поиск решения». На Рис. 6. Приведены диаграммы с результатами определения оптимальных значений коэффициента загрузки k_{31}^* и оптимальных значений n_i^* количества сотрудников на всех этапах процесса медицинского осмотра.

▲	A	B	C	D	E	F	H	I	J	K
1	i	Этап (врач)	t_i	f_i	p_i	q_i	n_i^*	c_i	$f_i^* n_i / (t_i^* q_i)$	k_{zi}^*
2	1	Мед. регистратор (А1) 1	5	480	0,0080	1,000	2	3 100	192	0,79
3	2	Врач-терапевт (первичный) 2	12	480	0,0100	0,992	4	5 270	161	0,94
4	3	Лаборант ОАК 3	1	480	0,0100	0,982	1	2 790	489	0,31
5	4	Лаборант ОАМ 4	1	480	0,0060	0,972	1	2 790	494	0,31
6	5	Рентген-лаборант (ФЛГ) 5	7	480	0,0080	0,966	3	2 790	213	0,71
7	6	Маммографист (маммография) 6	10	480	0,0050	0,959	4	2 790	200	0,75
8	7	Медсестра ЭКГ (физкабинет) 7	10	480	0,0110	0,954	3	3 256	151	1,00
9	8	Врач-дерматовенеролог 8	7	480	0,0060	0,943	3	4 564	218	0,69
10	9	Врач-невролог 9	10	480	0,0060	0,938	3	2 852	154	0,98
11	10	Врач-отоларинголог (ЛОР) 10	8	480	0,0050	0,932	3	2 852	193	0,78
12	11	Врач-офтальмолог 11	8	480	0,0120	0,927	3	3 100	194	0,78
13	12	Врач-стоматолог 12	7	480	0,0060	0,916	3	7 130	224	0,67
14	13	Врач-уролог 13	10	480	0,0090	0,911	3	3 100	158	0,95
15	14	Врач-гинеколог 14	12	480	0,0090	0,903	4	4 247	177	0,85
16	15	Врач-хирург 15	11	480	0,0060	0,895	4	5 270	195	0,77
17	16	Врач-психиатр-нарколог 16	13	480	0,0120	0,889	4	5 580	166	0,91
18	17	Врач-терапевт (закл.очит.) 17	10	480	0,0025	0,878	3	5 270	164	0,92
19	18	Мед. регистратор (А6) 18	5	480	0,0000	0,876	2	3 100	219	0,69
20		Длительность цикла осмотра, мин	147	Сумма колич. сотрудников			53			
21							$c_i^* n_i$	215 350		
22							C	216 000		
23							λ^*	151,0		

Рис. 4. Таблица в редакторе с исходными данными и результатами решения сформулированной оптимизационной задачи

Параметры поиска решения

Оптимизировать целевую функцию: ↑

До: ☒ Максимум ☐ Минимум ☐ Значения:

Изменяя ячейки переменных: ↑

В соответствии с ограничениями:

Добавить
Изменить
Удалить
Сбросить
Загрузить/сохранить

☒ Сделать переменные без ограничений неотрицательными

Выберите метод решения: Параметры

Метод решения

Для гладких нелинейных задач используйте поиск решения нелинейных задач методом ОПГ, для линейных задач - поиск решения линейных задач симплекс-методом, а для негладких задач - эволюционный поиск решения.

Справка Найти решение Закрыть

Рис. 5. Диалоговое окно надстройки «Поиск решения»

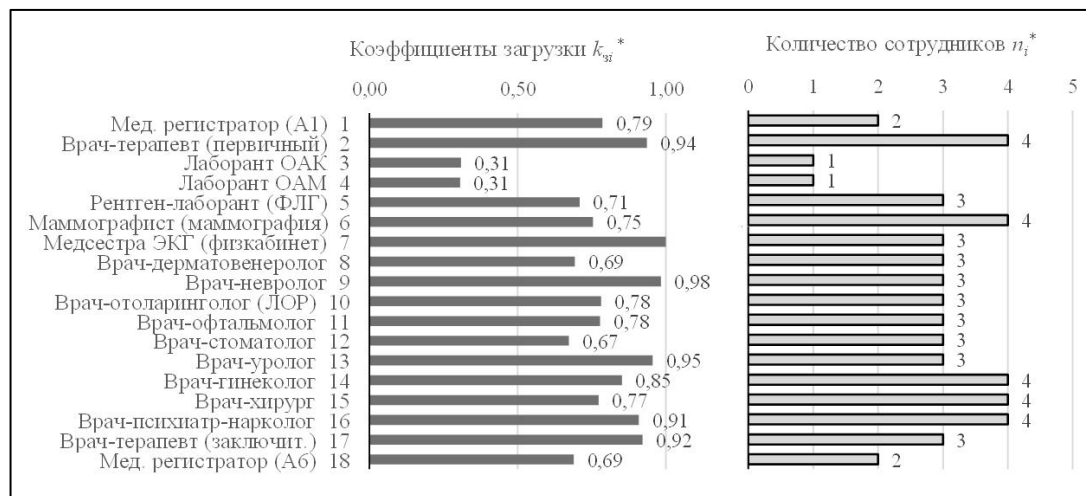


Рис. 6. Результаты определения оптимальных значений коэффициентов загрузки и оптимального количества сотрудников на всех этапах процесса медосмотра

В результате решения оптимизационной задачи получено, что максимально возможное значение производительности составляет $\lambda^*=151$

пациент в день. Из них 132 пациента (88%) успешно пройдут все этапы медицинского осмотра, а 19 пациентов (12%) пройти все этапы не смогут по различным медицинским показаниям. Суммарное оптимальное количество сотрудников составляет 53 человека. Суммарные затраты на фонд оплаты труда составляют 215,35 тыс. руб./день, что меньше допустимого сначения $C=216$ тыс. руб. в день. С наиболее высоким коэффициентом загрузки (от 0,91 до 1,0) работают сотрудники на этапах 2, 7, 9, 13, 16 и 17. Это основные «узкие места» исследуемого процесса, которые определяют величину максимально возможной производительности λ^* .

В данной модели не учитывается действие случайных факторов, так как главной задачей была разработка идеальной ситуации, при которой врачи будут принимать максимальное количество пациентов в день.

О необходимости учета действия случайных факторов при решении задачи определения максимально возможной производительности процесса

Целью создания любой производительного процесса является не только выпуск продукции или оказание услуг заданной номенклатуры и количества, но и выполнение этих работ в заданные сроки.

Анализируя диаграмму (Рис. 6), можно отметить, что в результате проведенных расчетов с использованием изложенной детерминированной модели при стремлении найти максимально возможное значение производительности λ^* , значения коэффициентов загрузки ее ресурсов на этапах 2, 7, 9, 13, 16 и 17 (на шести этапах из восемнадцати) приближаются к 1. При этом суммарная длительность прохождения осмотра не изменяется и всегда равна 147 мин (последняя строка в Табл. 1).

Это объясняется тем, что рассмотренная модель является детерминированной, в которой исходные данные и варьируемые параметры являются определенными (неслучайными) величинами, то есть константами, и в этих моделях не учитывается действие случайных факторов. На практике детерминированные задачи встречаются крайне редко. Действие случайных факторов отражается в неравномерности поступления заявок на вход системы (входные потоки – потоки случайных событий), длительность выполнения работ на каждом этапе процесса в общем случае также является случайной величиной, а не константой. Все это приводит к возникновению очередей между последовательными этапами и длительность нахождения заявок в этих очередях начинает резко возрастать при приближении коэффициентов загрузки k_3 используемых ресурсов к единице.

В таком случае, согласно теоретическим результатам, полученным в теории систем массового обслуживания, длина очереди и длительность ожидания начала обработки заявки растут бесконечно. Так, для стохастических одноканальных систем массового обслуживания с ожиданием средняя длина очереди $L_{оч}$ перед каналом обслуживания (процессом, ресурсом, этапом работ) определяется по формуле [10]:

$$L_{оч} = \frac{k_3^2}{1 - k_3}, \quad (12)$$

а средняя длительность пребывания заявок в очереди $T_{оч}$ определяется по формуле:

$$T_{оч} = \frac{1}{\lambda} L_{оч} = \frac{1}{\lambda} \frac{k_3^2}{(1 - k_3)}, \quad (13)$$

где λ – производительность рассматриваемой системы массового обслуживания.

Из формул (12) и (13) видно, что при $k_3 \rightarrow 1$ знаменатель становится близким к нулю, а параметры очереди $L_{оч}$ и $T_{оч}$ стремятся к бесконечности ($L_{оч} \rightarrow \infty$ и $T_{оч} \rightarrow \infty$). Такие системы в предельном режиме становятся нестационарными и практически неработоспособными (дождаться когда-либо выполнения хотя бы нескольких заказов не представляется возможным).

Таким образом, использование детерминированных моделей для расчета показателей производительности не позволяют учесть один из важнейших целевых показателей любой процессной системы – своевременность выполнения процесса оказания услуг. Это является одним из главных и наиболее серьезных недостатков детерминированных моделей расчета производительности производственных систем. Учет действия случайных факторов возможен при использовании в расчетах не детерминированных (предопределенных), а стохастических (вероятностных) аналитических и имитационных моделей работы процессной системы.

Это, в свою очередь, позволяет находить значения рациональных уровней производительности и необходимого уровня ее резервов с учетом заданных требований и ограничений по срокам и длительностям выполнения работ в исследуемых процессах.

Поэтому при обосновании окончательного управленческого решения о достижении максимально возможной производительности, следует дополнительно с результатами решения детерминированной задачи использовать также результаты стохастического (имитационного) моделирования работы сложной системы.

Заключение

Действующие в стране нормативные акты обуславливают необходимость проведения массовых медицинских осмотров работников предприятий в сжатые сроки. Для медицинских организаций является актуальной задача обеспечения максимальной производительности процессов проведения таких осмотров.

Процесс медосмотра рассмотрен как последовательная многоэтапная система обслуживания, для его описания построена процессная модель в нотации стандарта IDEF0.

Разработана формализованная постановка задачи нахождения максимально возможной производительности процесса медицинского осмотра пациентов с учетом ограничений на фонд оплаты труда медицинского персонала. Использование метода нелинейного программирования – метода обобщённого понижающего градиента, программы табличного редактора и надстройки «Поиск решения» позволило вычислить оптимальные значения необходимого количества сотрудников на каждом этапе процесса медицинского осмотра пациентов и их коэффициентов загрузки. Определены «узкие места»

процесса – этапы, коэффициенты загрузки сотрудников на которых близки к единице.

Результаты моделирования могут быть использованы для расчета теоретического значения максимально возможной производительности процессной системы с учетом имеющихся ограничений, а также для верификации стохастических моделей описания работы сложных систем, в которых имеется возможность учитывать действие случайных факторов.

Литература

1. Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 28 января 2021 г. № 29н «Об утверждении Порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров работников...». Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <https://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202101290043> (дата обращения: 23.11.2025).
2. Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 27 апреля 2021 г. № 404н «Об утверждении Порядка проведения профилактического медицинского осмотра и диспансеризации определённых групп взрослого населения». Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <https://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202106300043> (дата обращения: 23.11.2025).
3. ГОСТ Р ИСО 9001–2015. Системы менеджмента качества. Требования. Москва: Стандартинформ, 2015. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200124394> (дата обращения: 23.11.2025).
4. Методические рекомендации по разработке систем нормирования труда в государственных учреждениях. Утв. Минтрудом России 30 сентября 2013 г. № 504. КонсультантПлюс. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_155509/ (дата обращения: 23.11.2025).
5. Фалько С.Г. Контроллинг в процессе внедрения и оптимизации производственных систем. Контроллинг, 2017. №1. С. 2–5.
6. Лозовицкая Е. Н. Сравнение методов нормирования труда. КиберЛенинка. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnenie-metodov-normirovaniya-truda> (дата обращения: 23.11.2025).
7. SIPOC Diagram. Quality Glossary. American Society for Quality (ASQ). URL: <https://asq.org/quality-resources/sipoc> (дата обращения: 23.11.2025).
8. РД IDEF0 – 2000. Методология функционального моделирования IDEF0. Руководящий документ. М.: Госстандарт России, 2000. 75 с.
9. Матвеев С.Г., Алексеева Е.В., Смекалова Е.Э. Оптимизационная модель для расчета максимальной производительности однономенклатурной производственной системы. Инновации в менеджменте, 2025. № 3. С. 42–49.
10. Кирпичников А.П. Методы прикладной теории массового обслуживания. М.: ЛЕНАНД, 2018. 224 с.

УДК 65.012.123, 621.9.06:65.012.123, JEL Classification: C44, D24

Рациональный выбор оборудования с ЧПУ для предприятий ракетно-космической отрасли

Постникова Е.С.¹, Титов Д.С.²

¹доцент, к.т.н., доцент кафедры «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана, postnikova.el@bmstu.ru;

²аспирант кафедры «Промышленная логистика» МГТУ им. Н.Э. Баумана, daniil_titov@bk.ru.

Аннотация. Статья посвящена разработке метода оптимального выбора фрезерных станков с ЧПУ для предприятий ракетно-космической области. Выделены основные характеристики эффективности оборудования: качество обработки, производительность, экономичность и состояние технологической системы. Применен метод анализа иерархий для структурирования решения, результаты показали приоритетность точности позиционирования, повторяемости, количества дефектов и максимальной скорости вращения шпинделя.

Ключевые слова: МАИ, качество обработки, оборудование с ЧПУ.

Rational Selection of CNC Equipment for Aerospace and Rocket-Space Enterprises

Elena Postnikova¹, Daniil Titov²

¹Associate Professor, PhD in Engineering, Associate Professor, Department of Economics and Organization of Production, Bauman Moscow State Technical University;

²Postgraduate Student, Department of Industrial Logistics, Bauman Moscow State Technical University.

Abstract. The article is devoted to developing a method for optimal selection of CNC milling machines for aerospace and rocket-space enterprises. The main characteristics of equipment efficiency are identified: processing quality, productivity, cost-effectiveness, and technological system state. The Analytic Hierarchy Process (AHP) method is applied to structure the decision-making. The results demonstrated the priority of positioning accuracy, repeatability, defect quantity, and maximum spindle rotation speed.

Key words: equipment optimal selection, CNC milling machines, analytic hierarchy process, processing quality, equipment reliability.

Введение

Современные предприятия ракетно-космической отрасли (РКО) обладают значительным количеством разнообразных ресурсов, используемых ими при

производстве ракетно-космической техники (РКТ), ключевым из которых является оборудование, поскольку именно оно является основным фактором обеспечения качества обработки деталей, требования к которому для данного вида изделий достаточно жесткие. В связи с этим актуальной является проблема подбора механообрабатывающего оборудования для обеспечения заданного уровня качества деталей [1, 2, 3, 4].

В текущей практике выбор типа и вида металлорежущего оборудования осуществляется по функциональным параметрам, виду обрабатываемых материалов, производительности, экономичности использования, а также с учетом инфраструктурных ограничений.

В первую очередь анализируют характеристики назначения, к которым можно отнести следующие: ход по осям, размер рабочего стола, высоту от стола до шпинделя, мощность привода шпинделя, максимальную нагрузку на стол. Выбираются модели, показатели которых соответствуют требованиям производства по размерным параметрам рабочей зоны, возможности обработки определенных материалов и т.п., поскольку если оборудование не подходит по размеру рабочей поверхности или, например, мощности привода может физически не хватить для обработки материала заготовки, рассматривать такие варианты не целесообразно.

Важной характеристикой выбора является производительность оборудования. При выборе той или иной модели станка также учитывают его надежность, от которой зависят фактическая производительность и стабильность производственного процесса, так как внезапные отказы в межремонтный период могут приводить к задержкам выполнения проектов, а также выпуску бракованных изделий [5].

При этом традиционный подход к выбору оборудования обладает существенными ограничениями. Так, например, предполагается, что качество обработки будет обеспечено в соответствии с классом точности станка, т.е. в основном учитывают возможность обеспечения определенных параметров макрогеометрии детали. При этом ее качество характеризуется также микрогеометрией и отдельными дефектами поверхности, напряженным состоянием материала детали, а также изменениями структуры материала в результате фазовых переходов в процессе обработки, которые зависят в значительной степени от режимов резания; фактического состояния оборудования (в результате продолжительности и интенсивности его использования, количества проведенных ремонтов и др.); стойкости режущего инструмента и других факторов.

Поэтому целесообразно одновременно оценивать возможность обеспечения требуемой производительности и заданного качества по всем параметрам, учитывая при этом экономические показатели.

Стоит отметить, что формы поверхности детали могут быть получены различными технологическими методами, обеспечивая различные свойства материала после обработки, однако в данной работе авторы сконцентрировались на рассмотрении фрезерного оборудования с ЧПУ, широко применяемого в РКО при изготовлении компонентов редукторов - корпусов, валов и подшипников, а также других деталей изделий.

Описанные ограничения традиционного подхода говорят об актуальности разработки метода решения задачи выбора оборудования с учетом результатов комплексных исследований по связям свойств материалов [6], а также с учетом технологической наследственности, которая формируется при встраивании новой единицы оборудования в определенную технологическую систему [7].

Основная часть

Задача оптимального выбора оборудования может рассматриваться как многокритериальная задача, при решении которой требуется выбрать вариант, обеспечивающий наиболее высокий уровень качества при наиболее высоком уровне производительности, характеризующийся при этом наименьшими затратами в связи с приобретением и эксплуатацией станка в сравнении с альтернативными вариантами.

Постановку задачи можно сформулировать как выбор конкретных единиц оборудования из рассматриваемого возможного перечня вариантов (совокупности однотипного оборудования на предприятии) следующим образом:

пусть $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ - множество альтернативных вариантов оборудования. Каждая i -я альтернатива характеризуется совокупностью частных критериев $K_i = \{Q_i, P_i, C_i, S_i\}$, где:

- Q_i - комплексный показатель качества обработки;
- P_i - комплексный показатель производительности;
- C_i - комплексный показатель экономичности использования оборудования в течение срока службы;
- S_i - комплексный показатель состояния оборудования в момент исследования.

Процедура выбора осуществляется в два этапа. На первом этапе выделяется множество допустимых альтернатив $A^{\text{доп}} \subseteq A$, удовлетворяющих жестким ограничениям по качеству и плану производства:

$$A^{\text{доп}} = \{a_i \in A \mid Q_i \geq Q^{\min} \wedge P_i \geq P^{\text{план}}\},$$

где $Q^{\min}$ - заданный уровень качества обработки, а $P^{\text{план}}$ - производительность оборудования в соответствии с плановым заданием.

На втором этапе для ранжирования допустимых альтернатив из множества $A^{\text{доп}}$ и выбора наилучшего варианта a^* используется интегральный показатель эффективности $J(a_i)$. Задача сводится к поиску альтернативы, максимизирующей функцию полезности:

$$a^* = \arg \max_{a_i \in A^{\text{доп}}} J(a_i) = \arg \max_{a_i \in A^{\text{доп}}} \sum_{j=1}^4 w_j \cdot \bar{k}_{ij},$$

где:

- w_j - весовые коэффициенты значимости критериев ($\sum w_j = 1$), которые могут быть определены экспертным путем с учетом приоритетов производства (баланс между качеством обработки, производительностью и экономическими параметрами);

- $\bar{k}_{ij}$ - нормированные значения частных критериев, приведенные к безразмерной шкале $[0; 1]$.

Нормирование критериев, подлежащих максимизации (качество обработки Q , производительность P , состояние оборудования S), производится по формуле линейного масштабирования:

$$\bar{k}_{ij} = \frac{k_{ij} - k_j^{\min}}{k_j^{\max} - k_j^{\min}}.$$

Для экономического критерия C (экономичность использования), подлежащего минимизации, применяется обратное нормирование:

$$\bar{k}_{ic} = \frac{k_c^{\max} - k_{ic}}{k_c^{\max} - k_c^{\min}}.$$

Таким образом, решение задачи сводится к определению оборудования a^* , обладающего максимальным значением интегрального показателя $J(a^*)$ при обязательном выполнении граничных условий производства.

Так как показатели надежности оборудования, качества обработки изделий и производительности требуют многокритериальной оценки, при чем, часть этих критериев оценивается субъективно экспертами, имеющими опыт работы с данным оборудованием, для решения этой задачи предлагается использовать метод анализа иерархий (МАИ) [8]. Этот метод позволяет рассматривать совокупность критериев системно, а анализ характеристик оборудования и связей между ними даёт возможность построить иерархию для проведения экспертной сравнительной оценки альтернативных вариантов при выборе оборудования, наиболее рационального с точки зрения потребностей и задач конкретного производства.

МАИ помогает структурировать сложные проблемы принятия решений путем декомпозиции их на иерархические уровни, где на верхних уровнях располагаются цели, а на нижних - конкретные альтернативы. Это дает возможность систематически сравнивать элементы каждого уровня иерархии попарно, используя шкалу численных оценок предпочтений, что позволяет количественно оценить согласованные качественные суждения эксперта и преобразовать их в численные приоритеты.

Иерархия принятия решений представляет собой многоуровневую схему, уровни которой отвечают критериям, показателям и вариантам машин. Элементы одного уровня сопоставимы, то есть они являются элементами одной и той же природы. Вся схема структурирует процесс выработки решений, разбивая его на отдельные этапы, на каждом из которых осуществляется попарное сравнение значимости элементов нижнего уровня с точки зрения элемента предыдущего уровня.

Прямой расчёт комплексных показателей оборудования является сложной задачей, поэтому для построения иерархии в рамках МАИ необходимо провести их декомпозицию с целью выделения оцениваемых характеристик, влияющих на каждый из критериев отбора. Авторы исследования на основе анализа мнений экспертов в области РКТ и работников РКО высокой квалификации дали следующие определения исследуемым критериям отбора и выделили факторы, оказывающие на них влияние:

Критерий 1 - качество обработки - совокупная характеристика, описывающая способность станка выполнять операции по обработке изделий с минимальными, или допустимыми отклонениям от заданных параметров [9]. Качество зависит от множества параметров, включая макрогеометрию и микрогеометрию поверхности, напряженность материала после обработки, изменений структуры материала в результате обработки и количества дефектов, возникающих при обработке на том или ином оборудовании.

Количество дефектов, возникающих при обработке, оценивается по накопленным статистическим данным выходного контроля готовых изделий, структура материала зависит в основном от материала заготовки, а напряженность детали и точность изготовления зависят во многом от следующих факторов:

- точность позиционирования - отклонение, с которой программа станка способна разместить инструмент относительно заданных координат обработки;
- повторяемость - показатель воспроизводимости, отражающий способность станка многократно достигать одного и того же положения рабочего органа с минимальным разбросом;
- скорость подачи - влияет на микрогеометрию и напряженное состояние детали после обработки;
- тип системы охлаждения - классификационная характеристика, обозначающая конструкцию и принцип действия системы теплоотвода при резании, определяет тепловой режим и состояние материала;
- наличие защиты от стружки и пыли - классификационная характеристика, обозначающая конструкцию и принцип действия системы теплоотвода при резании, обеспечивает чистоту обработки;
- максимальная скорость вращения шпинделя - влияет на режимы резания и тем самым на качество обработки;
- разрешение системы управления - параметр, характеризующий минимальный элементарный шаг позиционирования, на который способна система ЧПУ перемещать рабочие органы.

Критерий 2 - производительность - объём операций, выполняемый оборудованием в единицу времени в соответствии с его конструктивными особенностями, технической характеристикой и рабочими параметрами. Для фрезерных станков с ЧПУ производительность определяется временем цикла обработки одной детали или партии деталей.

В условиях реального производства фактическая производительность существенно ниже паспортной, так как включает время на вспомогательные операции, переналадки и учитывает влияние надёжности оборудования. Разрыв между паспортной и фактической производительностью становится критическим для предприятий РКО, где производство характеризуется особыми условиями: мелкосерийностью и единичностью выпуска, требующими частых переналадок; необходимостью обработки сложных профилей деталей (редукторы, корпуса, валы) с длительными циклами; обработкой труднообрабатываемых материалов (титановые сплавы, жаропрочные стали) с

ограничениями по скоростям резания. При этом высокие требования к качеству продукции зачастую вынуждают изменять режимы резания, что дополнительно снижает производительность. Таким образом, выбор станка должен осуществляться не только по паспортным характеристикам, но и с учётом реальной способности оборудования поддерживать необходимую производительность в условиях, специфичных для производства РКТ, где установление баланса между качеством обработки и производительностью является отдельной важной задачей.

Авторы работы в ходе анализа мнений экспертов и информации от производителей выделили следующие параметры, влияющие на производительность:

- время смены инструмента - параметр, характеризующий длительность цикла автоматической замены режущего инструмента в шпинделе станка, оборудование с быстрой системой смены инструмента позволяет сократить длительность вспомогательных операций;
- наличие системы распознавания инструментов - характеристика, указывающая на наличие автоматического устройства идентификации установленного в шпинделе инструмента, автоматическое распознавание типа и параметров установленного инструмента уменьшает длительность вспомогательных операций;
- надёжность оборудования.

Подкритерий 2.1 - надёжность оборудования, по определению представленному в ГОСТ - свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования [10, 11]. Поскольку комплексная её оценка для конкретной модели станка затруднена многокритериальностью самого понятия, в данной работе она разложена на следующие компоненты:

- безотказность - свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или наработки в заданных режимах и условиях применения;
- сохраняемость - свойство объекта сохранять в заданных пределах значения параметров, характеризующих способность объекта выполнять требуемые функции, в течение и после хранения и (или) транспортирования;
- долговечность - свойство объекта сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта;
- ремонтпригодность - свойство объекта, заключающееся в его приспособленности к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем технического обслуживания и ремонта [12, 13].

Критерий 3 - экономичность использования оборудования - характеристика, описывающая общий объём расходов, связанный с использованием того или иного вида оборудования. Затраты на оборудование в общем случае состоят из двух основных компонентов - капитальных затрат на приобретения оборудования и расходов на эксплуатацию в течение установленного периода использования. В рамках данного исследования вопрос приобретения оборудования не рассматривается, так как несёт за собой множество дополнительных ограничений, связанных со сроками поставок оборудования, специальными условиями размещения оборудования, оценкой текущих возможностей предприятия по использованию такого оборудования и т.д.

Для характеристики экономичности использования проведена декомпозиция на следующие элементы:

- стоимость обслуживания - показатель, характеризующий совокупные затраты на профилактическое обслуживание, включающие регулярную смазку механизмов, замену фильтров, чистку охлаждающей системы, проверку и регулировку узлов, калибровку приборов контроля и диагностику технического состояния;
- стоимость ремонта - показатель, отражающий затраты на устранение неисправностей и отказов станка, включая плановую замену изношенных или поврежденных деталей для доведения станка до рабочего состояния;
- энергопотребление и стоимость расходных материалов - комплексный показатель, характеризующий операционные затраты на электроэнергию, необходимую для работы станка, а также на расходные материалы, включающие охлаждающую жидкость, абразивные материалы для обработки, фильтры, смазочные материалы и прочее.

Критерий 4 - состояние технологической системы - комплексный критерий, характеризующий текущую способность оборудования выполнять заданные технологические операции и определяемый уровнем физического износа узлов и стабильностью выходных параметров. Данная характеристика оказывает прямое влияние на качество обработки и производительность, и представлена совокупностью следующих элементов:

- количество проведённых ремонтов - показатель технического состояния оборудования, отражающий число значительных восстановительных работ, произведенных на момент анализа. Используется для оценки интенсивности отказов, эффективности профилактического обслуживания и прогнозирования остаточного ресурса станка. После восстановления частей станков, показатели точности обработки как правило не достигают оригинальных, и проведение большого количества ремонтов говорит о том, что оборудование скорее всего обладает в значительной степени отличными от паспортных характеристиками [14, 15].

- жёсткость системы станок-приспособление-инструмент-деталь - характеристика, определяющая сопротивление технологической системы упругим деформациям под действием сил резания. Низкая жесткость приводит к возникновению вибраций и волнистости обработанной поверхности.
- уровень вибраций при работе - параметр, характеризующий амплитуду и частотный спектр механических колебаний станка во время обработки. Избыточные вибрации приводят к снижению точности обработки, преждевременному износу подшипников и режущего инструмента, ухудшению качества поверхности.
- загрязнённость и коррозия деталей станка - показатель технического состояния, отражающий степень накопления стружки, абразивной пыли, остатков охлаждающей жидкости и других загрязнений на поверхностях механизмов, а также развитие коррозионных процессов на металлических деталях. Влияет на надежность работы направляющих, приводов, датчиков, скорость износа деталей и требует учета при планировании профилактического обслуживания.
- срок использования станка - характеристика, обозначающая продолжительность времени эксплуатации оборудования с момента ввода в эксплуатацию. Влияет на интенсивность отказов, стоимость обслуживания и остаточную стоимость оборудования при переоценке или продаже.
- износ режущего инструмента - показатель технического состояния режущей кромки, характеризующий степень механического стирания, пластической деформации, скалывания или крошения лезвия инструмента в результате воздействия абразивных сил и высоких температур резания. Накопление износа приводит к повышению сил резания, повышению температуры, ухудшению качества поверхности и точности обработки, требует своевременной замены инструмента для сохранения производительности и качества работы.

Выделенные характеристики, расположенные в иерархию, размещены по следующим уровням:

0. Цель иерархии - рациональный отбор оборудования для выполнения проекта по изготовлению изделий.
1. Качество обработки (КО), производительность (ПР), экономичность (ЭК), состояние технологической системы (СТС).
2. Количество дефектов, возникающих при обработке (КД), структура материала (СМ), напряжённость материала заготовки (НМ), точность обработки (ТО), время смены инструмента (ВСИ), надежность оборудования (НО), наличие системы распознавания инструментов (НСРИ), стоимость обслуживания (СО), стоимость ремонта (СР), энергопотребление и стоимость расходных материалов (ЭПРМ), износ режущего инструмента (ИРМ), количество проведенных ремонтов (КПР), жесткость системы станок-приспособление-инструмент-деталь (ЖС), срок использования станка (СИ), уровень вибраций при работе (УВ), загрязненность и коррозия деталей станка (ЗКД).

3. Скорость подачи (СП), тип системы охлаждения (ТСО), наличие защиты от стружки и пыли (НЗСП), максимальная скорость вращения шпинделя (МСВШ), точность позиционирования (ТП), повторяемость (ПО), разрешение системы управления (PCY), безотказность (БЕ), долговечность (ДО), ремонтпригодность (РП).
4. Модели исследуемого оборудования - ARTISAN 1K52 M07, Start 600 PRO, ARTISAN 1K52 PRO M15, RH200-01, M23 (серия D).

Результаты экспертной оценки методом МАИ

В соответствии с принципами МАИ, были произведены попарные сравнения представленных в модели характеристик для определения относительных значимостей в каждой паре. Для проведения данной процедуры допустимо использовать различные программные продукты, в рамках этой работы применялась система АНР-OS [16]. На основании ответов экспертов, оценивавших превосходство одного параметра над другим, были определены веса каждого из них внутри иерархии, также была проведена оценка согласованности ответов экспертов, во всех случаях коэффициент согласованности не превышал 9% ($CR < 9\%$).

Иерархия характеристик и их приоритетов при рациональном отборе оборудования для выполнения проекта по изготовлению изделий (с указанием приоритетов каждой исследуемой характеристики) представлена на Рис. 1.

Анализ результатов, полученных по итогам проведения сравнений, показал следующее: основными приоритетами с точки зрения экспертов являются точность позиционирования, повторяемость, количество дефектов и максимальная скорость вращения шпинделя. Полученные результаты сходятся с общим представлением о важности характеристик станков, а также выделяют дополнительный важный параметр - исторические данные о количестве дефектов, возникающих при обработке деталей на той или иной модели станка. Это подчеркивает необходимость создания учётной системы и накопления статистических данных о состоянии станков и его изменении во времени. Среди отобранных моделей доступного оборудования наиболее оптимальной в условиях поставленной задачи оказалась модель ARTISAN 1K52 PRO, в основном благодаря высоким показателям точности позиционирования и повторяемости, а также меньшему количеству дефектных деталей, получаемых в результате обработки заготовок на данном станке на предприятии. Полученная иерархия применима и на других предприятиях с аналогичным оборудованием, однако требует адаптации в соответствии со спецификой производимых изделий. Расширение экспертной базы за счёт привлечения дополнительных внутренних и внешних специалистов в процесс оценки способно уточнить расчёт приоритетов в иерархии.

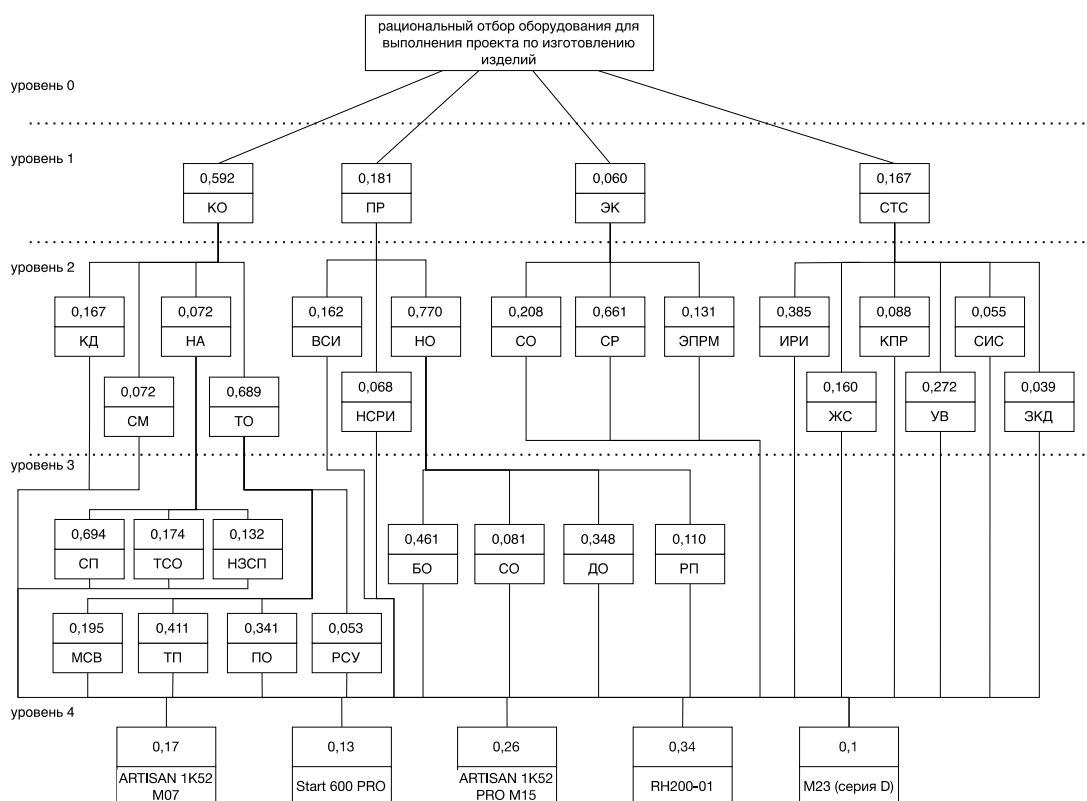


Рис. 1. Исследование характеристик фрезерных станков с ЧПУ методом анализа иерархий

Заключение

Предложенный в данной работе метод и сформированная иерархия характеристик позволяет решить проблему выбора оптимального фрезерного оборудования с ЧПУ. Сформированные в соответствии с МАИ экспертные оценки указывают на важность таких характеристик оборудования как точность позиционирования, повторяемость и количество дефектов. Применение метода позволит выбирать оптимальные комбинации станков для изготовления деталей на предприятиях РКТ с учётом особенностей их существующего парка и требований к производимой продукции.

Данное исследование было проведено в рамках работы по Соглашению о предоставлении из федерального бюджета гранта на проведение крупных научных проектов по приоритетным направлениям научно-технологического развития № 075-15-2024-527 от «23» апреля 2024 г.

Литература

1. Постникова Е.С., Ставровский М.Е. Повышение уровня технологичности конструкций изделий машиностроения – фактор обеспечения их конкурентоспособности // Инновации в менеджменте, 2022. № 4(34). С. 48–53.

2. Постникова Е.С. Управление качеством продукции предприятий ракетно-космической отрасли: организационно-технические задачи и их решения // XLVII Академические чтения по космонавтике, посвящённые памяти академика С. П. Королёва и других выдающихся отечественных учёных – пионеров освоения космического пространства : сборник тезисов. – Москва: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2023. Т. 1. С. 460–462.
3. Исследование и обеспечение применения эффективных технологий / М.И. Сидоров, Д.О. Скобелев, М.Е. Ставровский, А.В. Рагуткин. – Москва: Эко-Пресс, 2020. 232 с.
4. Кушнарев, Л. И. Проблема повышения надежности машин и оборудования / Л. И. Кушнарев // Технический сервис машин. – 2024. – Т. 62, № 2. – С. 5-9.
5. Мазурин, Э. Б. Механизм выбора оборудования для различных типов производства / Э. Б. Мазурин, Е. В. Савенко // Омский научный вестник. – 2022. – № 1(181). – С. 19-24.
6. Модели связи свойств материалов в системе организации производства / А. В. Рагуткин, И. Н. Омельченко, А. Ю. Албагачиев [и др.]. – Москва : Типография Эко-Пресс, 2025. – 244 с.
7. ГОСТ 27.004-85. Надежность в технике. Системы технологические. Термины и определения. – Введ. 1986-07-01. – М. : Издательство стандартов, 1986. 9 с.
8. Saaty T.L. Decision making with the analytic hierarchy process // International Journal of Services Sciences, 2008. Vol. 1, No. 1. P. 83–98.
9. Кушнарев, Л. И. К стабильно высокому качеству продукции машиностроения / Л. И. Кушнарев, Д. Л. Севостьянова // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2022. – № 2. – С. 32-36.
10. Ставровский М.Е. Исследование надежности технологических систем по критериям эффективности / М.Е. Ставровский, М.И. Сидоров // Управление качеством: Избранные научные труды Шестнадцатой Международной научно-практической конференции, Москва, 14–15 марта 2017 года. – Москва: Издательство Пробел-2000, 2017. С. 340–344.
11. ГОСТ Р 27.102-2021. Надежность в технике. Управление надежностью. Методология анализа видов и последствий отказов. – Введ. 2021-09-01. – М.: Стандартинформ, 2021. 40 с.
12. Оценка надежности машин и оборудования: теория и практика : Учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки бакалавров «Материаловедение и технологии материалов» / И.Н. Кравченко, Е.А. Пучин, А.В. Чепурин [и др.]. – 2-е изд. – Москва: Издательский Дом «Инфра-М», 2017. 336 с.
13. Чихладзе З. Д. Система поддержки принятия решений при управлении процессом обслуживания и ремонта техники в местах ее эксплуатации / З. Д. Чихладзе, А. Е. Бром // Автоматизация в промышленности. – 2023. – № 6. – С. 29-32.
14. Постникова, Е. С. Стратегическое планирование развития парка технологического оборудования машиностроительного предприятия на основе оценки его фактического состояния / Е. С. Постникова // Организатор производства. – 2008. – № 3(38). – С. 38-45.
15. Постникова Е.С. Обеспечение надежности технологических систем машиностроительного производства и оценка ремонтпригодности оборудования / Е.С. Постникова, М.Е. Ставровский, М.И. Сидоров // Контроллинг в экономике, организации производства и управлении: сборник научных трудов XII Международного конгресса по контроллингу. – Москва: Некоммерческое партнерство «Объединение контроллеров», 2023. С. 190–198.
16. Goepel K.D. Implementation of an Online Software Tool for the Analytic Hierarchy Process (AHP-OS) // International Journal of the Analytic Hierarchy Process. 2018. Vol. 10, No. 3. P. 469–487.

УДК 65.012.65, 65.012.66 JEL Classification: D24, D25

Метод отбора предприятий в состав интегрированной производственной структуры

Постникова Е.С.¹, Титов Д.С.², Постников А.В.³

¹доцент, к.т.н., доцент кафедры «Экономика и организация производств» МГТУ им. Н.Э. Баумана, postnikova.el@bmstu.ru;

²аспирант кафедры «Промышленная логистика» МГТУ им. Н.Э. Баумана, daniil_titov@bk.ru;

³студент кафедры «Промышленная логистика» МГТУ им. Н.Э. Баумана, pav23b035@student.bmstu.ru.

Аннотация. Рассмотрены проблемы предприятия-интегратора, отвечающего за выпуск готовых изделий, которые создают ограничения при выборе предприятий-партнеров для совместной деятельности на условиях кооперации. На основе анализа ограничений сформулированы требования к потенциальным участникам. Представлены разработанная система критериев рациональности выбора предприятий в состав интегрированной производственной структуры и метод отбора, включающий три этапа: предварительный отбор, углубленный анализ и оценка предприятий-кандидатов, окончательный отбор. Определены направления развития проведенного исследования.

Ключевые слова: машиностроительное производство, интегрированные производственные структуры, этапы отбора предприятий, критерии отбора.

Method of selecting enterprises for an integrated production structure

Elena Postnikova¹, Daniil Titov², Aleksandr Postnikov³

¹Associate Professor, PhD in Engineering, Associate Professor, Department of Economics and Organization of Production, Bauman Moscow State Technical University;

²Postgraduate Student, Department of Industrial Logistics, Bauman Moscow State Technical University;

³Undergraduate Student, Department of Industrial Logistics, Bauman Moscow State Technical University.

Abstract. The study examines the challenges faced by an integrator enterprise responsible for the output of finished products, which impose constraints on the selection of partner companies for collaborative activities under cooperation agreements. Based on an analysis of these constraints, requirements for potential participants have been formulated. The authors present a developed system of criteria for the rational selection of enterprises into an integrated production structure, along with a selection method comprising three stages: preliminary selection, in-depth analysis and assessment of candidate enterprises, and final selection. Directions for further research have been identified.

Keywords: *mechanical engineering production, integrated industrial structures, stages of enterprise selection, selection criteria.*

Введение

Организация машиностроительного производства конкурентоспособной продукции тесно связана с внедрением новых технологий и высокопроизводительного оборудования, позволяющих выпускать продукцию высокого качества с меньшими затратами в заданные сроки [1]. Приобретение такого оборудования требует значительных капиталовложений, при этом, если загрузка будет неполной, инвестиции могут оказаться экономически нецелесообразными.

Таким образом, в условиях, когда технологическое обеспечение заданного качества изделий не может быть реализовано производственным потенциалом одного отдельно взятого предприятия, потребность в современном высокотехнологичном оборудовании может быть удовлетворена в результате кооперации предприятий и создания интегрированных производственных систем (ИПС) [2, 3], в состав которых входят элементы ТС, способные обеспечить высокий уровень производственной технологичности изделий [4], одного из основных показателей качества продукции.

При этом организация производства в условиях ИПС сопровождается необходимостью управления сложной сетью взаимосвязей [5] и решения целого ряда проблем юридического, экономического и организационно-производственного характера [6, 7], формирующих ограничения при создании ИПС, с учетом которых целесообразно разработать требования к предприятиям-кандидатам для включения в ее состав.

Требования, предъявляемые к предприятиям при отборе в состав интегрированной производственной структуры

Основные проблемы головного предприятия (интегратора), отвечающего за выпуск готовых изделий, которые создают ограничения при выборе предприятий-партнеров для совместной деятельности, и соответствующие требования к ним, представлены в таблице 1.

Таблица 1. Ограничения при выборе предприятий-партнеров для совместной деятельности и соответствующие требования к ним

Вид проблемы	Возможные негативные последствия в результате проявления проблемы	Требования к предприятию-кандидату и характеристики, определяющие его преимущества при выборе для включения в ИПС
Проблемы координации и синхронизации производственных процессов, несовпадение производственных циклов и графиков	Может нарушиться срок выпуска готовых изделий в результате сбоя в производственном графике из-за несвоевременной поставки комплектующих от партнера	✓ Соблюдение жёстких временных рамок поставки; ✓ Обязательное превентивное уведомление о любых потенциальных задержках, в том числе связанными с отказами оборудования

Вид проблемы	Возможные негативные последствия в результате проявления проблемы	Требования к предприятию-кандидату и характеристики, определяющие его преимущества при выборе для включения в ИПС
Проблема обеспечения качества продукции	Риск выпуска некачественного конечного изделия, остановки производства, роста затрат в результате введения операций сортировки / утилизации в результате поступления партии бракованных компонентов	✓ Соответствие систем менеджмента качества предприятия-интегратора и предприятия-партнера; ✓ Проведение 100% контроля критичных параметров и предоставление сертификатов качества на каждую партию ✓ Готовность к обеспечению работоспособности оборудования по показателям качества изделий
Проблема информационной совместимости	Невозможность подключить партнера к общей информационной системе из-за несовместимости стандартов, чертежей, программного обеспечения или протоколов обмена данными	✓ Соответствие техническим спецификациям и регламентам предприятия-интегратора; ✓ Использование совместимых CAD/CAM/CAE/PLM-систем; ✓ Готовность к работе в рамках единой цифровой платформы
Проблемы в связи с внесением изменений в конструкторскую документацию и производственный план	Неспособность партнера оперативно отреагировать на внесение инженерных изменений или запуск новой модификации продукта, так как требуется согласование со всеми партнерами	✓ Наличие гибких производственных систем, способных к быстрой переналадке; ✓ Готовность участвовать в процессе совместной инженерии для оперативного внесения изменений в конструкцию компонента
Проблема управления рисками в цепочке поставок	Разрыв цепочки создания стоимости из-за форс-мажорных ситуаций у партнера	✓ Возможность дублирования критичных производственных мощностей; ✓ Предоставление прозрачной информации о своих собственных поставщиках

Вид проблемы	Возможные негативные последствия в результате проявления проблемы	Требования к предприятию-кандидату и характеристики, определяющие его преимущества при выборе для включения в ИПС
Проблема сохранения конфиденциальности и интеллектуальной собственности	Возможность утечки ноу-хау, конструкторской документации или коммерческой информации к конкурентам через недобросовестного партнера	Обеспечение режима коммерческой тайны
Проблема временных и стоимостных затрат на производство	Низкая цена компонента нивелируется высокими затратами на его логистику, хранение, доработку и исправление брака	Возможность и готовность к оптимизации затрат
Проблема производительности оборудования	Невозможность выпуска продукции в объемах, требуемых для выполнения плана предприятия-интегратора по выпуску конечной продукции	Готовность к согласованию объемов выпуска при распределении заказа между несколькими предприятиями-партнерами
Проблема технического состояния оборудования	Возможные нарушения по показателям эффективности: качества продукции, производительности, экономичности	✓ Наличие системы слежения за состоянием оборудования; ✓ Наличие предиктивной аналитики состояния оборудования; ✓ Эффективная организация процессов ТОиР; ✓ Периодичность технологического аудита

В общем случае, процесс проектирования ИПС нацелен на определение совокупности взаимосвязанных объектов [8], формирующих ее производственно-технологические возможности (технологические методы, производственные ячейки, оборудование, параметры загрузки и др.) [9] и экономическую эффективность совместного производства изделия. Стратегические цели выбора предприятий для кооперации можно определить как:

- обеспечить производство деталей (комплектующих изделий) с минимальными совокупными затратами;
- гарантировать стабильные поставки деталей (комплектующих изделий) заданного качества в установленные сроки в требуемых объемах;
- обеспечить долгосрочное и гибкое взаимодействие с партнером;
- минимизировать риски срывов поставок и потерь.

Так как при проектировании ИПС могут рассматриваться несколько вариантов предприятий для выполнения определенного задания, для их оценки

необходимо сформировать систему критериев рациональности выбора и разработать соответствующий метод и алгоритм отбора.

Критерии отбора предприятий для интегрированной производственной системы

Система критериев отражает стратегические цели выбора и может быть представлена в виде иерархической структуры (Рис. 1).

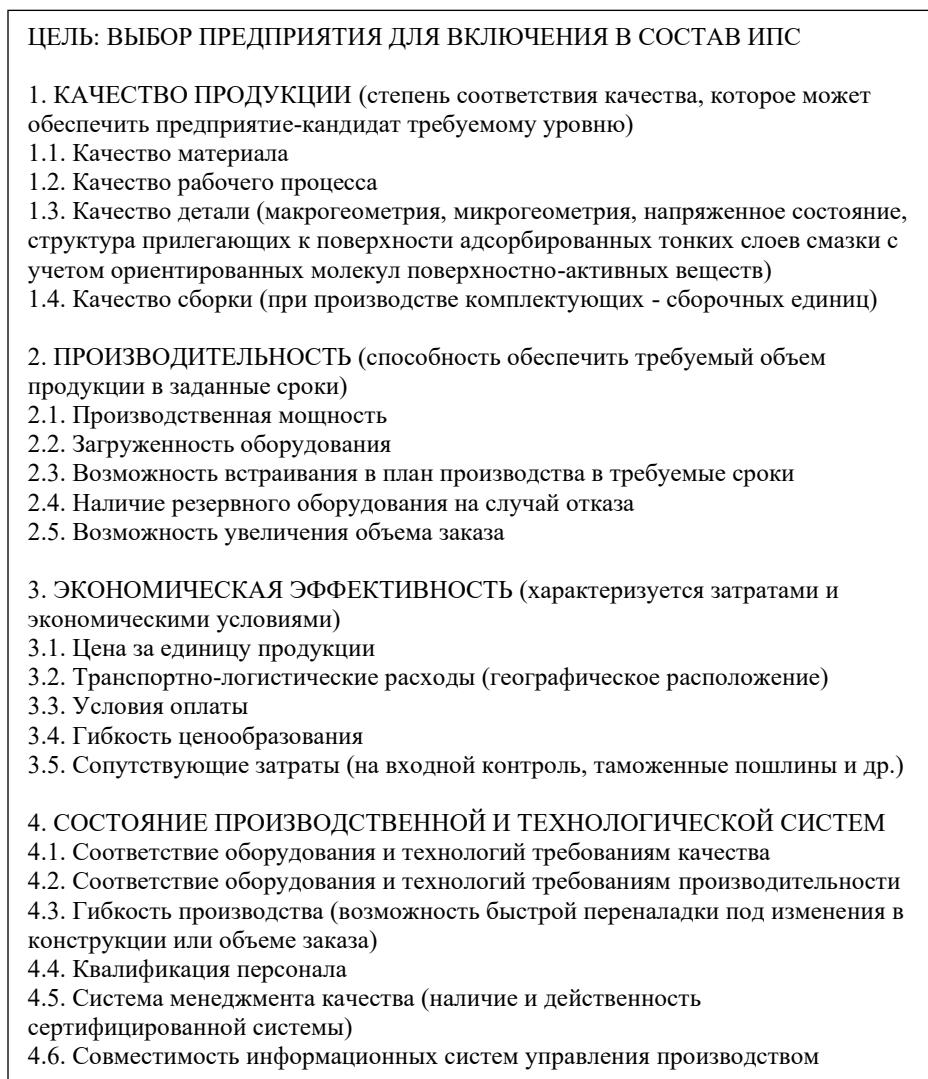


Рис. 1. Иерархическая структура критериев отбора предприятий для интегрированной производственной системы

Таким образом, при выборе предприятия для включения в состав ИПС требуется комплексная оценка его потенциала по ключевым факторам эффективности производства (качество продукции, производительность,

экономическая эффективность и состояние технологической системы) в текущем периоде, а также прогнозирование возможных изменений в стратегическом периоде для оценки устойчивости ИПС при включении в ее состав данного субподрядчика.

При этом не существует одного единственного идеального метода выбора партнеров для кооперации – это системный процесс, сочетающий в себе финансовый анализ, технологическую экспертизу, личную проверку и тестовое взаимодействие.

В соответствии с ГОСТ Р 58124-2018 выбор предприятия-изготовителя осуществляется на основании оценки производственной технологичности изделия [10], которую предлагают проводить путем сопоставления конструктивно-технологических решений изделия с производственно-технологическими возможностями потенциальных предприятий-изготовителей [4, 11].

Выбор партнеров по кооперации требует комплексного подхода, сочетающего количественные и качественные методы оценки, применяемые на различных этапах отбора. Эти методы целесообразно использовать не по отдельности, а в комбинации, на разных этапах.

Этапы отбора предприятий в состав интегрированной производственной структуры

Отбор предлагается проводить в несколько этапов:

Этап 1. Предварительный отбор – осуществляется анализ открытых данных о производственно-технологических возможностях предприятий-кандидатов.

Первичную информацию о рассматриваемых предприятиях можно получить из сети Интернет с федеральных и соответствующих корпоративных сайтов. Для обработки этой информации используют методы анализа и расчетно-статистические. Возможные результаты анализа данной информации представлены в таблице 2.

Таблица 2. Анализ открытых данных о производственно-технологических возможностях предприятий – кандидатов на включение в состав ИПС

Вид источник «открытых данных»	Доступная информация для сравнения	Результат анализа доступной информации из открытых источников
Данные ЕГРЮЛ/ЕГРИП (Россия)	Дата регистрации, уставный капитал, виды деятельности (ОКВЭД), руководители, учредители	Позволяет оценить "возраст" компании, стабильность руководства, соответствие заявленных видов деятельности требуемому производству
Данные Федеральной налоговой службы (ФНС)	Информация о наличии задолженностей	Позволяет оценить наличие вероятных финансовых проблем

Вид источник «открытых данных»	Доступная информация для сравнения	Результат анализа доступной информации из открытых источников
Сайты госзакупок (например, zakupki.gov.ru)	Информация об участии предприятия в выполнении заказов по госконтрактам, объемы выигранных контрактов	Косвенно подтверждает производственные возможности предприятия и надежность (прошел конкурсный отбор)
Реестры сертифицированных предприятий.	Наличие предприятия в реестре	Характеризует систему менеджмента качества предприятия
Финансовая и бухгалтерская отчетность	Выручка	Позволяет судить о масштабе бизнеса
	Чистая прибыль/убыток	Показывает возможности инвестирования в развитие производства
	Стоимость основных средств	Позволяет косвенно судить о масштабах производственных фондов
	Коэффициенты финансовой устойчивости	Рассчитываются на основе баланса и показывают, насколько компания устойчива и независима от кредиторов
Информация с корпоративных сайтов	Фотографии цехов, списки оборудования, описание технологических процессов	Косвенно подтверждают производственные возможности
Информация из отраслевых СМИ	Сообщения о запуске новых линий, модернизации, получении сертификатов, крупных контрактах	

Статистическая информация, обрабатываемая расчетно-статистическими методами на предварительном этапе отбора предприятий для включения в состав ИПС и выводы, которые могут быть сделаны в результате, представлены в таблице 3.

Таблица 3. Обработка статистической информации на предварительном этапе отбора предприятий для включения в состав ИПС

Вид статистической информации	Аналитический параметр	Расчетный показатель	Оценочный вывод
Статистика масштаба деятельности	Динамика выручки за 3-5 лет	Средний темп роста	Стабильный или растущий бизнес предпочтительнее
	Доля затрат на научные исследования и опытно-конструкторские работы (НИОКР) в выручке (если данные есть)	Показатель инновационности	Инновационно-ориентированное предприятие предпочтительнее
	Производительность труда	Выручка / Среднесписочная численность персонала	Оценивается соответствие требуемым значениям
Статистика финансового состояния	Рентабельность деятельности	(Чистая прибыль / Выручка) * 100%	Низкая рентабельность – сигнал о рисках
	Коэффициент оборачиваемости активов	Выручка / Активы	Показывает, насколько эффективно компания использует свои активы для генерации доходов
	Коэффициент финансового рычага (леверидж)	Заемный капитал / Собственный капитал	Высокое значение – высокие финансовые риски
Статистика производственного о потенциала	Индекс технологической оснащенности	Балльная оценка на основе анализа текстовых описаний с сайта	Наличие современных станков с ЧПУ, роботизированных линий и т.д. характеризует технический уровень производства
	Отраслевая специализация	Частота встречаемости кодов ОКВЭД и описаний аналогичной продукции	Оценка соответствия целям кооперации

Вид статистической информации	Аналитический параметр	Расчетный показатель	Оценочный вывод
Статистика надежности и деловой репутации	Количество и сумма выигранных госзакупок	Доля успешных проектов	Предприятия с большей долей успешных проектов предпочтительнее
	Год образования компании, смена руководства	Возраст компании и стаж ключевых руководителей	Более «старые» компании с опытной командой менеджеров высшего уровня иерархии более надежны

Дополнительно может применяться опросный лист для сбора базовой информации о мощностях, компетенциях и опыте потенциальных партнеров.

Анализ открытой информации дает фрагментарную картину (позволяет оценить только отдельные параметры рассматриваемого предприятия, но не дает комплексной картины его состояния), при этом он эффективен для первичного отсева неподходящих вариантов и позволяет сформировать перечень предприятий, принципиально способных выполнить задание (пока без оценки качества выполнения).

Результаты обработки первичной информации позволяют подготовить конкретизированный перечень необходимой для следующего этапа выбора информации с предприятий. Эти данные могут быть получены в ходе прямых переговоров или запроса коммерческого предложения, где уже можно получить закрытую информацию и составить комплексную картину.

Этап 2. Углубленная оценка

Для предприятий, прошедших предварительный отбор, предлагается проводить углубленный сравнительный анализ на основе двухуровневой системы оценки: для повышения эффективности процесса отбора предприятий-партнеров использовать комбинированный подход, последовательно применяя методы многокритериального анализа (ММЭА) и анализа иерархий (МАИ).

Цель первого уровня углубленной оценки с использованием ММЭА – быстро и эффективно отсеять заведомо неподходящих, недобросовестных или слабых кандидатов, сократив их количество до короткого списка, снизив при этом когнитивную нагрузку на экспертов.

Цель второго уровня – выбрать оптимального субподрядчика из короткого списка, приняв во внимание не только количественные, но и качественные, часто субъективные критерии, и их относительную важность на основе парных сравнений и проверки согласованности суждений.

При реализации ММЭА формируется система оценочных параметров, значимость которых варьируется в зависимости от отраслевой специфики и типа производства. Например, для массового производства изделий общего машиностроения приоритетным может быть параметр цены, тогда как для ракетно-космической продукции – качество изделия.

В общем случае система параметров оценки предприятий может включать: качество изделия; производительность; уровень цены изделия при

изготовлении на рассматриваемом предприятии с учетом логистических затрат; сроки выполнения заказа; техническое состояние и гибкость ТС; надежность самого потенциального партнера, а также надежность его поставщиков материалов и покупных комплектующих изделий и многие другие параметры. Нормирующим условием оценки является равенство суммы коэффициентов значимости единице: $\sum \beta_i = 1$, где β_i – коэффициент значимости i -го параметра при выборе предприятия-партнера, i – количество рассматриваемых параметров.

Каждому предприятию-претенденту на включение в ИПС эксперты выставляют баллы по каждому параметру и формируют систему взвешенных критериев $X_i^{\text{отн}}, i = \overline{1, m}$.

Для расчета значения i -го критерия выбирается базовое значение, относительно которого производится оценка соответствующего параметра для каждого j -го предприятия ($j = \overline{1, n}$, где n – количество рассматриваемых претендентов). Так по качеству изделия базовый уровень $X_{\text{ТЗ}}$ определяется техническим заданием (техническими условиями): $X_1^{\text{отн}} = \frac{X_1}{X_{\text{ТЗ}}}$. По остальным параметрам за базовый уровень может быть принято максимальное количество баллов или лучший по данному параметру результат экспертной оценки предприятий-кандидатов.

Результат оценки получают по формуле:

$$I = \sum_{i=1}^m X_i^{\text{отн}} \beta_i,$$

где m – количество критериев оценки.

На стадии предварительной глубокой оценки (первый уровень оценки – скрининг) рекомендуется применять классический ММЭА с ограниченным набором обобщенных критериев (4-7), проводить сравнительную оценку всех потенциальных партнеров по ключевым интегральным показателям: качество продукции, производственная мощность (возможная производительность), экономическая эффективность и технический уровень производства (состояние технологической системы). Результат такого анализа позволяет быстро идентифицировать наиболее перспективных кандидатов и эффективно отфильтровать заведомо неподходящие варианты.

Ограничение применения ММЭА задачами первичной оценки обусловлено следующими причинами:

- ММЭА позволяет исключать из рассмотрения малозначимые на первом этапе параметры, что сужает область поиска и снижает вычислительную нагрузку;
- метод дает достаточно обоснованные результаты при работе с критериями, изначально выраженными в объективных количественных показателях (стоимость, мощность), которые можно агрегировать по простой линейной модели;
- существует риск нарушения транзитивности предпочтений, возникающий из-за проблемы согласованности экспертных оценок, связанной с возможным противоречием между силой предпочтения и

принципом транзитивности (когда важность критериев $A > B$ и $B > C$ не гарантирует, что $A > C$);

- существует вероятность логических ошибок эксперта (при прямом назначении весов эксперт неосознанно может допустить противоречивые и нелогичные оценки, которые метод не выявляет автоматически);
- невозможность полно отразить структуру проблемы, из-за чего сложные взаимосвязи и существенные подфакторы остаются неучтенными, что критично для комплексного отбора предприятий.

Второй уровень оценки базируется на основе детального анализа.

Для окончательного выбора партнеров по кооперации предлагается использовать МАИ [12, 13]. Для прошедших скрининг кандидатов строится развернутая иерархия критериев, отражающая структуру решаемой проблемы (иерархическая структура критериев отбора предприятий для интегрированной производственной системы представлена на рисунке 1). В вершине находится цель (выбор лучшего партнера по кооперации), на следующем уровне иерархии обобщенные критерии отбора. На следующем уровне иерархии система обобщенных критериев детализируется: каждый из них раскладывается на набор подкритериев:

Критерий «качество изделий» может быть разложен на подкритерии: соответствие ТЗ, средняя наработка на отказ, гарантийный срок, срок службы, отсутствие дефектов, качество материалов, качество обработки, качество сборки и другие.

Критерий «производительность» может быть детализирован на подкритерии: потенциально возможный объем выпуска продукции в единицу времени, такт выпуска, коэффициент загрузки технологического оборудования, коэффициент использования мощности, гибкость и переналаживаемость, отсутствие незапланированных простоев, стабильность ключевых параметров (например, брака), качество ТООР и другие.

Критерий «экономическая эффективность» может быть представлен подкритериями: себестоимость или цена единицы продукции, транспортно-логистические расходы (в частности, зависящие от географического расположения предприятия-кандидата относительно головного предприятия), условия оплаты, гибкость ценообразования (возможность предоставления скидок), и другие сопутствующие затраты (на входной контроль, таможенные пошлины и др.)

Критерий «состояние технологической системы» оценивает техническую и технологическую зрелость производства и может быть представлен рядом характеристик (подкритериев), в число которых могут входить, например:

- степень физического и морального износа оборудования;
- уровень автоматизации производства;
- оснащенность контрольно-измерительным оборудованием, соответствующим требованиям контроля качества (материалов, заготовок, рабочего процесса);
- уровень цифровой трансформации основных, вспомогательных и обслуживающих процессов;
- возможность интеграции в единую информационную среду;

- наличие и соблюдение регламентов, качество технологической документации и др.

На нижнем уровне иерархии располагаются альтернативы (потенциальные партнеры или их предложения).

Экспертам предлагается сравнивать элементы на каждом уровне иерархии попарно. На основании своего субъективного мнения они оценивают относительную важность одного элемента по сравнению с другим. Это позволяет перевести качественные оценки в безразмерные приоритеты. Матрицы парных сравнений анализируются на согласованность с помощью специального коэффициента. Если оценка экспертов противоречива, может потребоваться повторное сравнение.

Приоритеты, полученные на этапе парных сравнений, агрегируются с помощью линейной свертки по всей иерархии. В результате этого синтеза вычисляется общий приоритет каждой альтернативы относительно главной цели. Наилучшим считается партнер или его предложение с наибольшим значением полученного приоритета. МАИ обеспечивает высокую точность и согласованность решения, предполагает, что решение будет основано на всестороннем и непротиворечивом учете всех значимых факторов.

3 этап. Технологический аудит – проводится для верификации результатов отбора. Технологический аудит сопряжен с выездной проверкой предприятий потенциальных партнеров, в ходе которой проводят оценку реального состояния оборудования, системы менеджмента качества, компетенций персонала, производственной культуры, экологической безопасности, а также устанавливают соответствие заявленных мощностей реальным возможностям. Этот метод позволяет выявить скрытые риски в связи обеспечением заданного качества изделия, производительности, экономичности и срокам выполнения работ, и поэтому его целесообразно использовать на финальном этапе отбора.

Заключение

Проведенное исследование требует дальнейшего развития, так как рассмотренные три этапа отбора позволяют получить оценку предприятий в текущий период времени, однако, уже к моменту заключения договора и далее в период совместной работы соответствие отобранных предприятий требованиям может измениться. В этой связи одной из основных проблем можно считать изменение во времени работоспособности оборудования, как по критерию качества изделия, так и по производительности. Для учета этой динамики требуются данные предиктивной аналитики работоспособности оборудования. В этой связи необходимо решить проблему сбора информации об изменении работоспособности оборудования во времени и разработать метод обработки этой информации для практического использования.

При отборе предприятий в ИПС необходимо учитывать множество дополнительных факторов, которые влияют на совместимость партнеров с головным предприятием и требуют дополнительного исследования. Так, например, предприятие-партнер должно быть глубоко интегрировано в общую систему планирования ресурсов ИПС [10], что требует разработки метода прозрачного планирования и координации планов предприятий ИПС.

Прозрачное планирование позволит в режиме реального времени видеть статус заказа, уровни запасов и загрузку мощностей. Предприятия будут иметь возможность принять и своевременно выполнить новый заказ без ущерба для своих приоритетных проектов.

Предприятия ИПС должны иметь способность быстро реагировать на изменения в конструкторской документации изделий, которые неизбежны в ходе совместного проекта. Это требует учета уровня унификации и интеграции программного обеспечения CAD/CAM/PLM.

При отборе предприятий необходимо учитывать вид, качество и доступность используемых материалов, а также уровень контроля качества изготовления с учетом связей свойств материалов, что требует дополнительного исследования по разработке критерия оценки качества обработки.

Данное исследование было проведено в рамках работы по Соглашению о предоставлении из федерального бюджета гранта на проведение крупных научных проектов по приоритетным направлениям научно-технологического развития № 075-15-2024-527 от «23» апреля 2024 г.

Литература

1. Захаров М.Н. Ситуации инженерно-экономического анализа / М.Н. Захаров, И.Н. Омельченко, А.С. Саркисов. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. 42 с.
2. Постникова Е.С., Ставровский М.Е. Повышение уровня технологичности конструкций изделий машиностроения – фактор обеспечения их конкурентоспособности // Инновации в менеджменте, 2022. № 4 (34). С. 48–53.
3. Постникова Е.С., Ставровский М.Е. Проектирование интегрированных производственных структур для обеспечения технологичности конструкции изделий машиностроения // Инновации в менеджменте, 2023. № 3 (37). С. 50–58.
4. Рахмилевич Е.Г. Производственная кооперация на основе конструктивно-технологических вариантов продукции // Инновации в менеджменте, 2023. № 1(35). С. 50–57.
5. Колобов А.А. Менеджмент высоких технологий. Интегрированные производственно-корпоративные структуры: организация, экономика, управление, проектирование, эффективность, устойчивость / А.А. Колобов, И.Н. Омельченко, А.И. Орлов. М.: Экзамен, 2008. 24 с.
6. Омельченко И.Н., Захаров М.Н., Ляхович Д.Г. Проектирование промышленных корпоративных структур: процесс и подход к реализации // Десятые Чарновские чтения: Сборник трудов X Всероссийской научной конференции по организации производства, 2021. С. 145–151.
7. Нетиевский А.В. Проблемы внутренней кооперации в процессе прохождения заказа на машиностроительном предприятии // Технологический суверенитет машиностроительного комплекса России: Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Москва, 2023. С. 178–182.
8. Стуруа К.О. Проектирование организационной структуры управления предприятия машиностроения: принципы, методы и подход к реализации / К.О. Стуруа, А.С. Водниц, Д.Г. Ляхович и др. // Будущее машиностроения России: Сб. докл. XIII всерос. конф. молод. учен. и спец. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2020. Т. 2. С. 377–379.
9. Рахмилевич Е.Г., Захаров В.А. Определение производственно-технологических возможностей предприятия по производству новых изделий и оценка вариантов изготовления базовых элементов конструкции // Инновации в менеджменте, 2020. № 2(24). С. 54–61.
10. ГОСТ Р 58124-2018. Системы космические. Обеспечение производственной технологичности создания изделий. Основные положения. М.: Стандартинформ, 2018. 12с.
11. Рахмилевич Е.Г. Разработка инструментов организации интегрированных производственных структур с учетом конструкторско-технологических ограничений: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Московский государственный технический

- университет им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет). Москва, 2023. 135с.
12. Saaty T. L. The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation / T. L. Saaty. – New York : McGraw-Hill, 1980. 287 p.
 13. Сидоров М.И., Рагуткин А.В., Преображенская Е.В. Модель оптимального распределения запасных частей при неполной информации о состоянии оборудования // Инновационные технологии в электронике и приборостроении: Сборник докладов Российской научно-технической конференции с международным участием Физико-технологического института РТУ МИРЭА. Москва, 2020. С. 165–169.

УДК 123, JEL Classification: A10, B40

Особенности расчета производительности оборудования по критериям качества продукции

Постникова Е.С.¹, Яроцкая Н.А.²

¹к.т.н., доцент кафедры «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана, postnikova.el@bmstu.ru;

²аспирант кафедры «Промышленная логистика» МГТУ им. Н.Э. Баумана, yarotskayana@student.bmstu.ru.

Аннотация. В статье представлена методика планирования производительности технологического оборудования с учетом его работоспособности по критерию выполнения требований к качеству выпускаемой продукции. Рассмотрен комплексный подход, включающий экспериментальное определение рациональных режимов обработки, расчет фактической трудоемкости и эффективного фонда времени с поправочными коэффициентами. Предложен алгоритм для оценки работоспособности парка однотипного оборудования и реальной производственной мощности.

Ключевые слова: производительность, техническое состояние, качество продукции, диагностика, рациональные режимы обработки, эффективный фонд времени.

Impact of Equipment Condition and Operational Availability on Productivity Under Given Product Quality Requirements

Postnikova E.¹, Yarotskaya N.²

¹Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Economics and Organization of Production, Bauman University, Moscow.

²Postgraduate student of the Department of Industrial Logistics, Bauman University, Moscow.

Abstract. This paper presents a methodology for planning the productivity of technological equipment, considering its operational availability based on product quality requirements and its actual technical condition. A comprehensive approach is considered, which includes the experimental determination of rational machining regimes, the calculation of actual labor intensity, and the effective time fund with adjustment coefficients. An algorithm for assessing the operational status of a fleet of similar equipment and the real production capacity is proposed.

Keywords: productivity, technical condition, product quality, diagnostics, rational machining regimes, effective time fund.

Введение

Современные машиностроительные предприятия функционируют в условиях растущих требований к качеству выпускаемой продукции, жестких производственных ограничений и конкуренции. Умение гибко и оперативно реагировать на внешние и внутренние изменения при одновременном обеспечении стабильных показателей качества и производительности становится ключевым фактором при оценке эффективности деятельности предприятия [1].

Эффективность производственной деятельности характеризуется показателями качества, производительности и экономичности. Все эти показатели, в той или иной мере, зависят от работоспособного состояния технологической системы (ТС) в целом и оборудования в частности, которое является одним из основных лимитирующих факторов, влияющих на объем выпуска.

В соответствии с ГОСТ Р 27.102–2021 работоспособным считается такое состояние объекта, при котором значения всех параметров, характеризующих его способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативной и технической документации.

При проведении исследований работоспособность ТС, которая включает в себя станок, приспособление, инструмент, предмет труда (и, в общем случае, рабочего), можно оценивать как по обеспечению требуемого уровня качества изготовленной продукции, так и по параметрам производительности по отдельности, а также по обоим свойствам одновременно с учетом зависимости между ними.

В определенные моменты времени ТС может быть одновременно работоспособна по одному из этих параметров и неработоспособна по-другому и наоборот. В каждом из этих случаев ТС следует считать неработоспособной, а значит и не учитывать при расчете производственной мощности.

Также стоит учитывать, что традиционные системы оперативного и тактического планирования в машиностроении, опираются на паспортные данные станков и усредненные нормативы времени, без учета прогрессирующих показателей износа, особенностей эксплуатации и работоспособности по требуемому уровню качества изготовленной продукции [2]. Это приводит к систематическим расхождениям между плановыми и фактическими показателями, незапланированным простоям, выпуску бракованной продукции и, как следствие, к финансовым потерям и репутационным рискам.

Так как основу парка многих российских предприятий составляют станки, имеющие значительный срок эксплуатации, их функциональное состояние не является бинарным (исправен / неисправен), а представляет собой непрерывный спектр изменяющейся во времени работоспособности. Станок может по своему техническому состоянию быть исправным, но производить продукцию требуемого качества лишь в ограниченном диапазоне режимов обработки, зачастую – не самом производительном.

Таким образом, актуальной задачей является разработка метода, позволяющего количественно оценить влияние текущего состояния оборудования на его производительность при жестком ограничении по качеству

выходного продукта и интегрировать эту оценку в систему планирования предприятия.

Основная часть

Проектирование деталей, которые являются компонентами машиностроительных изделий, предполагает строгое определение требований к параметрам качества, таких как физико-механические свойства материала, геометрия и состояние поверхностей готовой детали. Следует отметить, что практическая реализация этих требований в производственных условиях неизбежно сопровождается возникновением как систематических, так и случайных отклонений от заданных параметров. Возникающие погрешности формы, размеров и поверхностей требуют системного анализа причин их появления и нового подхода к рассмотрению ТС как сложного динамического объекта.

Известно, что «погрешности обработки возникают вследствие неточности оборудования и инструмента из-за упругих деформаций, износа инструмента, температурных деформаций, неточности установки и настройки элементов ТС и проч.» [3].

Машиностроительное оборудование проходит проверку на геометрическую точность сначала заводом-производителем, затем периодически в процессе эксплуатации, в рамках мероприятий по диагностике и после вывода из ремонта. Однако следует отметить, что нормативная база, например ГОСТ 18097-2024 «Межгосударственный стандарт. Станки токарно-винторезные и токарные. Основные размеры. Нормы точности» устанавливает общие рамки точности, без учета индивидуальных требований к качеству изделия и особенностей конкретного экземпляра оборудования. Также, стоит учитывать факт, что в процессе эксплуатации происходит закономерная деградация первоначальных характеристик станка и теряется первоначальная точность, что подтверждается исследованиями в области надежности технологического оборудования (ТО) [3, 4].

Состояние всей ТС также изменяется во времени в процессе выполнения производственных задач. Понижение жесткости с увеличением количества рабочих циклов, термомеханические искажения, динамические деформации элементов и узлов системы под нагрузкой и их износ в системе «станок-приспособление-инструмент-деталь» (СПИД).

Таким образом, на погрешность обработки влияет как начальное состояние ТС, так и ее изменение с течением времени (в процессе обработки).

Для соблюдения установленных требований по точности и чистоте поверхности при обработке, обычно используют теоретические расчеты погрешностей, результаты экспериментальных исследований и проверок станка на геометрическую точность по ГОСТ ISO 230-1-2018 «Межгосударственный стандарт. Нормы и правила испытаний станков. Часть 1. Геометрическая точность станков, работающих на холостом ходу или в квазистатических условиях» и формируют ограничивающие допуски. Стоит отметить, что стандартные испытания преимущественно оценивают точность в ненагруженном состоянии, что не полностью характеризует поведение системы

в рабочих условиях.

Факторы технологического процесса (ТП) также оказывают непосредственное влияние на точность обработки и могут быть классифицированы по характеру их воздействия на стохастические факторы с непредсказуемым проявлением и детерминированные, с установленной закономерностью влияния [3].

Практический опыт показывает, что текущее состояние ТС, определяющее ее способность сохранять стабильность характеристик в процессе работы, является доминирующим фактором, определяющим конечную точность изготовления деталей.

Основным элементом ТС можно считать станок, так как именно его работоспособность оказывает наибольшее влияние на сохранение стабильности ТС в процессе обработки, а значит и на конечные результаты по точности выполнения заданных параметров качества обрабатываемой детали.

Таким образом, мониторинг и диагностика состояния оборудования (станка) является важным элементом для обеспечения работоспособности ТС при заданных требованиях к качеству изготавливаемой продукции.

В настоящее время имеется значительное количество публикаций, посвящённых вопросам технической диагностики металлообрабатывающего оборудования с целью управления его жизненным циклом. Ключевыми показателями диагностики оборудования, позволяющими достигать данной цели, являются точность, информативность и достоверность. Обеспечивая высокий уровень этих показателей, минимизируются риски аварийных остановок, повышенного износа оборудования при его эксплуатации, а также оказывается влияние на сроки его полезного использования.

Высокая точность инструментальной диагностики обеспечивает оценку реального состояния узлов и агрегатов оборудования. Высокая информативность и достоверность дают информацию не только о наличии дефектов, но и определяют их степень развития и критичность для работоспособности оборудования в целом, а систематическая периодичность проведения диагностики оборудования позволяет отслеживать и учитывать динамику развития дефектов и изменения поведения оборудования во времени.

Наиболее распространенными можно считать методы вибродиагностики [3, 4], так как они отвечают всем ключевым показателям эффективности диагностики. Особого внимания заслуживают исследования [5, 6], подтвердившие эффективность вибрационного метода для мониторинга состояния критических компонентов станков. В работе [5] установлена статистически значимая корреляция между уровнем вибрации подшипниковых узлов и точностью обработки.

Примером может служить разработка, примененная на практике в ФГУП «НПО «Техномаш» [7]. Она позволяет установить причину повышенной вибрации станка и выявить наличие дефектов с определением их степени и критичности в конкретных деталях или узлах станка, которые влияют на точность обработки и могут вносить определенный вклад в уровень вибраций.

В условиях цифровой трансформации получили развитие методы преобразований и оцифровки имеющихся методов глубокой диагностики с применением глубокого машинного обучения, использования нейросетей [4, 8,

9], интернета вещей [10], цифровых двойников [11–15].

Рассмотренные методы позволяют оценить техническое состояние основных узлов оборудования в текущий момент времени, спрогнозировать их остаточный технический ресурс до выхода из строя по критерию оценки оборудования «исправное / неисправное».

Однако данный критерий не учитывает дополнительные и основополагающие для выполнения производственных задач параметры: показатели качества и/или производительность, а, значит, не корректируют остаточный ресурс по критерию «работоспособное / неработоспособное».

Также стоит отметить, что применяемые на практике методы вибродиагностики в основном предполагают проведение исследований на холостом ходу или в квазистационарных условиях. При этом под нагрузкой и с течением времени картина амплитудно-частотных характеристик может меняться, вибрации элементов ТС могут усиливаться, что в результате скажется на точности обработки и значении других показателей качества детали.

Нормативные методики расчета производительности нашли отражение в трудах ведущих специалистов [6, 7] и отличаются высокой точностью для условий работы на новом оборудовании. Однако, как показывают практические наблюдения, они не учитывают дополнительные временные затраты, возникающие при выполнении требований по качеству обработки и эксплуатации оборудования с повышенным износом. Это является актуальной проблемой для промышленных предприятий с парком оборудования, имеющим значительный износ, где учет фактической работоспособности оборудования становится критическим фактором обеспечения целевых производственных показателей.

В связи с этим актуальной можно считать задачу разработки метода диагностики состояния оборудования в условиях под нагрузкой для определения критических режимов обработки (таких, при которых из-за вибраций в ТС данные показатели качества не будут удовлетворять допустимым пределам), а при формировании производственных оперативных планов целесообразно учитывать результаты данных исследований.

Предпочтительные (рациональные по критерию обеспечения качества обработки) и критические режимы обработки могут быть определены для конкретного станка (находящегося в текущем техническом состоянии) на основе экспериментальных данных и их численной обработки.

Предлагаемый метод включает в себя ряд последовательных этапов, каждый из которых имеет свою значимость и степень влияния на производственные процессы предприятия и формирует новый подход операционному управлению.

К этим этапам можно отнести:

- проведение эксперимента по установлению взаимосвязи между режимами обработки, уровнем вибрации при обработке и показателями качества обрабатываемой детали;
- формирование на основе полученных результатов расширенной эталонной базы данных рациональных режимов обработки с допустимым уровнем вибрации станка и показателями качества;

- разработку модели расчета фактической производительности;
- создание алгоритма оценки аналогичного оборудования;
- агрегацию результатов для всего парка.

Основная идея предлагаемого эксперимента заключается в следующем.

Рассматривается система «станок – приспособление – инструмент – заготовка – СОЖ» в целом.

Обработка тестовых образцов проводится множество раз при различных режимах обработки. При этом материал и размер заготовки, характеристики режущего инструмента, СОЖ, приспособление и прочие элементы на данном этапе исследования условно считаются неизменными.

Основная цель – установить взаимозависимость между параметрами нагружения и частотными характеристиками вибрации станка, получаемыми в результате вибродиагностики. Вибрацию необходимо измерять в процессе обработки на рабочих режимах. Здесь она рассматривается как отклик системы на внешнее воздействие и средство контроля качества исполнения рабочего процесса.

По окончании технологической операции оценивается качество полученной детали (по всем параметрам), и фиксируются параметры вибрации шпинделя станка.

В зависимости от выполнения требований по качеству производится отбор режимов обработки:

- если все требования выполняются, режимы считаются рациональными, вибрации при данных режимах обработки – допустимыми;
- если хотя бы по одному из параметров качества требования не выполняются, данные режимы признаются критическими, вибрации недопустимыми.

Контролируемые входные параметры: режимы резания (скорость (V , м/мин), подача (S , мм/об), глубина (t , мм)); диагностические параметры (уровень вибрации (по трем осям) на холостом ходу и под нагрузкой).

Контролируемые выходные параметры (качество продукции): геометрические (точность формы и размеров); качество поверхности (шероховатость R_a , R_z); визуальные дефекты (риски, задиры).

Все параметры оцениваются по стандартизированной шкале.

Одним из результатов эксперимента является совокупность рациональных режимов обработки (h , S , V_p), при которых показатели качества обработки удовлетворяют заданному уровню.

Также при проведении эксперимента определяется эмпирическим путем **оперативное время ($T_{оп}$)** изготовления детали для каждого рационального режима обработки.

По результатам экспериментального исследования формируется эталонная таблица рациональных режимов для станка модели N. Пример фрагмента расширенной эталонной таблицы представлен далее (Табл. 1).

Таблица 1. Фрагмент эталонной таблицы

№ п/п	V, м/мин	S, мм/об	t, мм	Уровень вибрации, м/с ²	To, мин	Качество (1-10)	Шероховатость Ra, мкм
1	200	0,15	1,5	1,8	5,2	9	1,2
2	180	0,12	1,2	1,5	6,8	10	0,8
...							
n							

Изменение рациональных режимов обработки на станке с целью сохранения заданных параметров качества выпускаемых деталей оказывает непосредственное влияние на еще один критерий «работоспособности» – уровень производительности.

Она рассчитывается для каждого режима в отдельности и общая за период времени, пока сохраняется «работоспособность» оборудования одновременно по двум критериям – качество выпускаемой продукции и производительность.

Для прогнозирования производительности оборудования на период его работоспособности по обоим критериям необходимо произвести расчет фактических значений штучной трудоёмкости и эффективного фонда времени работы оборудования (с учетом возрастных характеристик, интенсивности использования и соответствующей технической готовности) для каждого рационального режима обработки из эталонной таблицы.

Расчет фактической штучной трудоёмкости. Ключевым измеряемым параметром при расчете фактической штучной трудоёмкости (Тшт) по общепринятой в машиностроении формуле [6] является оперативное время (Топ).

В условиях однотипного производства и стабильной работы оборудования для получения оперативного времени по каждому режиму сначала определяются основное и вспомогательное время, а затем суммируют их.

Основное время (То) – время непосредственной обработки, когда инструмент работает с подачей.

Вспомогательное время (Твсп) – временные затраты на действия, которые нельзя совместить с работой станка, к ним относятся установка и снятие заготовки, смена резца, переключение скоростей и подач, быстрый подвод/отвод инструмента и т.п.

Также при расчете трудоёмкости учитываются дополнительные временные затраты, определенные технологическими и производственными требованиями. Их величины являются нормативными и берутся из соответствующих справочников.

Время на техническое обслуживание (Тт.о.) – затраты на замену затупившегося инструмента, повторную наладку после этого, устранение мелких неисправностей.

Организационное обслуживание (Торг), к нему относят время на подготовку инструментов, смазку станка, уборку стружки и другие работы, связанные с уходом за рабочим местом в течение смены.

Время на отдых (Тот) – необходимые перерывы для операторов.

Таким образом, фактическую трудоемкость штучного изделия для каждого рационального режима обработки определяем по формуле:

$$Тшт = (Т_0 + Т_{всп}) + Т_{т.о.} + Т_{орг} + Т_{от} \quad (1)$$

Дополнительно можно ввести еще один временной показатель $\Delta T_{изн}$ - дополнительное время, обусловленное износом оборудования, который включает в себя время на учащенные подналадки, снижение режимов резания для компенсации вибрации, устранение мелких неисправностей.

Расчет фактического эффективного фонда времени работы. Под фондом времени оборудования понимается показатель времени, в течение которого оборудование может работать и выпускать продукцию. Эффективный фонд времени оборудования, как правило, рассчитывается как разница между номинальным (Φ_n) и неэффективным временем ($\Phi_{нэ}$), то есть:

$$\Phi_{э} = \Phi_n - \Phi_{нэ} \quad (2)$$

Расчет номинального фонда времени производится на основе информации о режиме работы предприятия, как произведение рабочих дней в календарном году, количество смен работы, продолжительность смены;

Фонд неэффективного времени формируется, как сумма всех необходимых плановых простоев оборудования по причине технического обслуживания и ремонтов и технологических простоев, согласно локально-нормативным актам.

Однако, стоит отметить, что при таком расчете величина эффективного фонда времени является неточной и имеет погрешность, так как не учитывает дополнительные влияющие на него факторы, такие как степень загрузки, которая отражает интенсивность использования станка в течение смены или заданного промежутка времени, коэффициент технической готовности для каждого станка на основе статистики простоев за предыдущий период, возраст станка, который также оказывает влияние, так как с увеличением данного показателя, увеличивается фактическое время простоев.

Чтобы определить фактический эффективный фонд времени предлагается рассчитать сводный средневзвешенный поправочный коэффициент, который будет учитывать индивидуальную погрешность эффективного фонда времени для каждой единицы оборудования, по следующей формуле:

$$K_p = \sqrt[3]{K_{загр} K_{тг} K_{вз}} \quad (3)$$

где $K_{загр}$ – коэффициент загрузки;

$K_{тг}$ – коэффициент технической готовности;

$K_{вз}$ – коэффициент, учитывающий возраст станка.

Тогда скорректированный эффективный фонд времени составит:

$$\Phi_{э.кор} = \Phi_{э} K_p \quad (4)$$

На основе полученных значений штучной трудоёмкости и эффективного фонда времени можно рассчитать фактическую производительность (Π) для каждого рационального режима из эталонной таблицы, при которых изделие будет отвечать заданным требованиям качества по формуле (5). Суммированием значений производительности (Π) при всех используемых режимах обработки за период работоспособности станка по критерию требований качества обрабатываемого изделия из таблицы 1, можно рассчитать значение фактической производительности (Π) станка на период его работоспособности по критерию требований качества обрабатываемого изделия по формуле (6).

$$\Pi_i = \frac{\Phi_{\Phi i}}{T_{шт i}} \quad (5)$$

$$\Pi = \sum \Pi_i \quad (6)$$

Полученные расчетные данные производительности для i -го количества рациональных режимов, также предлагается внести в сводную таблицу 1 дополнительным столбцом.

На основе экспериментальных и расчетных данных для одного станка, можно рассчитать плановую производительность однотипных станков цеха или предприятия, выполняющих аналогичную производственную задачу.

Для этого предлагается по каждому последующему типовому станку проводить в описанной далее последовательности ряд мероприятий.

На начальном этапе с использованием глубокой вибродиагностики проводится оценка технического состояния станка на холостом ходу. По результатам проведенной диагностики формируется заключение об имеющихся дефектах и степени их развития.

Следующим шагом проводится сравнение полученных данных о техническом состоянии со значениями из эталонной таблицы (по столбцу с перечнем дефектов экспериментального станка, для которого при переходе с одного режима обработки на другой фиксировались выявленные дефекты и их степень развития). Таким образом, проводится анализ и оценка влияния дефектов, формирующихся в процессе выполнения производственных задач на различных рациональных режимах, на работоспособность станка.

Если количество и степень дефектов превышают показатели из столбца «дефекты» сводной таблицы самого низкоскоростного рационального режима, то делаем вывод, что данный станок не работоспособен для производства изделий с заданными требованиями по качеству. В этом случае требуется вывод данного станка в ремонт, и, следовательно, его производительность не может учитываться в расчете производительности цеха или предприятия.

В случае если количество и степень дефектов проверяемого станка совпадает с одним из режимов перечня эталонной таблицы, то делаем вывод, что данный режим будет считаться первым рациональным режимом обработки для данного станка, с сохранением выпуска изделия требуемого качества. Также рациональными режимами для данного станка будут все режимы обработки из сводной таблицы, находящиеся ниже совпавшего по характеристикам технического состояния оборудования режима.

Следующим этапом на данном станке предлагается провести дополнительную проверку его работоспособности по критерию изготовления изделия требуемого качества. Замеряется уровень вибрации при загрузке и сверяется с данными из сводной таблицы. Если уровень меньше или совпадает, принимается, что станок работоспособен.

Таким образом, на основании проведенных мероприятий определяется перечень рациональных режимов для диагностируемого станка, используя которые он будет считаться работоспособным по критерию требований по качеству изготавливаемого изделия.

Суммированием значений производительности (Π) из таблицы 1 всех допустимых для диагностируемого станка режимов обработки, при которых он работоспособен по критерию требований качества обрабатываемого изделия, получаем значение производительности (Π) станка на период его работоспособности.

Блок-схема проверки станков для определения перечня рациональных режимов, на основе данных эталонной таблицы, при которых станок будет считаться работоспособным по критериям требований к качеству изготавливаемой продукции и производительности на данный временной период, представлена на рисунке ниже (Рис.1)

По вышеописанной схеме предлагается проверять на работоспособность по критериям требований к качеству изготавливаемой продукции и производительности все аналогичные станки цеха, предприятия и на основе результатов рассчитывать их производительность на заданный период времени.

Данный эксперимент и схема проверок могут позволить определить фактические производственные мощности предприятия. Для этого необходимо разделить парк оборудования на группы типовых станков, выполняющих аналогичные производственные задачи и выбрать в каждой группе эталонный станок. Далее по имеющимся алгоритмам сформировать для каждой группы эталонные таблицы данных и провести расчеты производительности.

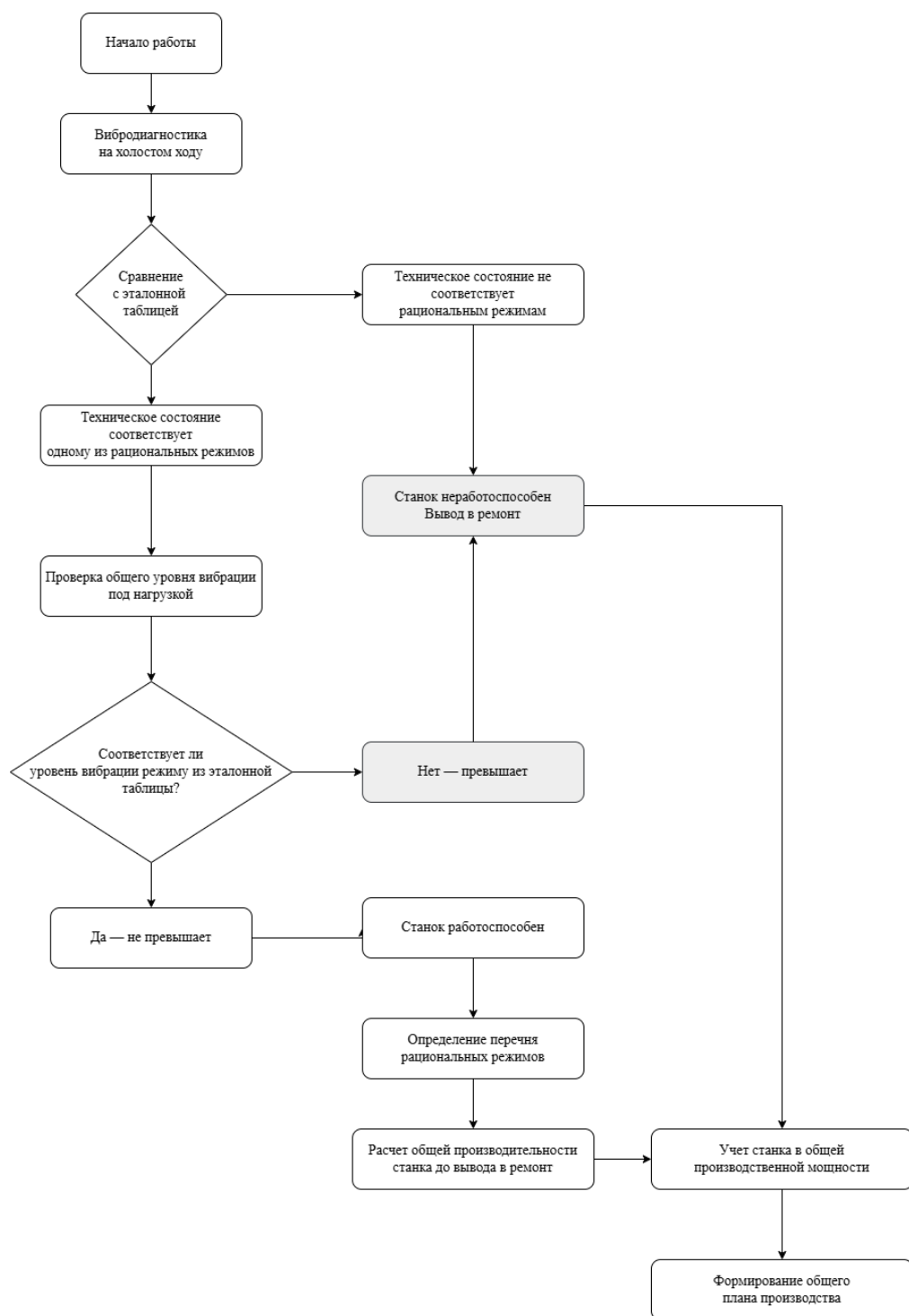


Рис. 1. Блок-схема определения работоспособности и производительности станка

Заключение

Ключевой задачей любого металлообрабатывающего предприятия является выпуск продукции, отвечающей строгим требованиям стандартов, технических условий и запросам заказчиков. В условиях высоких требований к качеству, особенно в таких критически важных отраслях, как авиастроение, ракетно-космическая промышленность, автомобилестроение, медицина, где малейшие дефекты, полученные в процессе обработки, могут привести к серьезным последствиям при эксплуатации, применение оценки качества продукции на всех этапах производства детали является основополагающим фактором для достижения эффективности и стабильности предприятия.

Мероприятия по контролю качества играют ключевую роль не только в проверке на соответствие конструкторско-технологическим параметрам изделий, но и в оценке технического состояния ТС, которая в свою очередь прямым образом влияет на точность, производительность и качество производства.

Рассмотренный в статье метод оценки технического состояния оборудования и степени его износа не по принципу «исправен / неисправен», а по работоспособности, дает возможность одновременно влиять на главные показатели эффективности производства в частности и предприятия в целом, а именно снижать уровень брака как полуфабрикатов, так и готовой продукции, повышать точность оперативного планирования, рационально использовать производственные мощности. Особую значимость предложенный метод представляет для предприятий с парком оборудования, имеющим значительный срок эксплуатации.

Проведенное исследование демонстрирует эффективность разработанного методологического подхода к управлению производственными мощностями машиностроительных предприятий. Предложенное решение позволяет устранить ключевое противоречие между требованиями нормативного планирования и реальными производственными возможностями технологического оборудования.

Таким образом, контроль качества продукции в металлообрабатывающем производстве выходит за рамки простой проверки соответствия готовых изделий установленным требованиям и становится инструментом оценки технического состояния оборудования и его работоспособности, дополнительно позволяя влиять на системы операционного управления.

Данное исследование было проведено в рамках работы по Соглашению о предоставлении из федерального бюджета гранта на проведение крупных научных проектов по приоритетным направлениям научно-технологического развития № 075-15-2024-527 от «23» апреля 2024 г.

Литература

1. Иванов В.В. Управление качеством в машиностроении: учебник для вузов / В.В. Иванов. М.: Издательство "Машиностроение", 2020. С. 45
2. Коротков Э.М. Производственный менеджмент: Учебник для бакалавров / Э.М. Коротков. М.: Юрайт, 2019. 524 с. С. 112

3. Казанцев Д.Д., Прокошина Т.С. Анализ существующих методов диагностики металлорежущего оборудования // В сборнике: Интеллектуальный потенциал XXI века инновационной России. Материалы XII Всероссийской научно-практической конференции студентов. Орёл, 2024. С. 510–513.
4. Журавлев А.О., Поляков А.О., Андриков Д.А. Вестник РУДН. Серия: Инженерные исследования, 2024. Т. 25. № 4. С. 380–396.
5. Хайруллин Р.Х. Вибрационная диагностика металлорежущих станков / Р.Х. Хайруллин. М.: Машиностроение, 2015. 198 с.
6. Mitchell, J.S. An Introduction to Machinery Analysis and Monitoring / J.S. Mitchell. PennWell Books, 1993. 432 p.
7. Савинов Ю., Перебасова В. Управление жизненным циклом оборудования на примере определения технического состояния станка DMU 100 MONOBLOCK //Станкоинструмент, 2019. №1(014). С. 104–109.
8. Диагностика состояния режущего инструмента металлорежущих станков с использованием двунаправленных рекуррентных нейронных сетей с долгой краткосрочной памятью / К.А. Масалимов, Р.А. Мунасыпов, С.И. Фецак [и др.] // СТИН, 2020. № 12. С. 12–17.
9. Масалимов К.А., Мунасыпов Р.А. Интеллектуальные модели на основе нейронных сетей с долгой кратковременной памятью для диагностики состояния станков в машиностроении // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета, 2018. Т. 22. № 2 (80). С. 138–145.
10. Петров А.Е. Внедрение технологий промышленного интернета вещей в машиностроении // В сборнике: Международные научные студенческие чтения – 2025. Сборник статей II Международной научно-практической конференции. Петрозаводск, 2025. С. 152–161.
11. Гимадеев М.Р., Стельмаков В.А., Шеленок Е.А. Жизненный цикл изделия: мониторинг процессов механической обработки и фильтрация виброакустических сигналов // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты), 2024. Т. 26. № 3. С. 94–113.
12. Digital Twin for rotating machinery fault diagnosis in smart manufacturing / J. Wang, L. Ye, R.X. Gao, C. Li [etc.] // International Journal of Production Research, 2019. Vol. 57 (12). P. 3920–3934.
13. Application of measurement systems in tool condition monitoring of milling: a review of measurement science approach / D.Yu. Pimenov, M. Kumar Gupta, L.R.R. da Silva [etc.] // Measurement, 2022.Vol. 199. P. 111503.
14. Гимадеев М.Р., Стельмаков В.А., Шеленок Е.А. Жизненный цикл изделия: мониторинг процессов механической обработки и фильтрация виброакустических сигналов // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты), 2024. Т. 26. № 3. С. 94–113.
15. Оценка состояния силового трансформатора на основе цифрового двойника / Ён Ян., Чжу Ч., Цзин Я., [и др.] // Энергоэксперт, 2023. № 4 (88). С. 64–69.

УДК 338, JEL Classification: O1

Анализ российской нефтехимической отрасли в контексте экологической трансформации и устойчивого развития

Ромашова А.И.¹, Герцик Ю.Г.²

¹студент бакалавриата кафедры «Промышленная логистика» МГТУ им. Н.Э. Баумана, rai22b153@student.bmstu.ru;

²д.э.н., к.б.н., доцент, проф. кафедры «Промышленная логистика» МГТУ им. Н.Э. Баумана, ygerzik@bmstu.ru.

Аннотация. Статья посвящена анализу ключевых проблем российской нефтехимической отрасли в контексте достижения целей устойчивого развития и перехода к экономике замкнутого цикла. Рассматриваются внешние и внутренние факторы, влияющие на устойчивость отрасли в условиях макроэкономической нестабильности, а также проводится ее SWOT-анализ, позволяющий определить сильные и слабые стороны, возможности и угрозы её дальнейшей экологической трансформации.

Ключевые слова: нефтехимическая отрасль, устойчивое развитие, экономика замкнутого цикла, проблемы отрасли, SWOT-анализ.

Analysis of the Russian petrochemical industry in the context of environmental transformation and sustainable development

Anna Romashova¹, Yury Gertsik²

¹Bachelor of the Department of «Industrial logistics», Bauman University, Moscow.

²Doctor of Economic Sciences, Candidate of Biological Sciences, Professor of the Department of «Industrial logistics», Bauman University, Moscow.

Abstract. The article analyzes the key problems of the Russian petrochemical industry in the context of achieving the goals of sustainable development and the transition to a closed-loop economy. The external and internal factors affecting the sustainability of the industry in the context of macroeconomic instability are considered, as well as its SWOT analysis is carried out, which makes it possible to identify strengths and weaknesses, opportunities and threats to its further environmental transformation.

Keywords: petrochemical industry, sustainable development, closed-loop economics, industry problems, SWOT analysis.

Цель и актуальность

Цель работы — выявить текущие проблемы российской нефтехимической отрасли в контексте устойчивого развития и перехода к экономике замкнутого цикла (ЭЗЦ), определить сильные и слабые стороны отрасли, а также оценить возможности и угрозы для её перехода к экономике замкнутого цикла на основе SWOT-анализа.

Экологическая трансформация и переход к ЭЗЦ является на сегодняшний день мировым трендом в большинстве наукоемких отраслей [1]. Нефтехимическая отрасль сохраняет ведущие позиции в российской экономике и имеет существенное влияние на бюджет страны. Нефтегазовый сектор занимает большую долю в ВВП России, которая по данным на 2025 год составляет 13,2% [2]. Помимо добычи нефти и газа важное место в отрасли занимает нефтеперерабатывающий комплекс. По данным отчета министерства экономического развития в январе 2025 индекс промышленного производства для данного комплекса вырос на +1,9% г/г., что свидетельствует о положительной динамике роста [3].

Рост переработки обусловлен глобальным спросом на продукты нефтехимии, который неуклонно увеличивается из-за таких факторов, как рост населения, урбанизация и промышленное развитие [4]. Прогноз Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) говорит о том, что мировое производство пластика вырастет на 70% — с 435 млн тонн в 2020 году до 736 млн тонн к 2040 году [5]. В частности, в РФ объем рынка пластмасс в 2024 году составил около 13,9 млрд долларов [6]. Между тем, поставки нефтехимического сырья для обработки сильно зависят от добычи сырой нефти и природного газа, а также от производительности нефтеперерабатывающих заводов.

Актуальность работы обусловлена тем, что в современных условиях санкционного давления, разрыва мировых логистических цепочек, ужесточению экологического законодательства, направленности на достижение целей устойчивого развития и перехода к ЭЗЦ, отрасль подвергается воздействию ряда неблагоприятных факторов, которые влияют как на конкурентоспособность и финансовую устойчивость предприятий по нефтедобыче и нефтепереработке, так и в целом на экономику страны и положение РФ на мировой арене.

В работе будут проанализированы актуальные проблемы, связанные с устойчивым развитием и экологической трансформацией в нефтехимии. Решение этих проблем позволит ускорить экологическую трансформацию отрасли и обеспечить ее устойчивое развитие.

Ключевые проблемы

С точки зрения влияния со стороны компаний проблемы классифицируются на внешние, неподвластные их прямому влиянию, и внутренние, решение которых находится в зоне ответственности предприятий (Табл. 1). Для последующего анализа выявленные факторы были систематизированы по характеру их происхождения.

Таблица 1. Проблемы нефтехимической отрасли в контексте устойчивого развития

	Природа фактора	Проблемы
Внешние проблемы	Технологические	Импортозависимость важных технологий и оборудования для обеспечения устойчивого развития;
	Политические	Санкционное давление; Законодательство в области устойчивого развития и ЭЗЦ (РОП, СВАН, КЭР);
	Экономические	Доступ к привлечению заемных средств; Дефицит мощностей по переработке пластиков; Плохо развитая инфраструктура сбора ТКО; Дороговизна «зеленых» продуктов; Налоговая политика;
	Социальные	Мировоззрение и привычки населения; Отсутствие знаний в области сортировки ТКО;
Внутренние проблемы	Стратегические	Экономические цели стоят выше экологических; Сложность организационных изменений и перехода на новые бизнес-модели;
	Производственные	Недостаток собственных разработок в области «зеленых» технологий и вторичной переработки; Нехватка качественного сырья для ЭЗЦ; Высокий средний возраст основных производственных фондов; Высокое потребление энергии и водных ресурсов; Выбросы загрязняющих веществ (вода, воздух, земля); Углеродный след;
	Кадровые	Недостаток компетенций в области зеленой экономики и ЭЗЦ; Безопасные условия труда; Привлечение молодежи; Поддержка разных групп персонала; Инклюзия;
	Информационные	Цифровая модернизация;
	Финансовые	Высокие затраты на НИОКР; Высокие долговременные капитальные затраты на модернизацию оборудования; Недостаточное финансирование проектов.

Для составления таблицы были использованы источники 7–14

Вышеперечисленные проблемы в значительной степени влияют на отрасль и деятельность компаний в контексте устойчивого развития.

Несмотря на проблемы, ЭЗЦ сейчас набирает популярность в нефтехимической отрасли в связи с ужесточением экологического законодательства и достижением целей устойчивого развития. Многие компании переходят на экологичные бизнес-модели и стремятся воплотить в жизнь амбициозные проекты в области ЭЗЦ, поэтому особо актуально использование принципов логистики замкнутого цикла в нефтехимической отрасли, для обеспечения устойчивости и конкурентоспособности в долгосрочной перспективе как на Российском, так и на зарубежных рынках [1].

Многообразие и природа выявленных проблем затрудняет выработку приоритетов, поэтому для комплексной оценки стратегического положения российской нефтехимической отрасли и выявления ключевых направлений ее трансформации в контексте устойчивого развития был проведен SWOT-анализ (S – strength, W – weaknesses, O – opportunities, T – threats), представленный в Таблице 2.

Таблица 2. SWOT-анализ нефтехимической отрасли РФ

Сильные стороны	Слабые стороны
1. Обеспеченность собственным сырьем 2. Наличие интегрированных холдингов, кластеров	1. Экономические цели выше экологических 2. Недостаток собственных разработок 3. Высокие затраты на модернизацию оборудования и проведение НИОКР 4. Дефицит компетенций для "зеленой" трансформации
Возможности	Угрозы
1. Курс государства на импортозамещение 2. Поддержка развития циркулярной экономики на государственном уровне 3. Доступ к ESG финансированию	1. Неблагоприятная регуляторная среда 2. Дефицит мощностей по переработке 3. Плохо развитая инфраструктура сбора ТКО 4. Низкий уровень экологической культуры общества

Российская нефтехимическая отрасль обладает отечественной сырьевой базой, наличием интегрированных холдингов и растущим внутренним рынком, что создаёт хорошие условия для устойчивого развития. Благодаря обеспеченности собственным сырьём компании вписываются в государственную повестку импортозамещения, что позволяет развивать переработку вторсырья и уменьшать зависимость от зарубежных поставщиков оборудования и технологий. Интегрированная структура холдингов и кластерная политика позволяют выстраивать замкнутые цепочки создания стоимости, что способствует развитию циркулярной экономики, повышает эффективность переработки и поддерживает расширение ассортимента экологичных нефтехимических материалов, а наличие хоть и несущественного ESG-финансирования делает модернизацию и экологические проекты более доступными финансово [15].

Несмотря на наличие сырья и крупных холдингов, отрасль сталкивается с угрозами, которые могут частично нивелировать преимущества. Неблагоприятная и непредсказуемая регуляторная среда усложняет

планирование экологических инвестиций, увеличивая нагрузку на компании. Дефицит мощностей переработки снижает ценность сырьевой обеспеченности, так как излишки сырья не всегда могут быть эффективно превращены в продукцию. Кроме того, плохо развитая инфраструктура сбора ТКО ограничивает потенциал циркулярной экономики, а низкий уровень экологической культуры общества влияет на нехватку качественного сырья для переработки.

Одна из ключевых проблем устойчивого развития - преобладание экономических целей над экологическими, в совокупности с дефицитом собственных разработок, высокими затратами на модернизацию и недостаток «зелёных» компетенций могут частично компенсироваться внешними возможностями. Курс на импортозамещение стимулирует развитие отечественных технологий и модернизацию производств, что помогает сокращать технологическое отставание и улучшать экологические параметры оборудования. Поддержка циркулярной экономики создаёт спрос на экологичные решения и побуждает компании вкладываться в переработку и повышение эффективности использования ресурсов. Доступ к ESG-финансированию способен снизить финансовое давление, связанное с обновлением оборудования и подготовкой кадров, тем не менее этого все еще недостаточно, чтобы сделать экологические проекты экономически оправданными [16].

Совмещение слабых сторон с угрозами создаёт наиболее проблемную зону для нефтехимической отрасли и может серьезно затруднить переход к устойчивому развитию и ЭЗЦ. Экономические цели преобладают над экологическими, поэтому функционирование компаний в отрасли усложняется ужесточением регуляторных требований и нехваткой перерабатывающих мощностей, что может привести к увеличению штрафных рисков и снижению экономической устойчивости. Недостаток собственных технологий усиливает зависимость от импорта в условиях неблагоприятной внешней среды, а плохая инфраструктура ТКО затрудняет развитие циркулярных моделей, которые могли бы снизить экологическую нагрузку. Высокие затраты на модернизацию, разработку собственных технологий и развитие инфраструктуры, не позволяют компаниям окупать экологические инвестиции. Дефицит компетенций при одновременном усложнении требований к отчётности и переработке препятствует устойчивой трансформации отрасли.

Примеры борьбы с проблемами

Компания Сибур активно инвестирует средства в НИОКР, связанные с переработкой полимерных отходов и привлечение возобновляемых источников сырья. Так в 2024 году объем инвестиций составил 133,9 млн. руб. Холдинг развивает инфраструктуру для отдельного сбора вторсырья и культуру сбора отходов в регионах присутствия среди населения и работников. За 2024 год масса вовлеченных в переработку полимерных отходов составила 111 тыс. тонн [8].

Для поддержания конкурентоспособности в условиях растущего спроса и ужесточающихся экологических стандартов, отрасль направляет значительные

ресурсы на технологическое обновление. Так, доля инвестиций на реконструкцию и модернизацию в машины, оборудование, транспортные средства, направленных, в общем объеме инвестиций в основной капитал в производстве кокса и нефтепродуктов достигает 37.1% в 2024 году [17], что отражает нацеленность компаний на решение проблем устаревания основных фондов и необходимости модернизации текущего оборудования под нужды экологической повестки.

Также государство в лице правительства создает федеральные проекты по развитию экономики замкнутого цикла и экологического благополучия [18], производится утверждение отраслевых стандартов использования «зеленых» технологий, материалов, предприятий, работа с которыми поощряется различными экономическими инструментами (льготами или штрафами и санкциями). Например, ФАС разработал рекомендации для предотвращения гринвошинга, т.е. маркетинговых уловок, при которых компания создает у потребителя ложное впечатление о своей продукции или деятельности как об экологически безопасной, устойчивой или «зеленой» [19]. Кроме того, Минэкономразвития и ЦБ РФ разрабатывают требования к нефинансовой отчетности и концепции систем для ответственного финансирования зеленых проектов. Это свидетельствует о вовлеченности государства в решение проблем, связанных с экологической повесткой и переходу компаний к ЭЗЦ.

Заключение

Анализ основных проблем нефтехимической отрасли в контексте устойчивого развития и перехода к ЭЗЦ показал, что отрасль обладает значительным потенциалом роста благодаря обеспеченности собственным сырьём, наличию крупных интегрированных холдингов и устойчивому внутреннему спросу, которые формируют основу для внедрения принципов экономики замкнутого цикла. Вместе с тем на отрасль существенно влияет сочетание проблем, связанных с санкционным давлением, технологической зависимостью, ограниченной перерабатывающей инфраструктурой и дефицитом компетенций в сфере «зелёной» экономики. Проведённый SWOT-анализ позволил определить зоны роста, а также обозначить наиболее критичные угрозы для устойчивой трансформации отрасли. Несмотря на значительный перечень ограничений при поддержке со стороны государства, развитии отечественных технологий, расширении перерабатывающих мощностей и повышении экологической культуры общества российская нефтехимическая отрасль обладает возможностями для успешного перехода к экологичным бизнес-моделям. Реализация принципов экономики замкнутого цикла и устойчивого развития станет важным условием поддержания её конкурентоспособности, финансовой устойчивости и роли в обеспечении долгосрочного экономического роста страны.

Литература

1. Омельченко, И. Н. Логистика замкнутого цикла в экономических системах / И. Н. Омельченко, Ю. Г. Герцик, И. И. Фокина. – Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2023. – 240 с. – ISBN 978-5-7038-6071-7. – EDN IRKNOT.

2. Доля нефтегазового сектора в ВВП URL: <https://cbonds.ru/indexes/94028/> (дата обращения 01.11.2025)
3. О динамике промышленного производства. Сентябрь 2025 года | Министерство экономического развития Российской Федерации URL: https://www.economy.gov.ru/material/directions/makroec/ekonomicheskie_obzory/o_dinamike_promyshlennogo_proizvodstva_sentyabr_2025_goda.html (дата обращения 01.11.2025)
4. Названы мировые тренды в нефтепереработке URL: https://iadevon.ru/news/petroleum/nazvani_mirovie_trendi_v_neftepererabotke-17807/ (дата обращения 12.10.2025)
5. К 2040 году мировое производство пластика вырастет до 736 млн тонн в год - Полимерные материалы URL: <https://polymerbranch.com/2024/11/k-2040-godu-mirovye-proizvodstvo-plastika-vyrastet-do-736-mln-tonn-v-god/> (дата обращения 01.11.2025)
6. Рынок пластмасс в России: вызовы, перспективы и стратегия развития в 2025 году — статьи Группы «ДЕЛОВОЙ ПРОФИЛЬ» URL: <https://delprof.ru/press-center/experts-pubs/rynok-plastmass-v-rossii-vyzovy-perspektivy-i-strategiya-razvitiya-v-2025-godu/> (дата обращения 12.10.2025)
7. Губайдуллин, К. Современное состояние и перспективы развития российской нефтехимии // Международный научный журнал «Вестник науки» №5 (86) Том 1. май 2025
8. ПАО Сибур, Отчеты и результаты, Устойчивое развитие URL: https://www.sibur.ru/ru/sustainability/social_report/ (дата обращения 15.09.2025)
9. Российский экологический оператор URL: <https://geo.ru/gor#otchet> (дата обращения 21.10.2025)
10. А. Н. Дмитриевский, Н. А. Еремин, В. Е. Столяров, А. Д. Черников Цифровизация нефтегазового производства: проблемы, вызовы и риски // SOCAR Proceedings No.2 (2023) 001-008
11. Распоряжение Правительства России от 12 апреля 2025 г. №908-р URL: <https://minenergo.gov.ru/upload/iblock/d6a/Energostrategiya-RF-do-2050-goda.pdf> (дата обращения 21.10.2025)
12. Затраты на разработку нового СПГ-оборудования в РФ до 2025 г. оценили в свыше 15 млрд руб. URL: <https://www.interfax.ru/business/863325> (дата обращения 21.10.2025)
13. Ахметшина Л. Г., Вилигура И. Н. Инновационные технологии в нефтепереработке России: проблемы и перспективы // Самоуправление. – 2023. – № 2. – с. 183-187.
14. Пан, Т. Методические подходы к формированию механизмов стратегического управления развитием нефтехимической отрасли в условиях глобальных вызовов / Т. Пан // Лидерство и менеджмент. – 2019. – Т. 6, № 2. – С. 139-148. – DOI 10.18334/lim.6.2.40879
15. Герцик, Ю. Г. Управление климатическими проектами в кластерных структурах с использованием методологии PRiSM / Ю. Г. Герцик, Е. В. Дробот // Вопросы инновационной экономики. – 2023. – Т. 13, № 3. – С. 1365-1394. – DOI 10.18334/vinec.13.3.118669. – EDN ACAVCI.
16. Герцик, Ю. Г. Перспективы применения экологического менеджмента в биоэкономике для достижения целей устойчивого развития / Ю. Г. Герцик, И. Ю. Швец // Валютное регулирование. Валютный контроль. – 2022. – № 8. – С. 15-25. – EDN ABONLB
17. Технологическое развитие отраслей экономики URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/11189> (дата обращения 01.11.2025)
18. Федеральный проект «Экономика замкнутого цикла» — Минприроды России URL: https://mnr.gov.ru/activity/environmental_well-being/federalnyy-proekt-ekonomika-zamknutogo-tsikla/ (дата обращения 09.11.2025)
19. ФАС России | Рекомендации по недопущению гринвошинга в маркетинговой коммуникации URL: <https://fas.gov.ru/documents/689713> (дата обращения 09.11.2025)

УДК 336; 338

Исследование подходов к оценке инвестиционной привлекательности регионов России для банковской деятельности

Ряховская О.Н.¹, Бояркин С.В.²

¹к.э.н., доцент кафедры «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана, ryakhovskaya@bmsu.ru;

²студент 2-го курса магистратуры, кафедра «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана, boyarkin02@list.ru.

***Аннотация.** В статье исследуются существующие подходы к оценке инвестиционной привлекательности регионов Российской Федерации для использования в банковской деятельности. Актуальность темы обусловлена необходимостью оптимизации размещения ресурсов банков в условиях значительной региональной дифференциации страны. На основе анализа практик международных и ведущих российских кредитных организаций выявлен дефицит формализованных, сегментированных по типам бизнеса методик в российской практике. Показана необходимость разработки комплексных, адаптивных моделей, интегрирующих макроэкономические, социально-демографические, инфраструктурные и институциональные факторы с учетом риск-аппетита и стратегических приоритетов банка.*

***Ключевые слова:** инвестиционная привлекательность регионов, размещение ресурсов банков, банковская деятельность*

Study of approaches to assessing the investment attractiveness of Russian regions for banking activities

Olga Ryakhovskaya¹, Sergey Boyarkin²

¹Candidate of Economic Sciences, associate professor in Department of Economics and Organization of Production, Bauman Moscow State University, Moscow.

²Student in Department of Economics and Organization of Production, Bauman Moscow State Technical University, Moscow.

***Abstract.** The article examines existing approaches to assessing the investment attractiveness of regions of the Russian Federation for use in banking activities. The relevance of the topic is driven by the need to optimize the allocation of bank resources amid significant regional differentiation in the country. Based on an analysis of practices employed by international and leading Russian credit organizations, a shortage of formalized, business-segmented methodologies in Russian practice is identified. The necessity of developing comprehensive,*

adaptive models that integrate macroeconomic, socio-demographic, infrastructural, and institutional factors, considering the bank's risk appetite and strategic priorities, is demonstrated.

Keywords: investment attractiveness of regions, allocation of bank resources, banking activities

Введение

Стратегическое масштабирование деятельности универсального банка в регионах Российской Федерации является ключевым фактором устойчивого роста и повышения конкурентоспособности. Однако эффективное размещение ресурсов, открытие новых точек присутствия и управление рисками требуют глубокого понимания инвестиционной привлекательности каждого конкретного региона. В настоящее время многие российские банки сталкиваются с отсутствием формализованной, комплексной методологии оценки такой привлекательности, учитывающей специфику различных сегментов бизнеса, включая корпоративно-инвестиционный бизнес, средний и малый бизнес, розничный бизнес. Это создает риски принятия неоптимальных решений и недостаточно эффективного использования капитала.

Целью настоящего исследования является анализ и систематизация существующих подходов к оценке инвестиционной привлекательности регионов РФ для выработки рекомендаций по построению эффективной методологии оценки привлекательности регионов в кредитных организациях.

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

1. Уточнить понятийный аппарат применительно к банковской специфике.
2. Выявить и проанализировать подходы, используемые ведущими международными и российскими банками.
3. Исследовать адаптированные подходы консалтинговых и аналитических агентств.
4. Систематизировать ключевые показатели, критерии и методы анализа.

Объект исследования – методы оценки инвестиционной привлекательности регионов. Предмет исследования – инструментарий и практика применения этих методов в банковском секторе.

Теоретические основы и специфика банковского подхода к оценке регионов

Инвестиционная привлекательность региона (ИПР) для банка представляет собой совокупность условий, определяющих потенциальную эффективность и рискованность инвестиций в развитие банковского бизнеса на его территории. В отличие от прямых инвестиций в производство, банковские «инвестиции» включают вложение финансовых, управленческих, технологических и репутационных ресурсов с целью достижения целевой доходности (ROE, ROA), роста доли рынка и диверсификации портфеля [1, 2].

Ключевой особенностью оценки ИПР для банка является необходимость сегментации по видам бизнеса. Как показано в таблице 1, значимость факторов кардинально различается для корпоративно-инвестиционного бизнеса (КИБ),

среднего и малого бизнеса (СМБ) и розничного бизнеса (РБ).

Таблица 1. Дифференциация ключевых факторов инвестиционной привлекательности регионов по сегментам банковского бизнеса

Группа факторов	Показатель	Значимость для сегмента		
		КИБ	СМБ	РБ
Экономические	Объем и динамика ВРП	Высокая	Средняя	Низкая
	Структура экономики	Критическая	Высокая	Низкая
Социально-демографические	Численность и плотность населения	Низкая	Средняя	Критическая
	Уровень доходов населения	Низкая	Средняя	Критическая
Институциональные	Качество регионального управления	Критическая	Критическая	Средняя
	Уровень коррупции	Критическая	Критическая	Средняя
Отраслевые	Концентрация крупных корпоративных клиентов	Критическая	Средняя	Низкая
	Потенциал розничного рынка	Низкая	Низкая	Критическая

Таким образом, универсальная оценка региона без учета целевого сегмента является малоэффективной.

Опыт глобальных системно значимых банков

Анализ практик международных банков (HSBC, JPMorgan Chase, BNP Paribas) показывает, что они используют внутренние рейтинговые модели, сочетающие количественные и качественные методы [3-6]. Количественная оценка включает анализ макроэкономической стабильности (рост ВВП/ВРП, инфляция), финансовых индикаторов (уровень просроченной задолженности) и социальных данных. Качественная оценка фокусируется на экспертных суждениях о политической стабильности, качестве институтов и операционных рисках.

Важной чертой является активная интеграция внешней аналитики (от S&P, Moody's, McKinsey) для калибровки внутренних моделей, особенно на рынках с недостатком данных. Наиболее существенный вывод – жесткая дифференциация критериев в зависимости от бизнес-направления. Для корпоративного банкинга критичны наличие крупных корпораций и развитость рынка капитала, в то время как для розничного – численность, доходы и цифровая зрелость населения [7, 8].

Подходы российских банков к оценке регионов

Прямые описания формализованных методик в открытых источниках российских банков встречаются редко. Анализ их практик позволяет выявить различные акценты.

ПАО Сбербанк демонстрирует наиболее развитый аналитический подход, публикуя индексы («Пульс регионов», «Индекс ESG-развития»), которые, вероятно, служат основой для внутренних решений [9]. Ключевые факторы: валовый региональный продукт (ВРП), доходы населения, развитие малого и среднего предпринимательства (МСП), цифровизация, ESG. ESG-индекс позволяет определить, насколько деятельность организаций соответствует передовым стандартам в сферах экологической ответственности, социальной политики и корпоративного управления.

Газпромбанк фокусируется на отраслевом принципе, привязывая привлекательность региона к наличию ключевых корпоративных клиентов в сферах ТЭК, ВПК и инфраструктуры.

Альфа-Банк, судя по публичной информации, делает ставку на data-driven подходы и анализ цифрового поведения для оценки потенциала РБ и СМБ [10].

Россельхозбанк оценивает регионы преимущественно через призму потенциала АПК и государственных программ поддержки.

Общим для российского рынка является отсутствие открытых, сегментированных и комплексных методологий, сравнимых с подходами глобальных игроков. Решения часто носят реактивный характер или основаны на отраслевой специфике.

Междисциплинарные подходы к оценке регионов

Для целей банка полезен анализ методологий, разработанных в смежных областях.

Консалтинговые компании (McKinsey, BCG, Strategy Partners) предлагают сложные мультифакторные модели, включающие построение интегральных индексов, сценарный анализ и оценку рыночного потенциала («top-down» и «bottom-up») [11-13]. Их достоинство – стратегический фокус и использование передовых аналитических методов. Недостаток – высокая стоимость и необходимость адаптации для конкретного банка.

Аналитические и рейтинговые агентства предоставляют доступные и регулярно обновляемые рейтинги.

Национальный рейтинг инвестиционного климата АСИ фокусируется на оценке усилий региональных властей на основе опросов предпринимателей [14].

РИА Рейтинг и Эксперт РА предлагают рейтинги, основанные на обширных статистических данных, комбинируя оценку инвестиционного потенциала и риска [15, 16].

РЕЙКС развивает направление ESG-рейтингов регионов.

Эти рейтинги полезны для банков как источник объективных данных и инструмент быстрого сравнительного анализа, однако они не заменяют внутренней сегментированной оценки, так как не учитывают специфику банковских бизнес-сегментов.

Таблица 2. Анализ междисциплинарных подходов к оценке ИПР

Источник	Ключевые методы	Достоинства	Недостатки для банка
Международные банки	Внутренние рейтинговые модели, интеграция внешней аналитики, сегментация	Практическая ориентированность, увязка с риск-аппетитом	Закрытость методик, необходимость адаптации к российским условиям
Консалтинг	Мультифакторные индексы, сценарный анализ, оценка потенциала	Гибкость, стратегический фокус	Высокая стоимость, возможная избыточная сложность
Аналитические агентства	Ранжирование, индексные методы	Объективность, доступность, регулярность	Отсутствие сегментации под задачи банка

Заключение

Проведенное исследование позволило сформулировать следующие выводы:

1. Существует значительный разрыв между сложными, сегментированными подходами к оценке инвестиционной привлекательности регионов, применяемыми глобальными банками, и менее формализованными практиками российских кредитных организаций.
2. Ключевым принципом эффективной методологии является ее сегментация по бизнес-направлениям (КИБ, СМБ, РБ), так как значимость оцениваемых факторов для каждого из сегментов кардинально различается.
3. Наиболее перспективным является гибридный подход, сочетающий:
 - Разработку банком собственной адаптивной модели, основанной на принципах системности, объективности и практической применимости.
 - Активное использование и интеграцию данных авторитетных внешних рейтингов (АСИ, РИА Рейтинг) для верификации и обогащения анализа.
 - Внедрение элементов сценарного анализа и стресс-тестирования для учета высокой внешней неопределенности.

Разработка такой комплексной методологии позволит российским банкам перейти от реактивного управления к стратегическому, обоснованно распределяя ресурсы между регионами и максимизируя доходность на вложенный капитал при приемлемом уровне риска.

Литература

1. Тамбовцев В.Л. Институциональные факторы инвестиционной привлекательности регионов // Вопросы экономики. – 2015. – № 8. – С. 61–78.
2. Центральный Банк Российской Федерации (Банк России). Обзор финансовой стабильности [Электронный ресурс]. – URL: https://cbr.ru/collection/collection/file/40808/fs_2023_2.pdf (Выпуск № 2 (35), декабрь 2023) (дата обращения: 18.06.2025).
3. HSBC Holdings plc. Annual Report and Accounts 2022. – URL: <https://www.hsbc.com/investors/results-and-announcements> (дата обращения: 15.05.2025)
4. JPMorgan Chase & Co. Investor Day Presentation. February 2023. – URL: <https://investor.jpmorganchase.com/presentations> (дата обращения: 15.05.2025)
5. BNP Paribas. Registration Document 2022 (Including the Annual Financial Report). – URL: <https://invest.bnpparibas.com/en> (дата обращения: 16.05.2025)
6. Santander Group. Annual Financial Report 2022. – URL: <https://www.santander.com/en/investors/financial-and-regulatory-information/annual-reports> (дата обращения: 16.05.2025)
7. Industrial and Commercial Bank of China (ICBC). Annual Report 2022. – URL: <http://www.icbc-ltd.com/en/Investor%20Relations/Financial%20Reports/Annual%20Report/default.htm> (дата обращения: 17.05.2025)
8. World Economic Forum. The Global Competitiveness Report 2019. – URL: <https://www.weforum.org/reports/how-to-end-a-decade-of-lost-productivity-growth> (дата обращения: 19.05.2025)
9. Аналитический центр Сбербанка. "Пульс регионов: Социально-экономическое положение субъектов РФ". Выпуск 2023. – URL: <https://ac.gov.ru/publications/puls-regionov-socialno-ekonomicheskoe-polozhenie-subektov-rf-2023> (дата обращения: 22.05.2025)
10. Альфа-Банк. Стратегия: Клиентоцентричность и технологии. – URL: <https://alfabank.com/about/strategy/> (дата обращения: 23.05.2025)
11. McKinsey Global Institute. "The future of wealth in the United States: Mapping trends in generational wealth transfer". May 2023. – URL: <https://www.mckinsey.com/mgi/our-research> (дата обращения: 19.05.2025)
12. Strategy Partners. Индекс инвестиционной привлекательности регионов России: Методология расчета. – URL: <https://www.strategy.ru/stp-ratings/> (дата обращения: 28.05.2025)
13. McKinsey & Company. "Winning in Emerging-Market Cities: A Guide to the World's Largest Growth Opportunity". – URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/growth-marketing-and-sales/our-insights/winning-in-emerging-market-cities> (дата обращения: 29.05.2025)
14. Агентство стратегических инициатив (АСИ). Национальный рейтинг инвестиционного климата в субъектах РФ 2023: Методология. – URL: <https://asi.ru/investclimate/rating/methodology/> (дата обращения: 25.05.2025)
15. РИА Рейтинг. Рейтинг инвестиционной привлекательности регионов России – 2023. – URL: <https://riarating.ru/> (дата обращения: 26.05.2025)
16. Эксперт РА. Рейтинг инвестиционного потенциала и инвестиционного риска регионов России. 2023. – URL: https://raex-rr.com/pro/regions/investment_potential_and_risk (дата обращения: 26.05.2025)

УДК 338, JEL Classification: A10, B40

Анализ барьеров внедрения новых технологий в России и их влияние на технологический суверенитет

Ряховская О.Н.¹, Леус А.М.²

¹к.э.н., доцент кафедры «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана, ryakhovskaya@bmstu.ru.

²студент 2-го курса магистратуры, кафедра «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана, Alina.Shamsuvaleeva@yandex.ru.

Аннотация. В статье рассмотрены ключевые барьеры, сдерживающие внедрение новых технологий в российской экономике и препятствующие достижению технологического суверенитета. На основе актуальных данных выделены четыре основных блока ограничений: (1) зависимость от импортных технологий и санкционные риски; (2) дефицит человеческого капитала и компетенций; (3) недостаточное финансирование научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, а также слабость научно-производственной базы; (4) административно-регуляторные барьеры и проблемы координации государственных программ.

Ключевые слова: технологический суверенитет, технологическая независимость, барьеры, импортоёмкость, человеческий капитал, проектное финансирование

Analysis of barriers to the adoption of new technologies in Russia and their impact on technological sovereignty

Olga Ryakhovskaya¹, Alina Leus²

¹Candidate of Economic Sciences, associate professor in Department of Economics and Organization of Production, Bauman Moscow State University, Moscow.

²Student in Department of Economics and Organization of Production, Bauman Moscow State Technical University, Moscow.

Abstract. The paper examines key barriers hindering the adoption of new technologies in the Russian economy and impeding the achievement of technological sovereignty. Based on up-to-date data, four main groups of constraints are identified: (1) dependence on imported technologies and sanctions-related risks; (2) shortages of human capital and relevant competencies; (3) insufficient funding for research and development (R&D) and weaknesses in the scientific and production infrastructure; and (4) administrative and regulatory barriers, along with coordination challenges in the implementation of state programs.

Keywords: technological sovereignty, technological independence, barriers, import dependence, human capital, project financing.

Введение

В условиях глобальной цифровой трансформации и стремительного развития инноваций Россия сталкивается с рядом системных препятствий, которые ограничивают её возможности по эффективному внедрению передовых технологий. Эти барьеры носят многоаспектный характер и затрагивают законодательные, кадровые, финансовые и логистические аспекты. К основным узким местам относятся:

- зависимость от импортных технологий и санкционные риски;
- недостаток внутренних компетенций и человеческого капитала;
- ограничения научно-производственной базы и финансирования;
- административно-регуляторные барьеры и проблемы координации.

Целью настоящего исследования является выявление и систематизация ключевых барьеров, ограничивающих внедрение новых технологий в России и снижающих её технологическую независимость. Актуальность исследования обусловлена необходимостью формирования устойчивой и конкурентоспособной национальной инновационной системы, способной функционировать в условиях внешней изоляции и быстро адаптироваться к вызовам современной технологической конкуренции.

Зависимость от импортных технологий и санкционные риски

После введения международных санкций в отношении российской экономики доступ к передовым технологиям был значительно ограничен. Например, экспорт товаров двойного назначения, включая высокотехнологичное оборудование, программное обеспечение и компоненты для искусственного интеллекта, строго регулируется Европейским союзом (ЕС) и другими недружественными государствами. В мае 2025 года ЕС расширил список ограничений, добавив новые пункты, такие как запрет на заход в порты ЕС судов российского «теневое флота», что ещё больше усложнило логистику поставок оборудования [1]. Отдельное внимание необходимо обратить на проблему параллельного импорта и обходных схем. Согласно данным расследований, отдельные иностранные фирмы продолжали тайно снабжать Россию высокотехнологичными товарами вопреки санкциям. Так, в 2023 году выяснилось, что немецкая компания Kontron в обход запретов ЕС экспортировала в Россию чувствительное телекоммуникационное оборудование на сумму более 3,5 млн евро [2]. Подобные случаи демонстрируют острую потребность российского рынка в зарубежной технике и электронике, которую он пытается удовлетворить неофициальными каналами. Однако это временное решение, не устраняющее корневую проблему – технологическую зависимость.

В совокупности, сохраняющаяся импортоёмкость высокотехноёмких отраслей тормозит внедрение инноваций: новые технологии зачастую легче приобрести в готовом виде на внешнем рынке, чем развить с нуля внутри страны, особенно при ограниченности времени и ресурсов. Однако такой путь формирует стратегические риски – внешние поставщики могут в любой момент прекратить сотрудничество. Наглядный индикатор – снижение позиций России в глобальных рейтингах инновационного развития. В 2024 году Россия опустилась на 59-е место в глобальном инновационном индексе WIPO, потеряв

8 позиций за год [3]. Эксперты указывают, что среди причин – недостаточное развитие институциональной среды и зависимость от импорта технологий, сдерживающие полноценное раскрытие инновационного потенциала. Таким образом, импортозависимость и санкционное давление образуют первый блок препятствий на пути технологического обновления экономики.

Недостаток внутренних компетенций и человеческого капитала

Быстрое внедрение новых технологий невозможно без наличия кадров, обладающих соответствующими навыками. В России дефицит специалистов в ряде высокотехнологичных областей стал системной проблемой.

Согласно материалам ООН (UNCSTD), развитию искусственного интеллекта в России препятствует, в частности, недостаток вычислительных мощностей и квалифицированных кадров – несмотря на успехи в фундаментальной науке, масштабирование ИИ-систем сдерживается нехваткой специалистов и инженеров, способных их внедрять [4]. Аналогичные выводы делают отечественные эксперты: человеческий капитал – ключевой фактор цифровой экономики, и его дефицит сегодня является одним из главных барьеров для широкого распространения технологий. Также важным аспектом является сокращение научных связей из-за геополитической обстановки также негативно сказывается на обмене знаниями, например, участие российских ученых в международных проектах ограничено санкциями и визовыми барьерами.

Все это формирует второй блок препятствий: ограниченность человеческого капитала, недостаток компетенций и связей, необходимых для переноса и адаптации передовых технологий.

Ограничения научно-производственной базы и финансирования

Успешное внедрение новых технологий предполагает значительные инвестиции в научные исследования и разработки (НИОКР), опытно-конструкторские работы и запуск стартапов.

В России доля расходов на НИОКР составляет 0,94% ВВП, что ниже, чем у ведущих технологических держав (для сравнения: в США 3,46%, в Германии 3,14%, в Китае 2,43% от ВВП) [5, 6].

Частные инвестиции в инновации также ограничены: венчурный рынок в России относительно невелик и концентрируется на узком круге проектов. Так в 2024 году инвесторами было заключено 165 сделок на общую сумму 178 млн долл. [7] (рост на 46% АППГ) при объемах мирового рынка около 275 млрд долл. [8] (доля отечественного рынка менее 0,1%). Недостаток капитала ведет к тому, что перспективные идеи не доводятся до коммерческой реализации, либо уезжают за рубеж в поисках финансирования.

Государство старается компенсировать проблему увеличением бюджетного финансирования – в рамках федерального проекта «Отечественные решения» на период до 2030 года выделено порядка 44 млрд руб. на обеспечение доработки и внедрения российских решений в сфере информационных технологий; в рамках федерального проекта «Искусственный интеллект» бюджетные ассигнования по реализации прорывных исследований в сфере ИИ

достигают 16 млрд руб.[9].

Помимо ИТ-сферы остаются узкие места финансирования: например, биотехнологии, новые материалы, промышленное оборудование – эти направления требуют длительного цикла инвестиций, и частный бизнес туда идет неохотно. Мировой опыт показывает, что крупные прорывы зачастую достигаются за счёт существенных инвестиций как государства, так и бизнеса. Например, США приняли CHIPS and Science Act (Закон о чипах и науке) с общим объёмом финансирования 280 млрд долл. [10] на поддержку полупроводников и науки в целом. Китай через госпрограммы вкладывает десятки миллиардов долларов в локализацию производства микрочипов и развёртывание 5G/6G сетей. На этом фоне российским программам финансирования требуется наращивание масштабов и эффективности.

Технологическое внедрение также ограничено состоянием материальной базы. По ряду позиций оборудование и инфраструктура российских лабораторий, технопарков, заводов уступает передовым международным стандартам. Например, доля современных промышленных роботов в России на порядок ниже, чем в ведущих экономиках (роботизация в отечественной промышленности составляет лишь 19 единиц на 10 тыс. работников, тогда как мировая средняя – 162 единицы (Рис. 1) [11].

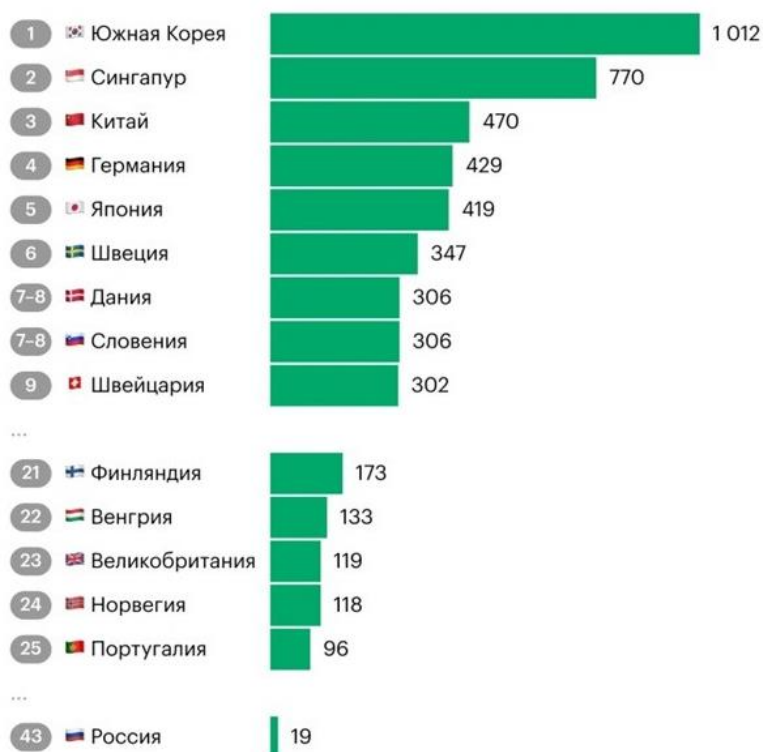


Рис. 1. Плотность роботизации промышленности на 10 тыс. сотрудников в 2023 году

Многие предприятия всё ещё эксплуатируют устаревшие станки и линии, несовместимые с технологиями «Индустрии 4.0». Это затрудняет внедрение

даже готовых инноваций – требуются капитальные затраты на модернизацию. Кроме того, низкая пропускная способность инфраструктуры проявляется, например, в недостаточном развитии сетей передачи данных в ряде регионов, что тормозит распространение облачных и искусственного интеллекта сервисов в отдалённых районах.

Таким образом, ограничения научно-производственной базы и финансирования формируют третий блок препятствий.

Административно-регуляторные барьеры и проблемы координации

Помимо санкционных, кадровых и финансовых барьеров необходимо отметить слабую управляемость крупных программ и невыполнение планов. Практика показывает отставание в реализации национальных проектов. Так, по итогам первого полугодия 2025 г. Минфин России отчитался об исполнении расходов бюджета по национальным проектам – 2 782,7 млрд рублей или 46,1% от плановых бюджетных назначений [12].

При удовлетворительном общем уровне, по 6 национальным проектам исполнено менее трети запланированных расходов, по 16 федеральным проектам касса не исполнена, а еще по 10 федеральным проектам уровень исполнения менее 10%. Подобные заторы в освоении средств говорят о недостаточном планировании бюджетов и отсутствии гибкой системы сопровождения проектов. При этом необходимо отметить, что в 2025 году правительство впервые ввело институт персональной ответственности руководителей национальных проектов технологического лидерства [13], что призвано улучшить управление.

Отдельного упоминания заслуживает нехватка специальных полигонов и центров тестирования новых технологий. Перед тиражированием инновации необходима её обкатка в реальных условиях. Инструмент экспериментальных правовых режимов (ЭПР), введённый законом, уже применяется в 14 пилотных проектах (например, тестирование беспилотников, ИИ-систем в медицине). Эти режимы освобождают участников от части законодательных ограничений на время эксперимента, позволяя опробовать инновации на практике. Однако пока ЭПР охватывают узкий круг отраслей. Расширение их на новые сферы и регионы существенно ускорило бы внедрение технологий, создавая демонстрационные эффекты для бизнеса и государства. Без такой инфраструктуры даже перспективные разработки могут остаться на уровне прототипов в лабораториях, не доходя до рынка.

Также наблюдается проблема недостоверности отчётности со стороны предприятий. По официальной статистике, 67% подшипников на рынке – «отечественного производства», тогда как по данным самих заводов реальный выпуск российских подшипников покрывает лишь 23% спроса. Остальное – импорт, перепроданный под видом российского товара. Разница в 44% указывает на масштабные приписки и «переклеивание шильдиков». Подобные искажения мешают корректной оценке технологической независимости и выработке адекватных мер поддержки. Правительство планирует контролировать данный вопрос через создание единого реестра промышленной продукции (на базе государственной информационной системы

промышленности) и введение цифровых паспортов продукции, что должно обеспечить большую прозрачность [13].

Так сформирован четвертый блок препятствий: административные барьеры и разрозненность усилий.

Влияние барьеров на технологический суверенитет страны

Анализ выявленных барьеров позволяет сделать вывод, что их совокупное действие оказывает системное негативное влияние на формирование технологического суверенитета Российской Федерации. Технологический суверенитет, как способность страны самостоятельно разрабатывать, производить и внедрять критически важные технологии без зависимости от внешних поставщиков, оказывается под угрозой из-за взаимосвязанного действия всех четырех блоков ограничений.

Импортозависимость высокотехнологичных отраслей создает уязвимость на стратегическом уровне, так как ключевые компоненты и программное обеспечение, необходимые для критически важной инфраструктуры, поступают из-за рубежа. Это означает, что в условиях санкций или иных внешних ограничений Россия не может гарантировать непрерывную работу таких сфер, как энергетика, телекоммуникации, оборонная промышленность и здравоохранение. Пример с параллельным импортом показывает, что даже при существующих ограничениях рынок вынужден искать неофициальные каналы поставок, что увеличивает риски и снижает надежность технологических решений.

Недостаток квалифицированных кадров и человеческого капитала приводит к тому, что даже при наличии собственных разработок их невозможно адаптировать и внедрить в производство в необходимые сроки. Недостаток специалистов означает, что Россия не способна эффективно осваивать новые технологии, разрабатывать их самостоятельно и модернизировать существующие производства. Это особенно критично в условиях геополитической изоляции, когда доступ к международному обмену знаниями ограничен.

Ограничения в финансировании НИОКР и слабая научно-производственная база тесно взаимосвязаны. Без масштабного финансирования невозможно создать конкурентоспособные технологии, а без их создания отсутствуют стимулы для инвестирования. Текущий уровень финансирования (0,94% ВВП) значительно ниже, чем у ведущих технологических держав, что означает, что Россия тратит на развитие технологий в три раза меньше, чем США, и в два с половиной раза меньше, чем Китай. Это приводит к тому, что российские разработки не могут достичь необходимого уровня зрелости для коммерциализации и массового внедрения.

Административно-регуляторные барьеры усугубляют ситуацию, так как даже при наличии финансирования и компетенций проекты не могут быть реализованы в полной мере из-за неэффективного управления. Низкий уровень исполнения бюджета по национальным проектам, искажение статистики и недостаточное развитие тестовой инфраструктуры для новых технологий приводят к тому, что даже перспективные разработки остаются на стадии лабораторных прототипов, не достигая рынка и конечного потребителя.

В совокупности эти факторы создают структурную зависимость, которая проявляется не только в импорте готовых технологий, но и в системной невозможности формирования собственной технологической базы.

Заключение

Проведённый анализ позволяет сделать вывод, что технологическое развитие России сталкивается с многоуровневыми барьерами, охватывающими внешние (санкции, импортозависимость), внутренние (дефицит кадров, слабая научно-производственная база) и институциональные (регуляторные ограничения, неэффективность управления) аспекты. Эти препятствия взаимосвязаны и усиливают друг друга, создавая порочный круг, в котором отсутствие инвестиций ведёт к нехватке компетенций, а низкая технологическая зрелость — к сохранению зависимости от импорта.

Для преодоления выявленных ограничений требуется не только увеличение объёмов финансирования, но и системная трансформация инновационной экосистемы: развитие кадрового потенциала через образовательные и миграционные программы, модернизация производственной инфраструктуры, упрощение регуляторных процедур и усиление координации между государством, наукой и бизнесом.

Литература

1. Совет Европейского Союза. Хронология – санкции ЕС против России [Электронный ресурс] // Consilium Europa. – URL: <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/sanctions-against-russia/timeline-sanctions-against-russia/> (дата обращения: 22.10.2025).
2. Майер Браун. Обновление санкций России и Украины: май 2025 г. [Электронный ресурс] // Mayer Brown. – URL: <https://www.mayerbrown.com/en/insights/publications/2025/05/russiaukraine-sanctions-update-month-of-may-2025> (дата обращения: 22.10.2025).
3. Газета.Ru. Россия заняла 59-е место в рейтинге «Глобальный инновационный индекс» [Электронный ресурс] // Газета.Ru. – URL: <https://www.gazeta.ru/science/news/2024/09/27/24017221.shtml> (дата обращения: 22.10.2025).
4. Конференция ООН по торговле и развитию. CSTD2024-25_d_c16_russia_en [Электронный ресурс] // ЮНКТАД. – URL: https://unctad.org/system/files/non-official-document/cstd2024-25_d_c16_russia_en.pdf (дата обращения: 22.10.2025).
5. GT Маркет. Рейтинг расходов на научные исследования и разработки [Электронный ресурс] // GT Market. – URL: <https://gtmarket.ru/ratings/research-and-development-expenditure> (дата обращения: 22.10.2025).
6. Статистический отдел ООН. Показатели ЦУР: Глобальная база данных показателей ЦУР [Электронный ресурс] // Портал данных ЦУР ООН. – URL: <https://unstats.un.org/sdgs/dataportal> (дата обращения: 22.10.2025).
7. Московский инновационный кластер. Рынок венчурных инвестиций России 2024 [Электронный ресурс] // ИКТ Москва. – URL: <https://ict.moscow/analytics/rynok-venchurnykh-investitsii-rossii-2024/> (дата обращения: 22.10.2025).
8. Коммерсантъ. Искусственный интеллект отслеживает венчур [Электронный ресурс] // Коммерсантъ. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/7432798> (дата обращения: 22.10.2025).
9. Государственная информационная система «Электронный бюджет». Данные ГИИС «Электронный бюджет» [Электронный ресурс]. – (дата обращения: 22.10.2025).
10. Сайкс А. Эл Сайкс из Стэнфорда о CHIPS и Законе о науке на 280 миллиардов долларов, государственном вмешательстве и торговле [Электронный ресурс] // Стэнфордская школа права. – URL: <https://law.stanford.edu/2022/08/02/stanfords-al-sykes-on-the-280-billion-chips-and-science-act-government-intervention-and-trade/> (дата обращения: 22.10.2025).

11. Международная федерация робототехники. За семь лет плотность роботов на заводах в мире удвоилась [Электронный ресурс] // Пресс-релизы ИФР. – URL: <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/global-robot-density-in-factories-doubled-in-seven-years> (дата обращения: 22.10.2025).
12. Министерство финансов Российской Федерации. Пресс-релиз Минфина России от 2025 года [Электронный ресурс] // Минфин России. – URL: https://minfin.gov.ru/ru/press-center/?id_4=39815 (дата обращения: 22.10.2025).
13. Цифровые закупки. Методика расчёта индексов технологической независимости утверждена до 20 марта [Электронный ресурс] // Zakupki Digital. – URL: <https://zakupki-digital.ru/nacionalnye-proekty/metodiku-rascheta-indeksov-tehnologicheskoy-nezavisimosti-utverdijat-do-20-marta/> (дата обращения: 22.10.2025).

УДК:331.101.23; JEL Classification: M12

Менеджмент и разделение труда

Сажин Ю.Б.

к.т.н., доцент кафедры «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана, ssazhin11@yandex.ru.

Аннотация. В статье показано, что управление появилось в самые ранние периоды становления осмысленного труда. Развитие техники и технологии неизбежно привело к разделению труда.

Разделение труда изучили и обоснование многие поколения ученых – экономистов.

В результате прогресса возник особый класс управленцев – менеджеров. Искусственный интеллект резко снизил разделение труда в управлении и производстве.

Ключевые слова. Менеджмент, менеджер, разделение труда, производство, инновации

Management and division of labor

Yuri Sazhin

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department «Economics and organization of production», Bauman University, Moscow.

Abstract. The article shows that management appeared in the earliest periods of the formation of meaningful work. The development of technology and technology inevitably led to the division of labor. The division of labor has been studied and justified by many generations of economic scientists. As a result of progress, a special class of managers has emerged – managers. Artificial intelligence has dramatically reduced the division of labor in management and production.

Keywords. Management, manager, division of labor, production, innovation

Введение

Историю делают люди: отдельные личности и коллективные движения. Когда утверждают, что история не имеет сослагательного наклонения, то здесь налицо лукавство, затертое частым повторением этого нарратива. Здесь стоит еще раз уточнить, что такое сослагательное наклонение. Оно в русском языке используется для выражения желания, предположения, сомнения, приказа или возможности, которые не являются фактическими или реальными. А история – это власть фактов, которые фиксируют то или иное событие. Но интерпретация (разъяснение, истолкование) этого события ведется живым человеком,

подверженному отражению интересов того или иного класса.

Возникнув на развалинах феодализма, новый общественный строй – капитализм и, накачавшие мускулы деньгами будущие капиталисты, перешли при извлечении дохода от феода (земельного участка), к доходу от эксплуатации живой рабочей силы, которая до настоящего времени составляет доход капиталисту.

В XIX веке предприниматель самостоятельно финансировал свое предприятие и управлял его производственной деятельностью. Вторая Промышленная революция, с ее ураганным ростом производительности труда, внесла и коренные изменения в подходы управления предприятиями, возник особый класс управляющих – менеджеров. Экономические интересы собственника и менеджера разделились на противоположные, т.е. интересы их являются разнонаправленными. Собственник стремится увеличить стоимость своего бизнеса, а менеджер – к сохранению этого бизнеса (предприятия), к масштабированию выпуска продукции. Поэтому пользуясь терминами бухгалтерии, основной задачей менеджера служит рост доли капитала собственника в пассиве баланса. Но именно это разделение интересов собственника и менеджера стало триггером развития капитализма и управления в целом. О появлении вопросов триггеров и их применения в управлении предприятием стали подробно говорить в последние годы. «В сфере управления триггеры широко используются для повышения эффективности деятельности. Например, триггеры могут быть использованы для улучшения мотивации персонала. Исследования показывают, что мотивация может быть повышена путем создания связи между действием и вознаграждением. Так, в качестве триггера может быть использовано обещание вознаграждения за выполнение определенной работы. Также триггеры могут быть использованы для улучшения производительности труда и сокращения времени, затрачиваемого на выполнение поставленной задачи. Например, триггером может стать определенный звуковой сигнал, который напоминает о том, что нужно выполнить определенную работу в назначенное время» [3, стр. 32].

В статье речь не об экономической стороне капитализма и истории развития теории использования капитала, а о том, каким образом менялись отношения между собственником капитала и организатором работы капитала на производстве, как и кем контролировались извлекаемые доходы и их распределение между заинтересованными лицами. Появление отдельного класса управленцев – менеджеров – не случайное событие, а результат развития капитализма. Это было время (80-е годы XIX 60-е годы XX века) господства промышленного капитала и его преимуществ над финансовым. Но последующая глобализация экономики привела к двум важным переделам в управлении: 1) революция менеджеров; 2) широкое внедрение в управление искусственного интеллекта.

Кратко о возникновении менеджмента

Написать эту статью автора подвигло желание соединить воедино историю развития капитализма, за счет разделения труда в его современном понимании, и проблему становления класса профессиональных управленцев –

менеджеров в конце XIX начале XX века. Размеры статьи не позволяют в полной мере и обоснованно показать возникновение функций не управления, а именно менеджмента, как он воспринимается бизнесом в наши дни. Но менеджмент (во главе с уникальным специалистом по формированию и контролю денежного потока – менеджером) и его задачи мало изучаются в современной управленческой науке под углом тех инноваций, которые несомненно присутствуют в изменении традиций управления, но прошли мимо внимания специалистов.

Краткая история управления производством начинается с цехов, переходит к мануфактурам и далее к фабрикам, превратившиеся, позднее, в монополии. Заложили основы науки управления У. Петти, А. Смит, А. Маршал и наш соотечественник П.Г. Щедровицкий, который указывал на Платона, как родоначальник разделения труда [10].

Сформированные функции управления – это оказывать поддержку росту прибыльности предприятия и отвечать ожиданиям и требованиям акционеров, потребителей и некоторых групп работников. Появилась, в начале XX века, и идеология менеджерализма, которая превратила семейный капитализм, когда предприятие находилось под оперативным контролем собственников-предпринимателей, заместился механизмами корпоративного управления [1, стр. 92]. Так появился менеджмент, который в 70-е гг. XX века совершил «революцию» в отношениях с собственником предприятия, когда, при принятии управленческих решений, собственник не принимает участия в управлении предприятием.

Разделение труда по профессиям

У. Петти писал, еще до А. Смита, о важности разделения труда. Он убеждал предпринимателя что производство сукна обходится дешевле, когда один человек расчесывает шерсть, другой прядет, третий тклет, четвертый красит, пятый отделяет, шестой прессует и упаковывает, чем когда все упомянутые операции производятся неуклюже одним и тем же человеком [7]. Неуклюжесть, Петти называл в качестве ключевого фактора, который приводит к выигрышу от разделения труда. По сути, он указывает на улучшение индивидуальных умений и навыков при специализации работников на тех или иных операциях. Это справедливо и для менеджмента и его работников. А вот что еще писал У. Петти на тему разделения труда: «Единственный путь к объективной оценке разделения труда – это изучить его вначале в себе самом чисто умозрительным образом; выяснить, чему оно служит и от чего зависит, – словом, составить себе о нем как можно более адекватное понятие». [5, с. 52].

Хотя разделение труда существует не со вчерашнего дня, но только в конце прошлого века общества начали осознавать этот закон, который до того времени управлял ими почти без их ведома. Несомненно, что уже в древности некоторые мыслители заметили его важность, но первым, кто попытался дать его теорию, был Адам Смит. Он же создал и самый этот термин. – разделение труда. Важную роль в последующем развитии его идей, о разделении труда, сыграла мысль о роли размеров рынка в развитии разделения труда, которой посвящена глава III. Аргумент, по сути дела, сводится к следующему: «Когда рынок

незначителен, ни у кого не может быть побуждения посвятить себя целиком какому-либо одному занятию ввиду невозможности обменять весь излишек продукта своего труда на необходимые продукты труда других людей» [8, стр. 21].

После А. Смита, принято выделять работы Чарльза Бэббиджа и Эндрю Юра. Оба этих автора не были экономистами (Ч. Бэббидж – математик, Э. Юр – врач и химик) и оба написали работы, посвященные экономике фабричного производства, в которых уделили значительное внимание внутрипроизводственному разделению труда. Бэббидж в книге «Об экономике машин и мануфактур» охарактеризовал разделение труда как «самый важный принцип, которым определяется экономика мануфактур» [11].

Эндрю Юр (1778-1857), профессор Университета Глазго, представляет взгляды нового класса промышленников, чье богатство основано на владении фабриками.

Э. Юр, помимо изложения общего для своего времени знания о выгодах разделения труда, указывает еще на два аспекта. Во-первых, оно ведет к деквалификации рабочих, которые становятся зрителями за машинами; во-вторых, к развитию инженерного дела, так как каждая машинная фабрика демонстрирует разделение труда в многообразных вариантах. Это прямое указание менеджменту по организации и управлению производством [12].

У А. Маршалла разделение труда оказывается связанным с эффектом экономии на масштабе. В «Принципах экономической науки», опубликованных впервые в 1890 г., Маршалл посвящает разделению труда три главы, где в основном излагает ставшие уже традиционными положения (перечисленные выше в связи с более ранними авторами) и вводит некоторые дополнительные [6].

В целом в описанный выше период развития разделения труда, который в конечном итоге и способствовал появлению класса менеджеров, может быть охарактеризовано как расширение и углубление анализа различных факторов связанной с ним экономии, так или иначе объясняемых экономией на масштабе в физическом выражении. Определенные материальные факторы производства, в том числе капитальные блага многократного использования и навыки работников, при большем масштабе использования дают увеличение отдачи, и это при достаточно большом объеме рынка создает возможности для выделения соответствующих процессов в отдельные производства. Аналогичное рассуждение *mutatis mutandis* (с соответствующими изменениями) относится к такому физическому фактору производства, как пространственное расположение, что описывает тенденцию к кластеризации, которую тоже можно понимать как эффект экономии за счет масштаба использования пространственного ресурса. А это уже прямой совет и указан е менеджменту.

Конец XX-начало XXI века принесли изменения не только в технику и технологию, но и в, собственно, стратегию менеджмента. Новации, искусственный интеллект, финансовый кризис 2008 г., COVID 2020-2021 гг. привели к недоверию форм финансирования предприятий, «смерти» глобальной экономики, в том виде, как ее описывал А. Маршалл – экономикс. Это привело к тому, что интерес исследователей к разделению труда практически сошел на нет.

Но еще раньше об уменьшении интереса к разделению труда писал Лайонел Роббинс и подвел итог этому в своем влиятельном методологическом труде [13 и 14]. Он определяет экономическую науку (все ту же экономикс), как науку, изучающую человеческое поведение с точки зрения соотношения между целями и ограниченными средствами, которые могут иметь различное употребление.

Для прояснения влияния инноваций на причину развития производительности труда. Как известно, инновации возможны в пяти направлениях совершенствования производства новой техники при: создании машин, оборудования, приборов и т.д.; разработке материалов и видов энергии; внедрении технологий производства; расширении и поиске форм организации производства; поиске методов управления. Здесь и ниже под инновацией будем понимать уже внедренное в практику производства новшество (новацию).

Но вне анализа специалистов находятся причины развития не самого менеджмента (этому посвящено много солидных и капитальных трудов зарубежных и отечественных авторов), а инноваций как необходимости свести науку и практику в единый неделимый процесс.

В наши дни инновации стали не только привычным словом, но и привычной процедурой при совершенствовании техники и технологий. Выпуск новой продукции – объективная необходимость менеджера для сохранения конкурентных позиций предприятия, как результат дальнейшего разделения труда.

Хотя разделение труда существует не со вчерашнего дня, но только в конце прошлого века общества начали осознавать этот закон, который до того времени управлял ими почти без их ведома. Несомненно, что уже в древности некоторые мыслители заметили его важность, но первым, кто попытался дать его теорию, был Адам Смит. Он же создал и самый этот термин: «Единственный путь к объективной оценке разделения труда – это изучить его вначале в себе самом чисто умозрительным образом; выяснить, чему оно служит и от чего зависит, – словом, составить себе о нем как можно более адекватное понятие». [2, с. 52].

И как итог изменения положения менеджера в системе управления современным предприятием является положение о татьеме. Татьема (фр. *tantieme*) – одна из форм дополнительного вознаграждения. Выплачивается директорам, членам правления, руководящему составу акционерных обществ, промышленных фирм, банков, финансовых компаний и т.д. Выплата татьемы получила развитие в связи с возникновением акционерной формы собственности [2].

Заключение

Последние годы развития цифровой трансформации при широком внедрении искусственного интеллекта в менеджмент, отстранили проблему разделения труда на второй план. Но нельзя сказать, что такой подход к современному менеджменту полностью игнорирует разделение труда – он просто выводит его за пределы теоретического рассмотрения и объявляет частью исходных данных модели. Разделение труда находит отражение в самом перечне благ, рассматриваемых в модели общего равновесия (чем глубже разделение

труда, тем больше благ, т. е. тем выше размерность пространства благ), а также в геометрической форме производственных множеств. Модель может его учитывать в исходных данных, но не изучает и не пытается объяснить его.

Литература

1. Р.Н. Абрамов. Менеджерализм: экономическая идеология и управленческая практика // Экономическая социология. 2007. Т. 8. №2. – С. 92-101.
2. Воронков, А.Н. Словарь по менеджменту [Текст]: учебное пособие / А.Н.Воронков, Т.В. Колосова; Нижегород. гос. архит.-строит. ун-т. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2013. – 125 с.
3. Н.А. Гончарова, А.Ю. Кобзов, Т.М. Левченко. Триггеры в управлении хозяйствующим субъектом как инструмент повышения эффективности деятельности. Проблемы социально-экономического развития Сибири. 2023 № 2 С. 30-34.
4. Дункан Джек У. Основополагающие идеи в менеджменте. Уроки основоположников менеджмента и управленческой практики. Пер. с англ. – М.: Дело, 1996. – 272 с.
5. Дюркгейм Э. О разделении общественного труда / Пер. с фр. А. Б. Гофмана, примечания В. В. Сапова. – М.: Канон, 1996. – 432 с.
6. Маршалл А. Принципы политэкономии. – М.: Изд-во Прогресс, 1983. – 416 с.
7. Петти У. Экономические и статистические работы. – М.: Государственное социально-экономическое издательство, 1940. – 165 с.
8. Смит А. Исследование о природе и причинах богатства народов. Пер. с англ. М.: Издательство АСТ, 2021. – 1072 с.
9. Основы экономической науки / А. Маршалл; [предисл. Дж. М. Кейнс; пер. с англ. В.И. Бомкина, В.Т. Рыскина, Р.И. Столпера.] – М.: Эксмо, 2007. – 832 с.
10. П.Г. Щедровицкий, Ю.В. Кузнецов. От разделения труда а разделению деятельности // Философские науки- 6/2014. С. 49-64.
11. Charles Babbage. On the Economy of Machinery and Manufactures. London: Charles Knight, Pall, Mall East. 1832. – 343 p.
12. Ure Andrew. The philosophy of manufactures: or, An exposition of the scientific, moral, and commercial economy of the factory system of Great Britain. – London : Knight, 1835. – 480 p.
13. Lionel Robbins. A history of economic thought : the LSE lectures / Lionel Robbins; edited by Steven G. Medema and Warren J. Samuels. 394 p.
14. Lionel Robbins on the Principles of Economic Analysis The 1930s Lectures. New York, NY 2018. 360 p

УДК 334, 65 JEL Classification: L11, L23

Цифровая трансформация промышленности: от дизрапта к экосистемной конкуренции

Самойлова И.А.

к.э.н., доцент кафедры «Промышленная логистика» МГТУ им. Н.Э. Баумана, irinas@bmstu.ru.

Аннотация. Исследуется феномен «цифрового дизрапта» – разрыва с устоявшимися практиками, который проявляется в трансформации ценностных предложений и реорганизации цепочек создания стоимости. В качестве ответа на эти вызовы в работе рассматривается формирование промышленных цифровых экосистем. Центральным элементом исследования является роль оркестратора как системообразующего ядра экосистемы, координирующего взаимодействие участников и управляющего ключевыми процессами. Обосновывается переход от классической отраслевой модели конкуренции к новой парадигме – конкуренции между экосистемами, где конкурентное преимущество определяется не владением активами, а способностью эффективно оркестрировать сеть. В практической части предлагается трехуровневая модель стратегических приоритетов и дорожная карта для управления экосистемой. Анализируются системные вызовы для российской промышленности (недостаточная стандартизация, дефицит кадров, низкий уровень доверия) и предлагаются адаптивные сценарии развития, включая фокус на корпоративные платформы и комплексные меры государственной поддержки.

Ключевые слова: цифровая трансформация, цифровой дизрапт, промышленная цифровая экосистема, оркестратор, сетевое производство, конкуренция экосистем, дорожная карта, Индустрия 4.0.

Digital transformation of industry: from disrupt to ecosystem competition

Irina A. Samoilova

¹PhD in Economics, Associate Professor, Department of "Industrial Logistics", Bauman Moscow State Technical University.

Abstract. This paper examines the phenomenon of "digital disrupt" – a break with established practices, manifested in the transformation of value propositions and the reorganization of value chains. The formation of industrial digital ecosystems is explored as a response to these challenges. The central focus of the research is the role of the orchestrator as the core element of the ecosystem, which coordinates participant interactions and manages key processes. The study substantiates the transition from the classical industry model of competition to a

new paradigm – competition between ecosystems, where competitive advantage is determined not by asset ownership, but by the ability to effectively orchestrate a network. In the practical part, a three-tier model of strategic priorities and a roadmap for ecosystem management are proposed. Systemic challenges for Russian industry are analyzed, including insufficient standardization, personnel shortage, and a low level of trust, and adaptive development scenarios are suggested, focusing on corporate platforms and comprehensive government support measures.

Keywords: digital transformation, digital disrupt, industrial digital ecosystem, orchestrator, network-centric production, ecosystem competition, roadmap, Industry 4.0.

Промышленность перед лицом цифрового дизрапта

Цифровая трансформация – это не просто внедрение новых технологий, а глубокое преобразование бизнес-процессов, ведущее к фундаментальным изменениям во всей промышленности. Это явление порождает так называемый «цифровой дизрапт» – разрыв с устоявшимися практиками, заставляющий компании искать новые пути развития.

Проявления этого разрыва многогранны. Во-первых, происходит трансформация ценностных предложений: на рынке появляются принципиально новые продукты и услуги, которые вынуждают традиционные компании либо присоединяться к новым кооперациям, либо предлагать адекватную альтернативу, либо рисковать потерей доли рынка. Во-вторых, наблюдается полная реорганизация цепочек создания ценности, которая выражается во внедрении сквозной цифровой прослеживаемости, комплексной автоматизации и аналитики данных.

Скорость этих изменений является предметом дискуссий. Одни эксперты, ссылаясь на инерционность промышленности, предсказывают постепенные изменения. Другие же отмечают очаговый, но стремительный характер дизрапта в отдельных сегментах, спровоцированный прорывными технологиями, такими как IoT и блокчейн [1, 8].

Ответом на эти вызовы становится формирование промышленных цифровых экосистем. На микроуровне это меняет бизнес-модели и создает новые профессии, а на макроуровне – приводит к появлению принципиально новых организационных структур [6]. В таких экосистемах ключевая роль отводится оркестратору [3], а сама конкуренция смещается с уровня отдельных компаний на уровень конкуренции между экосистемами.

Архитектура промышленной цифровой экосистемы: функциональная роль оркестратора

Реализация парадигмы Индустрии 4.0 находит своё воплощение в модели сетцентрического производства [2, 5], которая предполагает замещение традиционных линейных цепочек создания стоимости динамическими, основанными на цифровых платформах. В рамках данной модели происходит трансформация отдельного предприятия в децентрализованную сеть контрактных производств, что приводит к размыванию его традиционных организационных и операционных границ.

Ключевым системообразующим элементом возникающей экосистемы выступает оркестратор (цифровой хаб). Его функционал носит интегративный и координирующий характер и может быть структурирован по следующим основным направлениям:

1. Аллокация производственных мощностей: формирование и оптимальное распределение производственных заданий среди участников экосистемы на основе анализа их профилей и доступных ресурсов.
2. Агрегация и управление данными: консолидация информационных потоков и администрирование цифровых профилей исполнителей, обеспечивающее прозрачность и синхронизацию взаимодействий.
3. Директивное управление активами: осуществление прямого операционного контроля над автоматизированными и роботизированными производственными комплексами, интегрированными в платформу.
4. Процессная оптимизация: организация, координация и непрерывное совершенствование сквозных бизнес-процессов в рамках экосистемы для максимизации общей эффективности.

Таким образом, оркестратор выполняет роль центрального координационного узла, обеспечивающего целостность, управляемость и синергетический эффект промышленной цифровой экосистемы.

Приоритеты управления и стратегическая дорожная карта

На основании проведенного анализа предлагается трехуровневая иерархическая модель приоритетов для инвестирования и управления:

1. Высший стратегический приоритет: формирование оркестратора и цифровой платформы. Данный элемент выступает в роли системного ядра, ответственного за генерацию ценности и координацию всех взаимодействий в экосистеме [4].
2. Средний операционный приоритет: вовлечение и интеграция участников экосистемы. Их производительность и эффективность напрямую детерминированы функциональными возможностями, предоставляемыми платформенным решением.
3. Базовый инфраструктурный приоритет: развертывание технологической инфраструктуры и вычислительных ресурсов. Что является фундаментальным условием для функционирования системы в целом.

Для реализации данной модели разрабатывается соответствующая дорожная карта, включающая следующие ключевые направления:

- развитие у оркестратора компетенций в области стратегического управления и сетевой координации;
- целевое финансирование научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР), направленное на создание технологического задела платформы;
- институциональное выравнивание интересов и оптимизация моделей участия ключевых стейкхолдеров;

- повышение операционной эффективности через оптимизацию использования ресурсов, исключаящую их избыточное дублирование.

Смена конкурентной парадигмы

Наблюдается переход от классической отраслевой модели конкуренции, сформулированной М. Портером, к центрической (сетевцентрической) модели. Конкурентное противостояние между отдельными фирмами в границах одной отрасли сменяется конкуренцией между экосистемами, координируемыми их сетевыми ядрами (оркестраторами) [7]. Ключевым агентом в новой конкурентной среде выступает оркестратор. Источник конкурентного преимущества смещается от владения материальными активами к способности эффективно управлять распределенной сетью и создавать общую ценность для всех ее участников [9]. Следовательно, основной единицей конкуренции становится не отдельная компания, а интегрированная экосистема.

Вызовы для российской промышленности и потенциальные пути развития

Российские промышленные предприятия в настоящее время сталкиваются с рядом системных ограничений, препятствующих формированию полноценных экосистем, среди которых: недостаточная стандартизация протоколов обмена данными, дефицит квалифицированных кадров в области цифровых технологий, а также низкий уровень институционального доверия между потенциальными участниками.

В качестве одного из адаптивных сценариев может быть рассмотрен фокус на развитие корпоративных платформ с заложенным потенциалом для последующего масштабирования партнерских сетей. Подобные практики уже демонстрируют свою эффективность в таких секторах, как энергомашиностроение и электроэнергетика.

Параллельно с прямыми мерами государственной поддержки, направленными на минимизацию инвестиционных рисков и стимулирование цифровых инициатив, необходима реализация комплексных программ по интеграции вузов и научно-исследовательских центров. Целью таких программ является подготовка специалистов требуемого профиля и экспертно-методологическое сопровождение инновационных проектов.

Таким образом, только реализация системной политики, нацеленной на цифровизацию и институциональную интеграцию разнородных участников, позволит российской промышленности сформировать устойчивые экосистемы, усилить свои конкурентные позиции на внутреннем и внешних рынках и соответствовать глобальным трендам индустриальной трансформации.

Литература

1. Барыбина, А. З. Дизрапт отраслей как следствие развития цифровых платформ в промышленности / А. З. Барыбина // Вестник Академии знаний. – 2021. – № 47(6). – С. 30–37. – DOI: 10.24412/2304-6139-2021-6-30-37. – EDN YYCFEV.
2. Горлачева, Е. Н. Межфирменное сетевое взаимодействие в дистрибуции на промышленных рынках / Е. Н. Горлачева, Н. А. Колесник, В. Ю. Моцелкова // Экономические отношения. – 2011. – Т. 1, № 2. – С. 3-16. – EDN ZSNGNT.

3. Дударева, О. В. Управление устойчивым развитием промышленных экосистем в условиях технологических трансформаций : дис. ... д-ра экон. наук : 08.00.05 / Дударева Ольга Владимировна. – 2022. – 415 с. – EDN DACMLV.
4. Игнаткин, Н. Е. Концепция цифровых экосистем в промышленности / Н. Е. Игнаткин, А. Е. Бром, И. А. Самойлова // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 8. – С. 70–72. – DOI: 10.24412/2071-6168-2024-8-70-71. – EDN XKKDBP.
5. Калужский, М. Л. Индустрия 4.0: институционализация рынка сетцентрического производства / М. Л. Калужский // Стандарты и качество. – 2024. – № 1. – С. 66–70. – DOI: 10.35400/0038-9692-2024-1-118-23. – EDN UMBUO.
6. Розанова, Н. Цифровая экосистема как новая конфигурация бизнеса в XXI веке / Н. Розанова // Общество и экономика. – 2019. – № 2. – С. 14–29. – DOI: 10.31857/S020736760004132-4. – EDN YZRYLZ.
7. Самойлова, И. А. Промышленные экосистемы. Новые формы кооперации и сетевого взаимодействия / И. А. Самойлова // Интеллектуальная инженерная экономика: современные вызовы : Материалы 22-й Национальной научно-практической конференции, Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова, 21–24 мая 2025 года. – Новочеркасск: Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) им. М.И. Платова, 2025. – С. 17-22. – EDN WTTCIV.
8. Фещенко, С. Л. Концептуальные взаимосвязи цифровой прослеживаемости, цифрового дизрапта и информационной асимметрии в цепях поставок / С. Л. Фещенко // Вестник Белорусского государственного экономического университета. – 2024. – № 2(163). – С. 44–53. – EDN JTSUQG.
9. The rise of the ecosystem – and 4 more supply chain predictions. – URL: <https://www.gartner.com/en/articles/the-rise-of-the-ecosystem-and-4-more-supply-chain-predictions> (дата обращения: 22.10.2025).

УДК 005.92, JEL Classification: M15, O33

Электронный документооборот как основа эффективного управления современным предприятием

Серов Д.Е.¹, Власова Л.Г.²

¹студент кафедры «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана, serovde@student.bmstu.ru;

²старший преподаватель кафедры «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана, vlasova.lg@bmstu.ru.

Аннотация. В статье проводится анализ проблем организации документооборота как ключевого элемента системы управления российскими предприятиями. Рассматриваются системные недостатки, связанные с отсутствием регламентации бизнес-процессов, и типичные ошибки при цифровой трансформации. Обосновывается необходимость перехода от автоматизации хаоса к построению целостного электронного документооборота как стратегического инструмента управления. На основе отраслевых исследований предлагается поэтапная модель его внедрения, рассматриваются правовые аспекты и критерии оценки экономической эффективности.

Ключевые слова: электронный документооборот, бизнес-процессы, внедрение СЭД, цифровая трансформация

Electronic document management as the basis for effective management of a modern enterprise

Daniil Serov¹, Ludmila Vlasova²

¹student of the Department of Economics and production organization, Bauman University, Moscow;

²senior lecturer of the Department of Economics and production organization, Bauman University, Moscow.

Abstract. This article analyzes the challenges of organizing document management as a key element of the management system at Russian enterprises. It examines systemic shortcomings associated with the lack of regulation of business processes and typical mistakes during digital transformation. It substantiates the need to move from the automation of chaos to the development of a holistic electronic document management system as a strategic management tool. Based on industry research, it proposes a phased implementation model, examines legal aspects, and examines criteria for assessing economic efficiency.

Keywords: electronic document management, business processes, implementation of electronic document management systems, digital transformation.

Введение

В современной экономической парадигме, характеризующейся ускорением темпов бизнеса и ростом неопределенности внешней среды, конкурентоспособность предприятия напрямую зависит от скорости и качества принятия управленческих решений. Фундаментом для таких решений служит достоверная, релевантная и своевременно полученная информация, основным носителем которой выступает документ. Система управления предприятием в своей операционной основе не просто взаимодействует с документооборотом, а буквально базируется на нем. Несмотря на очевидность этого тезиса, множество российских компаний, особенно в сегменте среднего бизнеса и государственном секторе, продолжают сталкиваться с системными проблемами в области обработки документов. Эти проблемы носят не столько технологический, сколько глубоко организационный характер, и их успешное решение лежит в грамотном внедрении современных систем электронного документооборота (СЭД).

Документооборот как зеркало бизнес-процессов: системные проблемы и их последствия

Ключевая проблема, идентифицируемая большинством экспертов в области корпоративного управления – это отсутствие на предприятии четко описанных, регламентированных и соблюдаемых бизнес-процессов. Документ является материальным воплощением и спутником бизнес-процесса: он его инициирует, сопровождает на всех этапах, фиксирует решения и результаты. Если же маршруты движения документов не формализованы, отсутствуют ответственные за каждый этап, регламенты согласования, визирования и подписания, то даже самая передовая и дорогостоящая технологическая платформа не сможет навести порядок, а лишь законсервирует существующий хаос.

На практике отсутствие системного подхода выливается в ряд типичных и взаимосвязанных негативных последствий, которые оказывают прямое воздействие на все аспекты деятельности компании:

- операционные потери и временные задержки. Физическое перемещение бумажных носителей между кабинетами, отделами и даже географически распределенными филиалами многократно увеличивает сроки согласования и принятия решений. Процесс усугубляется рисками утери оригиналов документов, критически важных приложений и резолюций руководителей. Исследования показывают, что в традиционном бумажном документообороте сотрудник может тратить до 30% рабочего времени на поиск, регистрацию и перемещение документов [1];
- низкая исполнительская дисциплина и отсутствие контролируемости. В условиях нечеткой маршрутизации и отсутствия прозрачности практически невозможно в режиме реального времени проконтролировать, на каком этапе находится тот или иной документ, кто из исполнителей несет ответственность за возникшую задержку. Это создает почву для взаимных обвинений между подразделениями и

способствует формированию организационной культуры безответственности;

- «информационные разрывы» и снижение качества управленческих решений. Отсутствие единого информационного пространства приводит к тому, что различные подразделения (например, финансовый отдел, отдел продаж и склад) работают с разными, зачастую противоречивыми версиями данных. Бухгалтерия может иметь один вариант договора, юристы — другой с рукописными пометками, а отдел логистики — третий. Такая ситуация создает прямую угрозу для финансовой и юридической безопасности компании и является источником фундаментальных управленческих ошибок;
- высокие операционные издержки. Значительные материальные и трудовые ресурсы тратятся на печать, копирование, регистрацию, доставку и физическое хранение бумажных документов. К этому необходимо добавить косвенные издержки, связанные с устранением последствий ошибок, вызванных их несвоевременным или неполным поступлением (срывы поставок, судебные разбирательства, штрафы от контролирующих органов).

Как отмечается в работах по управленческому учету, хаос в документообороте является точным индикатором и одновременно причиной хаоса в общей системе управления предприятием, лишая руководство возможности проводить точный ситуационный и стратегический анализ [2].

Внедрение систем электронного документооборота: парадоксы выбора и стратегические ловушки

Естественным и исторически обусловленным ответом на эти вызовы является внедрение систем электронного документооборота (СЭД). Стоит отметить, что рынок СЭД в России активно развивается. Компания BusinesStat в мае 2025 года опубликовала данные, согласно которым оборот российского рынка систем электронного документооборота в 2024 году увеличился на 15% по сравнению с 2023 годом и достиг 95 миллиардов рублей. В течение последних пяти лет наблюдается устойчивая положительная динамика этого сегмента рынка. Как сообщает агентство, с 2020 по 2024 год оборот рынка электронного документооборота в России вырос на 61% – с 59 до 95 миллиардов рублей.

В связи с таким состоянием рынка, на нем представлен широкий спектр решений – от мощных отечественных платформ, таких как «ДоксВижн», «Директум», «1С:Документооборот», «Битрикс24», до более нишевых и специализированных продуктов. Однако, как демонстрирует практика, сам по себе технологический выбор и приобретение лицензии не гарантируют успеха.

Анализ многочисленных проектов внедрения показывает, что многие руководители приходят к необходимости цифровизации, движимые желанием решить конкретные частные вопросы. Например, автоматизировать процесс согласования служебных записок и заявок на отпуск, наладить электронный обмен юридически значимыми счетами-фактурами и договорами с контрагентами через операторов ЭДО (таких как «Такском», «СБИС», «Диадок»), или упорядочить работу с обращениями граждан в госучреждениях. Безусловно,

такой «точечный» подход дает свой положительный, но ограниченный эффект, выражающийся в сокращении издержек и времени на отдельном участке работы.

Однако именно здесь кроется главная стратегическая ловушка. Такой подход приводит к созданию изолированных «цифровых островков» (например, электронные счета-фактуры есть, а первичных учетных документов – нет; кадровый документооборот автоматизирован, а договорной – нет), которые не связаны между собой единой логикой и средой. Это не только не решает, но зачастую и усугубляет проблему «информационных разрывов», создавая новые барьеры между подразделениями [3].

Парадокс заключается в другом: желая решить частные задачи, компании-заказчики часто формулируют запрос на универсальные, коробочные решения, не требующие глубокой адаптации и доработки. Как отмечают консультанты по информационным технологиям, запрос на «готовое решение, которое работает из коробки и решает все проблемы», является одним из самых распространенных, но при этом и одним из самых деструктивных для итогового успеха проекта. Универсальная система, внедренная без предварительной реорганизации процессов и тонкой настройки под уникальные бизнес-процессы конкретного предприятия, с высокой долей вероятности превратится в дорогой и неудобный цифровой архив, не оказывающий реального влияния на повышение операционной эффективности и качества управления.

Таким образом, ключевая ошибка многих руководителей – это рассмотрение СЭД как инструмента для простой автоматизации существующего, зачастую неэффективного и архаичного документооборота, а не как стратегической платформы для его фундаментального реинжиниринга и построения на его основе целостной системы управления.

Комплексный подход к внедрению электронного документооборота

Для достижения максимального экономического и управленческого эффекта внедрение СЭД должно быть позиционировано не как сугубо ИТ-проект, а как комплексный проект по организационному развитию, инициированный и курируемый высшим руководством компании. Данный подход к внедрению ЭДО предполагает последовательное и методичное выполнение нескольких взаимосвязанных этапов.

Этап 1. Предпроектный анализ и аудит бизнес-процессов. Этот первоначальный и наиболее важный этап часто игнорируется или проводится поверхностно. Прежде чем выпустить запросы коммерческим предложениям и выбирать программное обеспечение, необходимо провести детальный внутренний аудит и описание всех процессов документооборота на предприятии. Важно зафиксировать не только прописанные в официальных инструкциях маршруты, но и реальные, «теневые» или вынужденно сложившиеся практики движения документов, выявить узкие места, дублирующие функции и размытые зоны ответственности. Результатом этой работы должен стать комплект внутренних регламентов и технических заданий, однозначно определяющих жизненный цикл каждого типа документа – от создания до списания или передачи в архив [4].

Этап 2. Формирование требований и выбор системы. Только имея на руках формализованные и регламентированные бизнес-процессы, можно сформулировать адекватные и конкретные требования к функционалу СЭД. Универсального решения, идеально подходящего для всех, не существует. Выбор должен определяться гибкостью платформы, возможностями ее адаптации и настройки рабочих маршрутов, прав доступа, полей карточек и интерфейсов под уникальные нужды компании. Критически важным для российских предприятий является соответствие системы требованиям отечественного законодательства, в частности, Федеральному закону № 63-ФЗ «Об электронной подписи», Федеральному закону № 402-ФЗ «О бухгалтерском учете», а также Приказу Росархива № 236, регламентирующему порядок и сроки хранения управленческой документации, в том числе в электронной форме [5,8].

Этап 3. Поэтапное внедрение, интеграция и обучение. Попытка одномоментно перевести весь документооборот предприятия в электронную форму почти гарантированно вызовет жесткое сопротивление сотрудников. Наиболее эффективной является стратегия поэтапного (поточного) внедрения. Она начинается с выбора одного-двух пилотных, но значимых процессов (например, кадрового делопроизводства, договорной работы или управления обращениями клиентов). Это позволяет отработать технологию взаимодействия, продемонстрировать персоналу и руководству первые положительные результаты (сокращение времени согласования, прозрачность), получить обратную связь и минимизировать общие риски проекта. Обучение пользователей является не формальным, а критически важным элементом. Система будет работать полноценно только в том случае, если сотрудники понимают ее логику, видят в ней удобный инструмент, облегчающий их труд, а не дополнительную бюрократическую нагрузку [6].

Особое внимание следует уделить интеграции СЭД с другими корпоративными системами. Максимальная отдача от инвестиций достигается тогда, когда СЭД становится связующим информационным звеном между такими системами, как ERP (например, «1С:Управление предприятием»), CRM, BI-системы и системы бухгалтерского учета. Например, договор, созданный в СЭД, после подписания автоматически передает реквизиты и суммы в единую учетную базу программных продуктов 1С для формирования платежного поручения, а данные о его исполнении возвращаются обратно в карточку документа. Это создает действительно единое информационное пространство, исключает многократное ручное дублирование данных и обеспечивает их актуальность и согласованность на всех уровнях управления.

Оценка экономической эффективности и правовые аспекты

Обоснование инвестиций в СЭД требует расчета экономического эффекта. К прямым затратам относятся: стоимость лицензий, услуг по внедрению, доработке и технической поддержке, затраты на аппаратное обеспечение и обучение. К прямым экономиям: сокращение расходов на бумагу, картриджи, курьерские услуги, аренду архивных помещений и штатных кадровых единиц (архивариусов, курьеров). Однако наибольший вклад вносят косвенные эффекты: сокращение финансовых потерь от ошибок и просрочек, повышение

оборачиваемости капитала за счет ускорения согласования договоров и выплат, повышение производительности труда управленческого персонала и, как следствие, рост управляемости компании в целом. По оценкам экспертов, комплексное внедрение СЭД окупается в среднем за 1,5–2,5 года за счет совокупности этих факторов [7].

С правовой точки зрения, электронный документ, подписанный квалифицированной электронной подписью, полностью приравнивается к бумажному документу с собственноручной подписью и печатью (до ее отмены) для всех видов правоотношений, включая налоговые и гражданско-правовые. Это создает прочную основу для полного отказа от бумаги во внутреннем и внешнем документообороте.

Однако для эффективного управления современным предприятием организация должна быть готова к соблюдению установленных требований по обеспечению достоверности, конфиденциальности и долговременному хранению электронных документов [8].

Заключение

Проблемы документооборота, характерные для многих российских предприятий, носят глубоко системный характер и не могут быть решены простой механической заменой бумажных носителей на электронные файлы. Внедрение СЭД, безусловно, является необходимым, но не достаточным условием для кардинального повышения эффективности управления. Успех цифровой трансформации документооборота определяется в первую очередь зрелостью управленческих подходов к делопроизводству и готовностью руководства к проведению организационных изменений.

Руководству компании необходимо совершить концептуальный переход: перестать рассматривать СЭД как инструмент для решения частных, локальных задач, и начать видеть в ней стратегическую платформу для построения прозрачной, контролируемой и высокоэффективной системы исполнения бизнес-процессов. Это требует предварительной серьезной аналитической работы по их аудиту и формализации, тщательного, взвешенного выбора и адаптации системы под специфику предприятия, а также планомерной, непрерывной работы с персоналом. Только такой комплексный, системный подход позволит превратить электронный документооборот из затратной ИТ-инновации в реальный, мощный источник конкурентных преимуществ, устойчивого развития и повышения инвестиционной привлекательности компании в цифровую эпоху.

Литература

1. Ротарь Ольга Юрьевна Повышение эффективности управления предприятием на основе совершенствования системы электронного документооборота // Известия СПбГТИ (ТУ). 2015. №30 (56).
2. Ларин Михаил Васильевич Управление документами в цифровую эпоху: развитие правового регулирования организации хранения архивных электронных документов // Научный вестник Крыма. 2020. №5 (28).
3. Какие сложности возникают при внедрении ИИ-систем [Электронный ресурс] // CNews. – 2024. – 3 апреля. – URL: https://www.cnews.ru/articles/2024-04-03_kakie_slozhnosti_voznikayut_pri_vnedrenii (дата обращения: 20.11.2025).

4. ГОСТ Р 7.0.97-2016. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Организационно-распорядительная документация. Требования к оформлению документов. – М.: Стандартинформ, 2016.
5. Об утверждении Перечня типовых управленческих архивных документов, образующихся в процессе деятельности государственных органов, органов местного самоуправления и организаций, с указанием сроков их хранения: приказ Росархива от 20.12.2019 № 236 // Российская газета. – 2020. – 21 февр. – № 39.
6. Дроздов Игорь Николаевич, Лю Вэйсяо Система электронного документооборота в бизнес-организации: значимость, факторы и показатели успешности внедрения // КЭ. 2022. №5. [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-elektronnogo-dokumentooborota-v-biznes-organizatsii-znachimost-factory-i-pokazateli-uspeshnosti-vnedreniya> (дата обращения: 24.11.2025).
7. Официальный сайт компании «ДоксВижн». – URL: <https://www.docsvision.ru/> (дата обращения: 15.10.2023).
8. Об электронной подписи: Федеральный закон от 06.04.2011 № 63-ФЗ (ред. от 24.07.2023) // КонсультантПлюс: справочно-правовая система. [Электронный ресурс]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_112701/ (дата обращения: 24.11.2025).

УДК 65.011.56 JEL Classification: Q55

Мобильные технологические модули в поточных линиях

Славянов А.С.

д.э.н., профессор кафедры «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана, aslavianov@mail.ru.

Аннотация. Предложена схема организации гибкого автоматического производства с использованием мобильных технологических и транспортных модулей, оснащенных оборудованием и инструментами, необходимыми для изменения формы или состояния предмета труда. Мобильные технологические модули могут автономно перемещаться на плоскости и встраиваться в автоматические линии без участия работников. Это свойство модулей дает возможность организовать поточное производство в условиях агрессивной природной среды.

Ключевые слова: гибкое производство, технологический модуль, поточное производство, человеческий фактор, производственный риск.

Mobile process modules in production lines

Slavyanov A.

Doctor of Economics, Professor of the Department of Economics and Organization of Production at Bauman Moscow State Technical University.

Abstract. A flexible automated production system is proposed using mobile process and transport modules equipped with the equipment and tools necessary to change the shape or state of a workpiece. The mobile process modules can move autonomously on a flat surface and be integrated into automated production lines without human intervention. This capability enables continuous production in harsh environments.

Keywords: flexible manufacturing, process module, flow production, human factor, production risk.

Введение

Освоение новых территорий начинается с обустройства научно-технической базы, которая смогла бы обеспечить комфортные условия труда и отдыха ее персонала. Но именно на этом этапе строители и другие специалисты оказываются под воздействием группы негативных факторов – радиации, перепадов температур, пыли и др. При реализации начального этапа проекта необходимо по возможности снизить долю ручного и механизированного труда

на незащищенных объектах и работах. Использование автоматов и роботов [1, 2] на начальном этапе реализации проектов по освоению территорий позволит снизить сроки и стоимость комплекса подготовительных работ.

Результат

Проект по освоению территорий и объектов включает в себя следующие этапы:

- обустройство научно-производственной базы;
- подготовка инфраструктуры;
- организация работ по достижению целей проекта.

Первые два этапа потребуют значительного количества строительных материалов, необходимых для строительства базы и инфраструктуры. Основными материалами для обустройства базы являются строительные блоки различной конфигурации и размеров. Строительные блоки могут быть завезены с Большой Земли или изготовлены из местного сырья. Транспортировка строительных материалов в труднодоступные районы может привести к существенному увеличению сроков и удорожанию всего проекта. Если есть возможность и технологии изготовления блоков из местного сырья, то можно наладить массовое производство этих изделий вблизи строительной площадки.

Проблема заключается в том, что организация производства строительных материалов потребует участия работников и специалистов, которые будут вынуждены работать в опасных условиях внешней природной среды.

Для организации производства предлагается использовать транспортные и технологические модули, из которых формируется автоматическая линия по производству строительных блоков.

Транспортные роботы представляют собой самодвижущиеся платформы, на которых установлены манипуляторы для перемещения грузов. В настоящее время существует множество различных вариантов транспортных роботов, которых можно использовать в технологическом процессе.

Новой является конструкция технологического модуля, который представляет собой размещенный в одном корпусе комплект оборудования для изменения формы или состояния объекта (предмета труда) и транспортное устройство типа ленточный конвейер (Рис. 1).

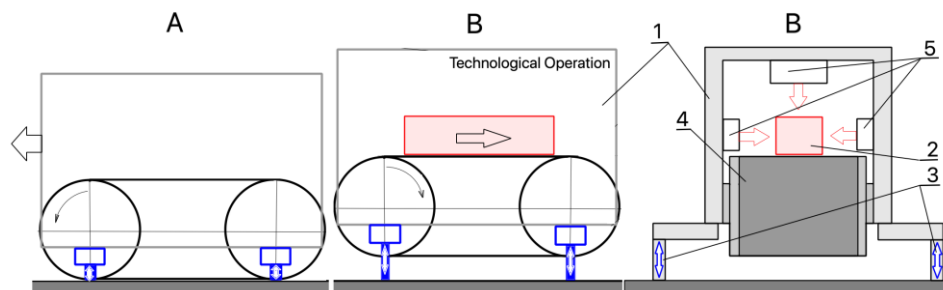


Рис. 1. Технологический мобильный модуль

На схеме (Рисунок 1) обозначено:

- 1- технологический модуль;
- 2- предмет труда;
- 3 – подвижные опоры;
- 4- ленточный конвейер;
- 5 – технологическое оборудование.

Модуль может комплектоваться различным технологическим оборудованием и инструментами: микроволновой излучатель, лазер, сварочная горелка, фрезы, сверла и др.

Новое техническое решение заключается в том, что конвейерная лента может быть использована как для транспортировки предметов труда, так и для автономного перемещения самого технологического модуля. Технологический модуль может использовать конвейер для собственного перемещения, если опоры находятся в сложенном состоянии (позиция А). Или для перемещения предмета труда, когда опоры выдвигаются полностью и корпус технологического модуля находится в позиции В.

Технологический модуль может маневрировать, выдвигая одну из своих опор во время движения (Рис. 2).

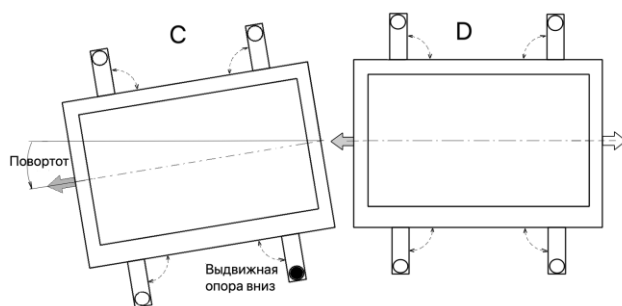


Рис. 2. Схема маневрирования мобильного автономного технологического модуля.

На рисунке 2 представлена схема возможного маневрирования технологического модуля. При поднятых опорах модуль может перемещаться по прямой траектории (Позиция С). При выдвигении одной подвижной опоры в транспортном положении модуля создается момент, который будет разворачивать его вокруг оси (Позиция D).

Такие технологические модули могут автономно двигаться, стыковаться друг с другом и формировать таким образом автоматические линии в зависимости от регламента технологического процесса (Рисунок 3).

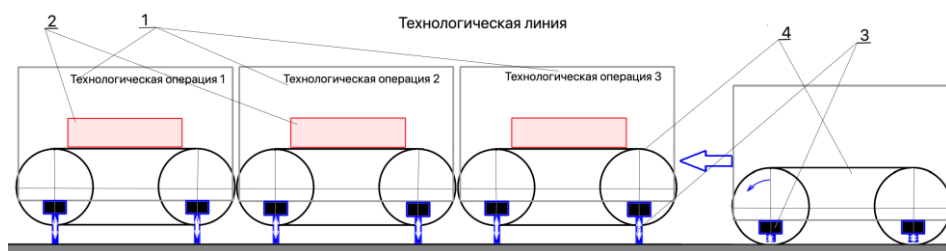


Рис. 3. Гибкая автоматическая линия

На рисунке 3 представлена схема организации автоматической линии из автономных технологических модулей.

При необходимости технологические модули можно заменять или выводить из автоматической линии. В зависимости от используемого сырья технология производства может меняться. В этом случае потребуются замена или добавление в линию нового технологического модуля. Такие ситуации также возникают при смене технологии или технической аварии модуля.

Гибкая автоматическая линия [3, 4, 5] комплектуется технологическими модулями, транспортными роботами и энергетической станцией, которая способна вырабатывать и передавать электричество беспроводным способом на короткие расстояния. Транспортные роботы и технологические модули снабжаются аккумуляторными и солнечными батареями, которые обеспечивают автономную работу на определенное время.

Обсуждение

Применение автономных технологических модулей и транспортных роботов различной конфигурации позволит существенно снизить время начального этапа освоения производственного процесса и сократить затраты на создание комфортных условий для персонала.

Организация производства на удаленных территориях предполагает использование труда рабочих, которые должны быть заняты монтажом, наладкой и эксплуатацией технологического оборудования. Для нормальной работы строительных рабочих изначально должны быть созданы комфортные условия труда и проживания [6], что потребует значительных затрат времени, энергии и материальных ресурсов. Комфортные условия подразумевают наличие жилых помещений, оборудованных спальными местами, кухней, а также локаций релаксации, санитарного узла, водоснабжения, канализации, устройствами обогрева, кондиционирования и вентиляции воздуха и др. [7]

Производственные помещения также должны быть оборудованы в соответствии с требованиями стандартов по охране и безопасности труда, что требует соответствующих затрат.

При расчете экономического эффекта от внедрения предложенных средств автоматизации следует учесть снижение рисков человеческого фактора [8].

Заключение

В условиях неблагоприятной или агрессивной природной среды использование живого труда является серьезной организационной проблемой. Использование мобильных автономных технологических модулей и транспортных роботов в автоматических поточных линиях дает возможность существенно сократить сроки реализации проекта, Экономический эффект заключается в снижении затрат на организацию жилой и производственной инфраструктуры для работников. Гибкие автоматические производства можно размещать в районах, непригодных для проживания населения. Это приведет к снижению промышленной и транспортной нагрузки на места постоянного проживания людей.

Использование предложенного подхода к организации автоматического производства строительных материалов и изделий из местного сырья позволит существенно сократить затраты на освоение планет и других объектов.

Литература

1. Hartley J. Flexible Automation in Japan. Germany: IFS. 2013. 264p.
2. Handbook of Industrial Engineering: Technology and Operations Management. (2001). Great Britain: Wiley. 2796 p.
3. Talavage, J. Flexible Manufacturing Systems in Practice: Design: Analysis and Simulation. USA: CRC Press. 2020. 272 p.
4. Design of Flexible Production Systems – Methodologies and Tools. By T. Tolio. Berlin: Springer, 2009. 307 p.
5. Фокина Д., Джамай Э., Зинченко А. Гибкие производственные системы как основа инновационного развития промышленных предприятий // Вестник Государственного педагогического университета. Серия: Экономика. 2024. №2, С. 113-121.
6. Золочевский И.С. Охрана труда: международные и европейские требования // Крымский академический вестник. 2020. № 13. С. 64-69.
7. The Human Factors of Process Safety and Worker Empowerment in the Offshore Oil Industry: Proceedings of a Workshop. (2018). USA: National Academies Press.
8. Glendon, A. I., Clarke, S. (2018). Human Safety and Risk Management: A Psychological Perspective, Third Edition. (n.p.): CRC Press.

УДК 338.3, JEL Classification M11

Экономические особенности простого производственного процесса

Тимофеева Ю.Г.

к.э.н., доцент кафедры «Экономика и организация производства» Московского Государственного Технического Университета имени Н. Э. Баумана, j.timofeeva@bmstu.ru.

Аннотация. В статье описываются три основных вида движения деталей с операции на операцию в рамках простого производственного процесса и выделяются присущие им особенности с точки зрения экономики предприятия.

Ключевые слова: технологическая операция, простой производственный процесс, технологический цикл, организация производства.

Economic features of a simple production process

Yuliya Timofeeva

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of Economics and Organization of Production Department, Bauman Moscow State Technical University, Moscow.

Abstract. The article describes three main types of movement of parts from operation to operation within the framework of a simple production process and highlights their inherent features from the point of view of the enterprise economy.

Keywords: technological operation, simple production process, technological cycle, production organization.

Введение

Для организации эффективного производственного процесса и сокращения длительности технологического цикла необходимо осуществлять планирование с осуществлением основных принципов организации производства, так как они тесно связаны с организацией движения предмета труда во времени. Сокращение длительности технологического цикла, а следовательно, и производственного, не только влияет на быстроту выпуска готового изделия, но и имеет экономическое значение, так как его продолжительность определяет размер незавершенного производства.

Экономические особенности движения объектов производства во времени

Существует три основных вида движения изделия во времени, сформулированных ещё в 1930-е годы профессором О.И. Непорентом: параллельное, параллельно-последовательное и параллельное. В них в той или иной степени реализуются принципы непрерывности, партионности, ритмичности и, что самое главное, параллельности. Длительность технологического цикла во многом зависит от реализации именно этого принципа, так как на неё влияют степени перекрытия во времени операционных циклов в каждой паре смежных операций.

Последовательное движение характеризуется переходом на следующую операцию технологического процесса лишь после окончания обработки всей партии изделий (n) на предыдущей операции (см. рис. 1а). Такой процесс достаточно просто организовать и впоследствии контролировать, так как каждая операция зависит от предыдущей, значит и следить за качеством изготавливаемой продукции. Оборудование на каждой операции будет работать непрерывно, но так как партия изделий не делится на передаточные партии, в этом виде движения велика степень пролёживания изделий: по сути каждый объект производства пролёживает на каждой операции дважды – сперва в ожидании обработки, а после – в ожидании обработки остальных объектов в партии, а значит велик объем незавершенного производства. Поэтому рационально применять его при небольших партиях и непродолжительных операциях, так как величина технологического цикла прямо пропорциональна величине партии изделия и нормам времени выполнения операций. Так как операции выполняются строго одна за другой в соответствии с технологическим маршрутом, на них требуется меньше оборудования из-за того, что не нужно создавать параллельные линии для выполнения операций, а значит капитальные затраты предприятия за счёт этого не увеличиваются. Но есть в таком последовательном выполнении и существенный минус – если на предыдущей операции произошла задержка или сбой, влекущий остановку производственного процесса, партия не поступит на последующую, пока задержка или сбой не будут устранены, а это означает и рост незавершенного производства, и риск непоставки продукции заказчику вовремя.

Операционный цикл ($T_{оп}$) при этом равен отношению штучного времени обработки объекта производства (t_i) к количеству рабочих мест на этой операции (C_i):

$$T_{оп} = \frac{t_i}{C_i} \quad (1)$$

где $i = 1, \dots, m$; m – количество операций в технологическом процессе.

При *параллельно-последовательном движении* объекты производства передаются транспортными (передаточными) партиями (p), при этом производственный процесс на каждой последующей операции начинается раньше, чем заканчивается обработка всей партии изделий n . Рабочие места на каждой операции при данном виде движения должны работать без перерывов, поэтому допускается пролёживание передаточных партий. Время при этом экономится за счёт частичной параллельности выполнения работ и за счёт сокращения времени между смежными операциями, которое достигается за счёт

двух вариантов совмещения этих операций: когда операционный цикл предшествующей операции короче по времени, чем операционный цикл последующей, и когда операционный цикл предшествующей операции продолжительнее, чем у последующей (см. рис. 1б). При первом варианте наилучшим образом совмещение происходит, когда первая транспортная партия передаётся на следующую операцию сразу после обработки на предыдущей - при этом последующие транспортные партии будут некоторое время пролёживать в ожидании освобождения рабочего места; во втором варианте максимально совмещение достигается при ориентации уже на последнюю партию, и все работы на предыдущей операции должны быть завершены к началу её обработки. Потому этот вид движения применяется, как правило, когда длительность операционных циклов резко различается.

Величина незавершенного производства при этом в разы меньше, чем при последовательном виде движения, а значит меньше и оборотные средства предприятия, что при прочих равных означает более высокую оборачиваемость капитала. Но из-за увеличения количества партий, которые надо перемещать между операциями, и значит, станками или даже участками и цехами (хотя при параллельно-последовательном виде движения всё же больше распространена предметная специализация, в отличие от последовательно вида движения, где станки расположены технологически), растут и транспортные расходы, за счёт чего увеличивается и себестоимость изготавливаемой таким образом продукции.

Параллельное движение также подразумевает разделение партии изделий на несколько передаточных партий, при этом оборудование будет работать непрерывно лишь на операции с самым длительным операционным циклом, на которую и происходит ориентация при построении технологического цикла этого вида движения (см. рис. 1в). Технологический цикл при этом виде движения может быть самым коротким по сравнению с другими видами движения. Величина незавершенного производства снова меньше, чем при последовательном виде движения, а значит при прочих равных оборачиваемость капитала выше. Так как все этапы технологического процесса выполняются одновременно, возможны сложности с контролем качества изготавливаемой продукции, что может привести к образованию дефектов, а это означает некоторую потерю вложенных в производство средств или дополнительные затраты, хотя, как правило, процент возможных потерь закладывается на этапе планирования производства. Возможен рост капитальных затрат на дополнительное оборудование для обеспечения параллельности выполнения операций. Транспортные расходы столь же велики, как и при параллельно-последовательном виде движения из-за увеличения количества передаточных партий.

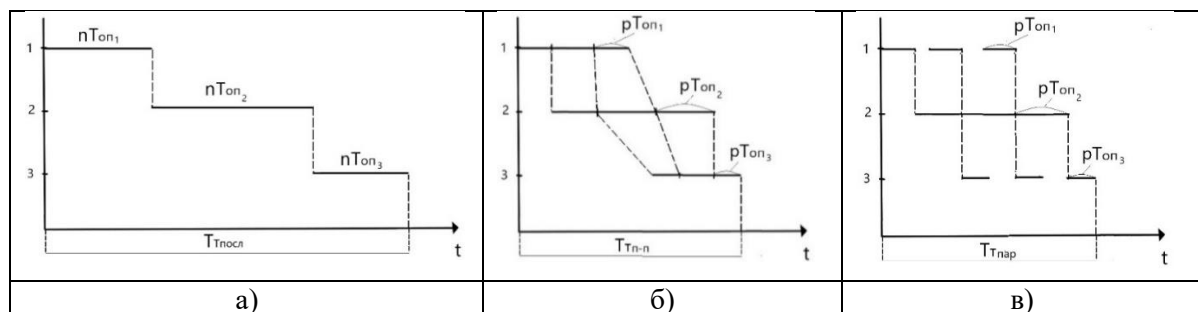


Рис. 1. Технологический цикл при различных видах движения объектов производства по операциям:

а – последовательном, б – параллельно-последовательном, в – параллельном.

Технологический цикл при параллельном и параллельно-последовательном видах движения гораздо менее продолжителен, чем при последовательном.

Отразим вышеупомянутые особенности видов движения объектов производства по операциям в виде таблицы 1.

Таблица 1. Особенности видов движения объектов производства

Вид движения	Приоритет	Недостаток	Экономические особенности
Последовательный	- Непрерывная работа оборудования; - Простота организации и контроля.	- Объекты производства длительное время пролеживают в ожидании обработки на следующей операции; - Длительный технологический цикл.	- Большой объём незавершенного производства, а следовательно, и оборотных средств; - Требуется меньше оборудования, а значит меньше капитальные затраты; - Подходит для единичного и мелкосерийного производства; - Сбой на одной из операций означает остановку производственного процесса до его устранения, из-за чего возрастёт количество незавершенного производства и риск непоставки заказчику вовремя; - Из-за того, что процесс легко контролировать, проще следить за качеством изготавливаемой продукции, что ведёт к росту лояльности покупателей и возможному росту спроса на продукцию.

Вид движения	Приоритет	Недостаток	Экономические особенности
Параллельно-последовательный	- Отсутствие простоев рабочих мест на операциях; - Параллельное выполнение операций за счёт передачи объектов производства передаточными партиями.	- Объекты производства некоторое время пролёживают в ожидании обработки на следующей, более короткой по времени операции; - Растёт количество транспортировок (за счёт увеличения количества партий).	- Увеличение доли транспортных расходов, что ведёт к росту себестоимости изделия; - Меньший объём незавершенного производства, следовательно выше оборачиваемость оборотных средств; - Более короткий технологический, а значит и производственный цикл позволяет быстрее передавать продукцию заказчикам, что увеличивает оборачиваемость за счёт более быстрого возвращения вложенных в производство денежных средств и влияет на лояльность покупателей; - Подходит для серийного и массового производства.
Параллельный	- Непрерывность обработки передаточных партий по всем операциям; - Параллельное выполнение операций за счёт передачи объектов производства передаточными партиями.	- Простаивание рабочих мест на операциях в ожидании обработки следующей передаточной партии; - Растёт количество транспортировок.	- Наименьший объём незавершенного производства, следовательно выше оборачиваемость оборотных средств; - Увеличение доли транспортных расходов, что ведёт к росту себестоимости изделия; - Возможен рост капитальных затрат на дополнительное оборудования для обеспечения параллельности выполнения операций; - Более короткий технологический, а значит и производственный цикл позволяет быстрее передавать продукцию заказчикам, что увеличивает оборачиваемость за счёт более быстрого возвращения вложенных в производство денежных средств и влияет на лояльность покупателей; - Возможен рост числа дефектов из-за того, что процесс сложнее контролировать, что может вести к росту затрат на производство; - Подходит для серийного и массового производства.

Важно отметить, что недостатки в виде пролёживания партий изделий и простаивания рабочих мест отсутствуют, а значит технологический цикл и объём незавершенного производства меньше, если операционные циклы на всех операциях равны между собой, то есть соблюдается условие синхронности:

$$\frac{t_1}{c_1} = \frac{t_2}{c_2} = \dots = \frac{t_m}{c_m} = const \quad (2)$$

Такое движение объектов производства по операциям будет называться поточным, а график технологического цикла будет выглядеть следующим образом (см. рис. 2):

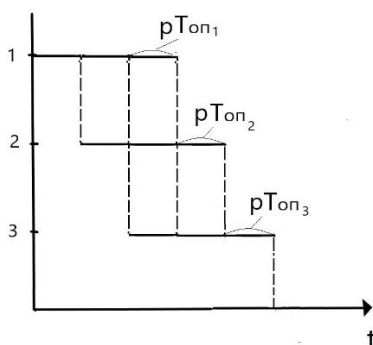


Рис. 2. Технологический цикл при выполнении условия синхронности

Заключение

Организация простого производственного процесса на предприятии разнится в зависимости от размера предприятия – малое, среднее, крупное; его типа – единичное, серийное, массовое - и от многих других аспектов его деятельности. Решение о том, какой вид движения объектов производства подходит предприятию больше, принимать также следует с учётом всех факторов, влияющих на экономическую эффективность, а это, помимо длительности технологического и производственного циклов, еще и стоимость материалов, стоимость единицы рабочего времени и т.д.

Литература:

1. Организация и планирование машиностроительного производства (производственный менеджмент) : учебник для вузов / Некрасов Л. А., Постникова Е. С., Скворцов Ю. В., Уханова Т. В. ; ред. Скворцов Ю. В. - М. : Студент, 2016. - 414 с.
2. Ряховская О. Н., Боярская Т. О. Экономика предприятия. Курс лекций : учебное пособие / Ряховская О. Н., Боярская Т. О. – Москва : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019. - 117 с.

УДК 658.5; JEL Classification: D20, L23

Проблемы в организации производства промышленных предприятий в условиях конкурентной среды

Третьякова В.А.

доцент, к.т.н., доцент кафедры «Промышленная логистика» МГТУ им. Н.Э. Баумана,
tva@bmstu.ru

Аннотация. Статья посвящена анализу проблем взаимодействия государственных заказчиков и поставщиков машиностроительной продукции в системе государственных закупок. Цель исследования – выявить системные дисбалансы, возникающие между участниками, и обосновать необходимость учета интересов производственного сектора. Выводы: Действующая конкурсная модель не учитывает специфику материалоемких и инвестиционоемких машиностроительных предприятий, что приводит к их недогрузке, потере квалифицированных кадров и снижению конкурентоспособности.

Ключевые слова: организация планирования производства, загрузка производственных мощностей, конкурентная среда, производственное предприятие-поставщик.

Problems in organizing production at industrial enterprises in a competitive environment

Victoria Tretyakova

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department EBM3, Bauman University, Moscow.

Abstract. This article analyzes the interactions between government customers and suppliers of mechanical engineering products in the public procurement system. The study aims to identify systemic imbalances arising between participants and to substantiate the need to consider the interests of the manufacturing sector. Conclusions: The current competitive model fails to account for the specific needs of material- and investment-intensive mechanical engineering enterprises, leading to underutilization, loss of qualified personnel, and decreased competitiveness.

Keywords: organization of production planning, capacity utilization, competitive environment, manufacturing supplier.

Введение

Современная рыночно-ориентированная экономика в Российской Федерации представляет собой сложную систему взаимодействия государственных и коммерческих структур. Государственный сектор, состоящий из различных министерств, ведомств и других организаций, находящихся в государственной собственности и управляемых государственными органами, играет важную роль в развитии и обеспечении безопасности страны. Для решения глобальных и важных задач, поддержания различных отраслей экономики и обеспечения безопасности страны на верхнем государственном уровне власти формируются стратегические инициативы и программы в виде национальных и федеральных проектов, государственных программ и государственных заданий. В рамках выполнения полученных заданий и собственного развития, в том числе для решения глобальных государственных задач, сами госкорпорации и ведомства формируют свои стратегии развития. Причем, структура государственного сектора такова, что она включает в себя не только органы власти, но и большое количество производственных предприятий, в том числе научно-исследовательских, которые объединены в холдинги и госкорпорации, например, Роскосмос, Ростех и др. Таким образом, в рамках этой системы формируется сложное взаимодействие между отдельными организациями.

Одновременно с государственным сектором, на рынке имеются коммерческие организации, которые также играют важную роль в развитии и безопасности страны. Они производят товары и услуги, инвестируют в новые технологии и инфраструктуру, создают рабочие места, что способствует научно-техническому прогрессу страны. Некоторые коммерческие организации напрямую связаны с обеспечением национальной безопасности. Предприятия ОПК (оборонно-промышленного комплекса), такие как АО «Концерн Калашников», АО «НПК «Техмаш» и др., занимаются разработкой и производством вооружений, военной техники и оборудования, необходимых для защиты страны от внешних угроз. Кроме того, многие компании работают над созданием информационных систем и технологий, которые помогают защищать данные и предотвращать кибератаки, что особенно важно в условиях современной цифровой экономики.

Таким образом можно сделать вывод, что взаимодействие между государственными и коммерческими структурами в России имеет огромное значение для устойчивого развития страны, повышения её конкурентоспособности и улучшения качества жизни граждан. Эффективное сотрудничество позволяет объединить ресурсы, знания и опыт двух секторов, что приводит к достижению общих целей и решению актуальных задач.

Структура взаимодействия заказчиков и поставщиков

Одной из важных форм взаимодействия между государственными и коммерческими структурами являются государственные закупки, когда Заказчики размещают заказы на поставку товаров, работ или услуг для государственных нужд в соответствии с действующим законодательством, которое предполагает проведение закупок (выбор Поставщиков) на конкурсной

основе, что обеспечивает прозрачность и справедливое распределение контрактов. Важно отметить, что в роли Заказчиков и Поставщиков могут выступать как государственные, так и коммерческие организации.

На рисунке 1 схематично представлена структура взаимодействия заказчиков и поставщиков государственных и коммерческих структур.

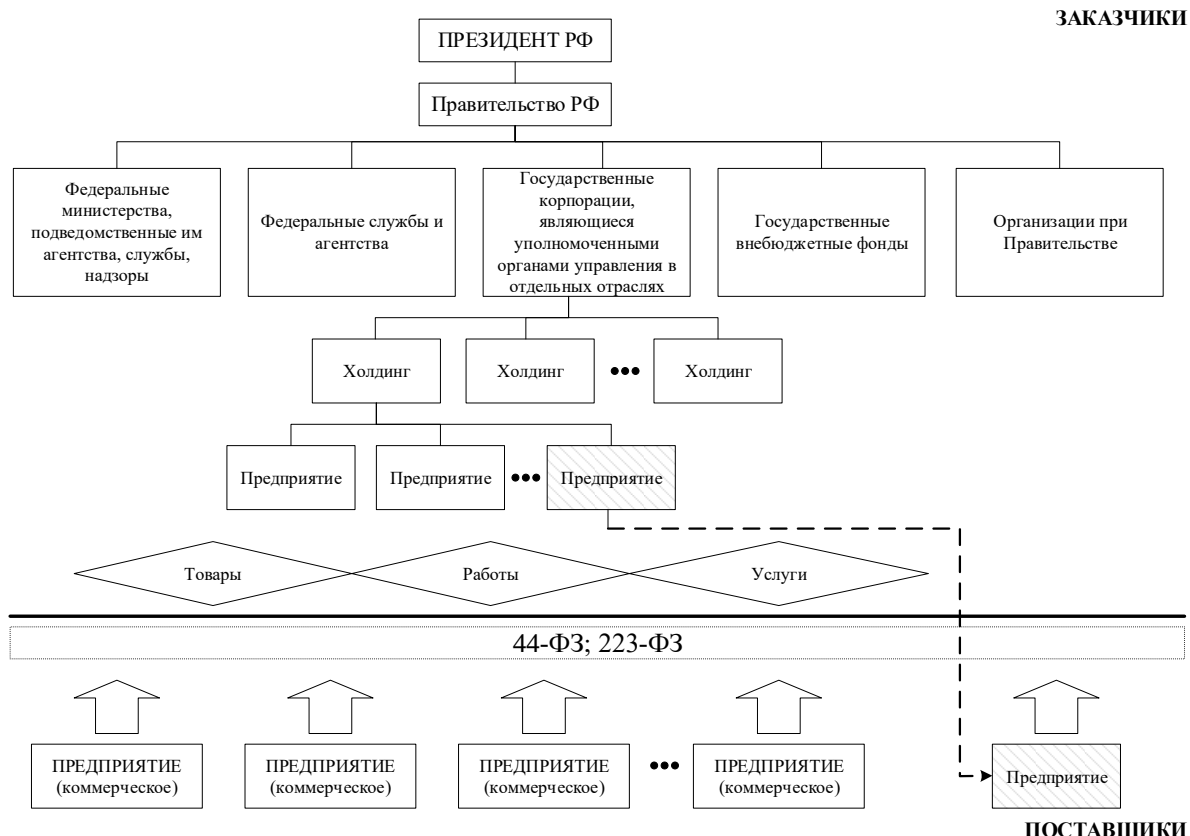


Рис. 1. Структура взаимодействия заказчиков и поставщиков государственных и коммерческих структур (составлено автором)

В настоящее время сектор госзакупок составляет значительную долю всей экономики страны, что подтверждается данными Федерального казначейства РФ, а именно общий объем госзакупок и закупок госкомпаний по итогам 2024 года достиг 35 трлн. Рублей, что составляет около 17 % ВВП страны.

Безусловно, развитие конкуренции является одной из важнейших целей укрепления национальной экономики и позволяет не только повысить удовлетворенность потребителей, но и обеспечить стабильный рост экономики, развитие технологий и национальную безопасность [1].

С 2010 года в стране началась реформация системы государственных закупок в целях повышения эффективности исполнения бюджетов в области цены, качества и скорости поставки товаров или осуществления услуг; повышения уровня прозрачности и доступности, привлечения более широкого спектра поставщиков, обеспечения более конкурентной среды.

В литературе представлено большое количество работ, исследований и результатов проведенных эмпирических анализов, посвященных оценке эффективности и целесообразности проведения закупочной деятельности согласно принятому законодательству. Большинство из них действительно доказывают ее эффективность и целесообразность, хотя отмечаются и недостатки, также даются рекомендации по ее совершенствованию. Но важно отметить, что практически все работы посвящены рассмотрению эффективности организации закупочной деятельности исключительно со стороны Заказчика, и практически отсутствует работы, рассматривающие сторону Поставщика [2-4]. Исключение составляет работа [5], в которой было проведено большое исследование и дана оценка эффективности закупок на основании мнений заказчиков и поставщиков и сделаны выводы, что при всей важности борьбы с коррупцией и усилении конкуренции на торгах, регулирование закупок в первую очередь должно быть нацелено на обеспечение их конечной эффективности – в виде качественного и своевременного исполнения контрактов на поставки для государственных нужд.

В соответствии с [1] и другими внутренними нормативными документами государственным организациям необходимо утвердить перечень показателей, характеризующих эффективность закупок товаров, работ и осуществлять оценку эффективности осуществляемых закупок. Примерами таких показателей являются:

1. Доля неиспользованных на конец отчетного года бюджетных ассигнований на закупки товаров, работ, услуг (показатель Росстат)
2. Относительная экономия бюджетных средств по результатам осуществления закупок товаров, работ, услуг конкурентными способами (показатель Росстат)
3. Экономия расходования средств бюджета по результатам проведения конкурентных процедур (показатель Министерства транспорта)
4. Доля контрактов, заключенных по начальной (максимальной) цене контракта (показатель Министерства транспорта) и др.

Таким образом следует сделать вывод, что в российской практике эффективность закупки главным образом оценивается с точки зрения достижения экономии за счёт снижения цены и совершенно отсутствуют показатели, характеризующие качество поставляемого товара или услуг.

Сама реализация закупочных процедур оказывает значительное влияние на поведение ее участников. Причем, наиболее уязвимым в данном вопросе является именно производственный сектор экономики, в том числе и особенно потребители и производители машиностроительной продукции.

На рисунке 2 представлена общая схема взаимодействия Заказчика и Поставщика в условиях конкурентной закупки.

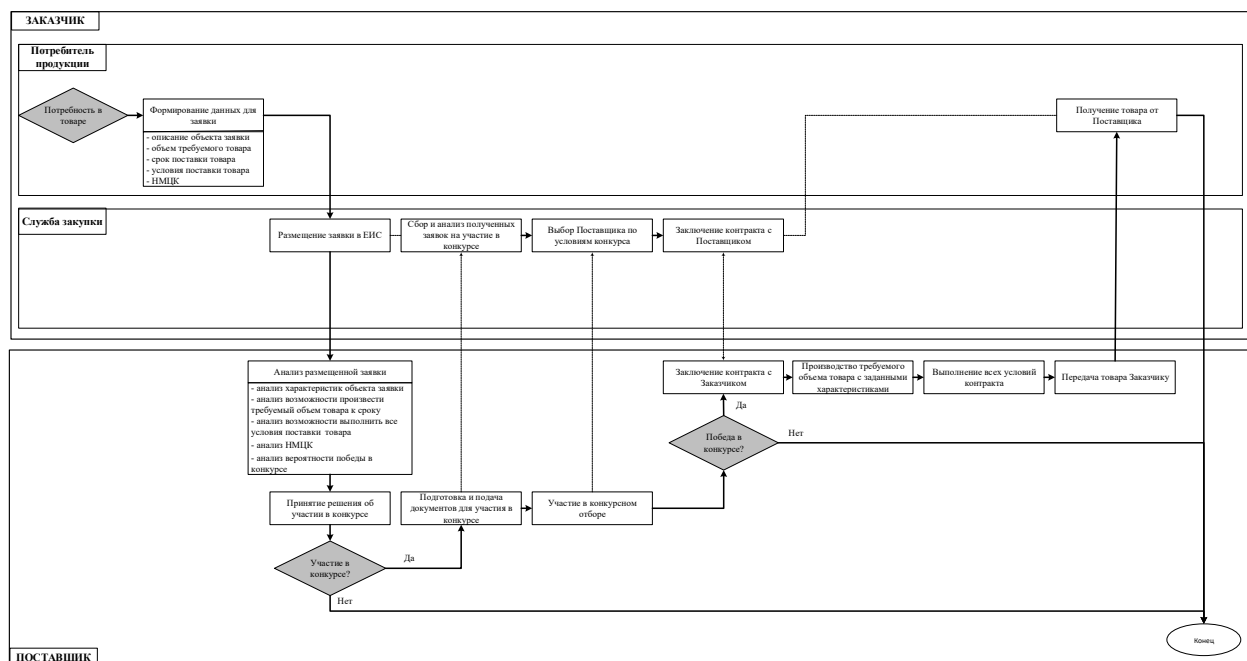


Рис. 2. Общая схема взаимодействия Заказчика и Поставщика в условиях конкурентной закупки (составлено автором).

На рисунке 3 подробно рассмотрен процесс принятия решения Поставщиком об участии в конкурсе.

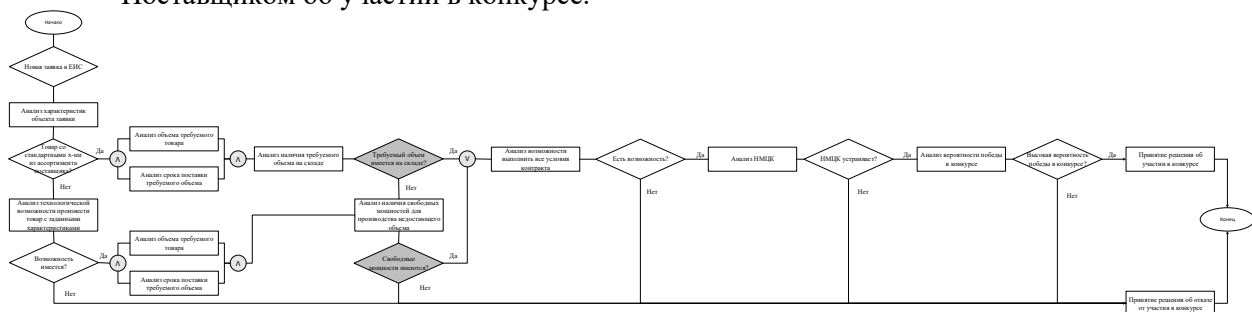


Рис. 3. Процесс принятия решения предприятием-поставщиком об участии в конкурсе (составлено автором).

Как правило, машиностроительная продукция закупается Заказчиком в следующих случаях [6]: 1) готовая продукция для удовлетворения собственных нужд, например, насосы, компрессоры, вооружение и т.д.; 2) запасные части для ремонта и обслуживания оборудования или техники; 3) детали, узлы, комплектующие для производства собственной продукции.

Во всех перечисленных случаях пользователями будут являться технические специалисты, причем, в некоторых случаях продукция нужна в кратчайшие сроки, например, если начались боевые действия, или при поломке оборудования нужны запасные детали и т.п.

Выделим наиболее серьезные проблемы, которые возникают в

организациях и рассмотрим их отдельно для Заказчика и для производителя (поставщика) машиностроительной продукции.

1. Проблемы Заказчика.

1.1. Сама по себе процедура осуществления закупки является длительной, что может нести катастрофические последствия для Заказчика, в том числе для нужд его производства.

1.2. Конфликт целей и интересов специалистов Заказчика, участвующих в закупочной процедуре.

Чаще всего непосредственно закупочными мероприятиями занимается специальная служба закупок, которая на основании поступившей заявки от непосредственного потребителя (например, производственного подразделения) осуществляет процедуру закупки. Сложность ситуации заключается в том, что основная цель такой службы - разместить заказ и обеспечить его выполнение с наибольшей эффективностью, например, купить продукцию по минимальной цене, что может сказаться на качестве продукции и создать проблемы у непосредственных потребителей при эксплуатации.

1.3. Отсутствие этапа переговоров с Поставщиком, что приводит к некорректно и неграмотно составленным техническим заданиям (ТЗ) или требованиям к поставляемой продукции. В итоге, или поставляется продукция, несоответствующая ожиданиям Заказчика, или происходит срыв конкурса, из-за отсутствия участников.

1.4. Несогласованные заранее с поставщиком сроки поставки продукции могут привести к задержкам поставок (иногда поставщику проще выплатить пени за срыв сроков), т.к. при формировании заявки Заказчик преследует только собственные интересы и не учитывает производственный цикл закупаемой продукции.

1.5. Отсутствие механизма контроля участников конкурса приводит к тому, что конкурс может проводиться между некомпетентными посредниками, а не производителями, что приводит к необходимости определения и налаживания новой кооперации, например при комплектной поставке продукции, затягиванию сроков своевременного авансирования предприятий-смежников и, следовательно, начала производства; к повышению цен на продукцию.

2. Проблемы Поставщика.

2.1. Длительность процедуры закупок существенно сокращает время для выполнения заказа, что может привести к срыву поставки заказа.

2.2. В связи с отсутствием долгосрочной системы планирования заказов со стороны Заказчика у Поставщика нет возможности планировать производственную программу. Как следствие, отказы от участия в конкурсных процедурах из-за невозможности выполнить условия поставки в связи с отсутствием свободных (зарезервированных под заказ) производственных мощностей.

2.3. Необходимость постоянно снижать себестоимость продукции, чтобы оставаться конкурентоспособным, что зачастую сказывается на качестве поставляемой продукции.

2.4. Отсутствие этапа переговоров с Заказчиком исключает возможность согласования сроков поставки требуемого с учетом производственного цикла

предприятия; согласование ТЗ или требований к поставляемой продукции, что может привести к отказу от участия в конкурсе из-за невозможности выполнить условия Заказчика.

2.5. Отсутствие механизма контроля участников конкурса позволяет участвовать в конкурсе и даже побеждать некомпетентным посредникам и производителям, лишая таким образом достойного конкурента получения заказа, оставив его производственные мощности незагруженными.

Отказы производственного предприятия от участия в конкурсах в основном могут быть вызваны двумя причинами, а именно:

1) заказ неинтересен - например, низкая начальная максимальная цена контракта (НМЦК), маленький объем, продукция с заданными характеристиками не изготавливается на предприятии и т.д.

2) нет возможности выполнить размещенный заказ - например, срок поставки меньше, чем производственный цикл, нет свободных мощностей для производства требуемого объема и т.д.

Если же предприятие-поставщик заинтересовано в получении заказа, то его задача сводится к тому, чтобы минимизировать влияние проблем, возникающих при участии в конкурсных процедурах тем самым повысив загрузку своих производственных мощностей. Если этого не удастся добиться, приходится отказываться от конкурса, что критично не только для самого предприятия-поставщика, но и для Заказчика.

Чтобы компенсировать возникающие проблемы предприятие-поставщик вынуждено:

1. Самостоятельно прогнозировать появление новых заказов со стороны Заказчиков (в связи с отсутствием централизованной системы планирования) основываясь на анализе данных прошлых периодов [7].

2. Разработать систему организации планирования производства с учетом возможности постоянного оперативного внесения в нее изменений в условиях конкурентной среды.

3. Разработать механизм экстренной трансформации загрузки производственных мощностей (причем как в большую, так и меньшую сторону) в условиях конкурентной среды.

Заключение

В заключении можно сделать следующие выводы:

1. Действующий механизм взаимодействия Заказчиков и Поставщиков в рамках осуществления госзакупок в основном направлен на удовлетворение интересов Заказчиков, при этом не учитываются интересы и возможности производственных предприятий-поставщиков.

2. Машиностроительные предприятия в большинстве своем, характеризуются материалоемкими, трудоемкими и инвестиционнoемкими процессами, требующими наличия высококвалифицированных кадров, значительного объема основных средств и содержания большой инфраструктуры. В связи с этим они вынуждены планировать свою производственную деятельность, исходя из загруженности производственных мощностей минимум на пять лет, что совершенно невозможно осуществить, участвуя в выполнении государственных заказов в конкурентной системе. В

зависимости от сложившейся ситуации в конкурсах (выигрыш – проигрыш) могут возникать случаи недозагруженности производства, простои оборудования, увольнения квалифицированного персонала, повышенного износа оборудования и уровня брака, неплановой закупки сырья и т.д. Снижается возможность удовлетворить быстро-растущий спрос в случае необходимости.

Избежать таких издержек производства можно было бы за счет заключения долгосрочных контрактов.

3. Приоритетное значение цены для Заказчика в выборе Поставщика госзаказов при конкурсной системе вынуждает предприятие-производителя постоянно снижать издержки производства, подчас не заботясь о необходимости постоянно наращивать компетенции в тех или иных сферах.

Одновременно с этим цена рассматривается Заказчиком в «узком» смысле, т.е. не учитывает весь жизненный цикл закупаемой продукции, например, ее ремонтпригодность, срок службы, возможность и стоимость дальнейшего обслуживания и т.д., следовательно, кажущаяся первичная экономия в процессе закупок может обернуться еще большими затратами в период эксплуатации для Заказчика.

4. Россия – очень большая страна, и конкурентоспособность предприятий в значительной степени зависит от их географического местоположения: природных условий, наличия ресурсов, развития логистики, образовательного комплекса, способного обеспечить потребность предприятий в высококвалифицированных кадрах; затрат на содержание инфраструктуры, налоговых ставок, демографической ситуации и ряда других факторов.

Так как при проведении конкурсов данные обстоятельства не учитываются, предприятия, расположенные в неблагоприятных регионах, могут оказаться неконкурентоспособными и лишиться возможности участвовать в объявленных конкурсах

5. Государство создает спрос, производственные предприятия его обеспечивают. Основная задача Государства для поддержки производственных предприятий – обеспечение постоянного спроса с прогнозируемой возможностью его изменения.

Закупка товаров на конкурсной основе целесообразна только при наличии рынка этих товаров (при наличии этих товаров на рынке), если есть выбор. В противном случае закупка должна осуществляться у единственного поставщика (или на созданных товарных рынках, путем организованных торгов, биржах).

Литература

1. Указ Президента Российской Федерации от 21.12.2017 г. № 618 Об основных направлениях государственной политики по развитию конкуренции.
2. Система государственных закупок: теоретический и практический аспекты: монография / Л. И. Юзвович, Н. Ю. Исакова, Ю. В. Истомина и др.; под ред. Л. И. Юзвович, Н. Ю. Исаковой. – Екатеринбург: Изд-во Урал. Ун-та, 2019. – 233 с.
3. Умнова М.Г., Лаврентьева О.И., Измякова А.В. Тенденции развития и проблемы управления в сфере государственных закупок // Вестник экономики управления и права. 2023. Т.16. – С. 2693–2712.
4. Алексахина Ю.В., Бородина Е.Н. Анализ закупочной деятельности и системы управления закупками (на примере ФГУП ПО «Маяк») // Креативная экономика. – 2021. – Том 15. – № 6.

– С. 24 – 37.

5. Яковлев А. А., Балаева О. Н., Родионова Ю. Д., Ткаченко А.В. Проблемы и эффективность госзакупок глазами их участников// ЭКО. 2020. № 11. С. 83-103. DOI: 10.30680/ЕСО0131-7652-2020-11-83-103.
6. Бирюкова А.Д., Третьякова В.А., Малышкин С.М. Использование методов предиктивной и прескриптивной аналитики при прогнозировании спроса государственных закупок // Известия ТулГУ. Технические науки. – 2025. – № 3. – С. 46–53.
7. Третьякова В.А., Горлачева Е.Н. Разработка гибкой системы планирования производственной программы в условиях работы с госзакупками // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2024. Т. 22. №3. С. 160-169.

УДК 658.5: 678, JEL Classification: D24, L6, O33

Совершенствование конструкторско-технологической подготовки мелкосерийного производства полимерных изделий

Филатов М.Д.¹, Волкова М.В.², Кузнецов А.С.³

¹аспирант кафедры «Промышленная логистика» МГТУ им. Н.Э. Баумана, filatovmd@student.bmstu.ru;

²к.э.н., доцент кафедры «Промышленная логистика» МГТУ им. Н.Э. Баумана, mvvvolkova@bmstu.ru;

³старший преподаватель кафедры «Лазерные и оптико-электронные системы» МГТУ им. Н.Э. Баумана, askuznetsov@bmstu.ru.

Аннотация. В статье рассмотрены особенности конструкторско-технологической подготовки и производства по изготовлению полимерных изделий методом литья реактопластических масс. Предложены и обоснованы пути повышения эффективности подготовки производства за счет сокращения времени на прототипирование и изготовление оснастки за счет использования цифровых и аддитивных технологий. Как результат, в рамках совершенствования конструкторско-технологической подготовки, стоимость и время изготовления оснастки снижаются, возможности по разнообразию номенклатуры мелкосерийного производства, выпускаемой в сжатые сроки, увеличиваются.

Ключевые слова: мелкосерийное производство, полимерные изделия, реактопласты, конструкторско-технологическая подготовка производства, оснастка, аддитивные технологии, цифровые модели.

Improving the design and technological preparation of small-scale production of polymer products

Filatov M.D.¹, Volkova M.V.², Kuznetsov A.S.³

¹Postgraduate Student of the Department of Industrial Logistics, Bauman University, Moscow.

²Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Industrial Logistics, Bauman University, Moscow.

³Senior Lecturer of the Department of Laser and Optical-Electronic Systems, Bauman University, Moscow.

Abstract. The article discusses the features of design and technological preparation and production of polymer products using the injection molding of reactive plastics. The authors propose and justify ways to improve the efficiency of production preparation by reducing the time required for prototyping and tooling production using

digital and additive technologies. As a result, the cost and time required for tooling production are reduced, and the possibilities for diversifying the range of small-scale production that can be completed in a short time are increased.

Keywords: *small-scale production, polymer products, reactive plastics, design and technological preparation of production, tooling, additive technologies, and digital models.*

Введение

Мелкосерийное производство представляет собой особую организационно-технологическую модель, ориентированную на выпуск продукции ограниченными партиями с регулярной сменой номенклатуры. В отличие от массового производства, где эффективность достигается за счет масштаба и унификации, здесь доминирует принцип гибкой адаптации к изменяющимся производственным задачам.

Мелкосерийное заготовительное производство промышленных изделий сталкивается с существенными технологическими вызовами, главным из которых является высокая продолжительность циклов конструкторской и технологической подготовки производства.

Рассмотрим проблемы конструкторско-технологической подготовки производства по изготовлению полимерных изделий методом литья реактопластических масс и пути их решения. В отличие от термопластов, реактопласты требуют необратимого отверждения, что обуславливает их особое положение в переработке полимерных материалов.

Технологические особенности реактопластов. Оборудование и оснастка

Особенностью производства по изготовлению полимерных изделий методом литья реактопластических масс является природа химических процессов отверждения. Реактопласты, такие как эпоксидные смолы, фенолформальдегидные и полиэфирные смолы, требуют точного соблюдения температурно-временных параметров протекания химических реакций. Процесс поликонденсации или полимеризации характеризуется нелинейной кинетикой и включает индукционный период, фазу гелеобразования и окончательного отверждения. Например, эпоксидные композиции требуют выдержки при температуре 60-80°C в течение 2-8 часов в зависимости от толщины изделия и типа отвердителя [5, 6].

Конструкция пресс-форм для реактопластов отличается повышенной сложностью. Необходимость точного термостатирования, наличие систем подачи материала под давлением и усиленных замковых механизмов значительно увеличивает время подготовки оснастки. Среднее время изготовления пресс-формы для мелкосерийного производства составляет 3-4 недели. Кроме того, оборудование для переработки реактопластов имеет циклический характер работы с обязательными технологическими паузами для очистки и переналадки. Значительную часть производственного цикла занимают подготовительные операции. Предварительная подготовка материалов включает сушку наполнителей, смешение компонентов, вакуумирование для удаления газов и кондиционирование по температуре. Для препрегов время подготовки может достигать 24 часов. Каждая новая партия изделий требует

индивидуальной настройки технологических параметров: температуры пресс-формы, давления прессования и времени выдержки. Многоступенчатый контроль качества является неотъемлемой частью производства. Изделия подвергаются визуальному контролю, измерениям геометрических параметров, механическим испытаниям и контролю степени отверждения. Многие изделия требуют дополнительной механической обработки, термической досушки или нанесения защитных покрытий, что добавляет к общему циклу от 2 до 6 часов. Организация мелкосерийного производства реактопластов предполагает частые переналадки оборудования и изменения технологических маршрутов. Логистические ограничения, связанные с ограниченным сроком годности материалов и особыми условиями хранения, также вносят свой вклад в увеличение продолжительности коммерческих циклов за счет включения в них времени на доставку сырья под индивидуальный заказ.

Современные подходы к интенсификации производственных процессов включают применение катализаторов отверждения, использование альтернативных методов нагрева (микроволновый, индукционный), оптимизацию конструкции оснастки и автоматизацию процессов дозирования. Внедрение систем быстрой переналадки и стандартизация технологических процессов позволяют сократить не только время основных, но вспомогательных операций.

Длительные циклы изготовления заказа в мелкосерийном производстве реактопластов обусловлены комплексом технологических и организационных факторов. Решение задачи оптимизации бизнес-процессов требует системного подхода, включающего как внедрение технологических решений, так совершенствование организации производства [5, 6].

Рассмотрим пути повышения эффективности подготовки производства за счет сокращения времени на прототипирование и изготовление оснастки.

Аддитивные технологии как средство повышения скорости производства литейной оснастки

На пути от цифровой модели к серийному полимерному изделию традиционно возникает технологический барьер, выраженный в необходимости изготовления металлической оснастки. Этот процесс характеризуется значительной капиталоемкостью и длительностью, что ограничивает экономическую целесообразность малых серий и оперативное внесение итераций в конструкцию. Кардинальным решением данной проблемы представляется использование аддитивных технологий для прямого производства литейной оснастки, что знаменует переход к более гибкой и экономически эффективной производственной парадигме.

Сущность данного подхода заключается в принципиальном переосмыслении роли 3D-печати — от создания прототипов к изготовлению рабочего инструмента. Вместо механической обработки, основанной на удалении материала из заготовки, оснастка синтезируется послойно из полимерных или композитных материалов. Такой метод позволяет воплощать геометрически сложные элементы оснастки, такие как конформные каналы

охлаждения, которые зачастую невозможно получить классическими способами [1-4, 7].

Ключевые преимущества аддитивно произведенной оснастки проявляются в нескольких аспектах. Наиболее очевидным из них является радикальное сокращение временных затрат: переход от цифровой модели к функционирующей форме исчисляется не неделями, а днями или даже часами. Следствием этого является значительное снижение стоимости подготовки производства, что демократизирует доступ к малым и средним сериям продукции. Кроме того, открываются беспрецедентные возможности для итеративного проектирования и кастомизации, поскольку модификация оснастки сводится к корректировке компьютерной модели и повторной печати.

Однако внедрение данной технологии сопряжено с рядом объективных ограничений. Основным вызовом остается ограниченная стойкость полимерной оснастки по сравнению с металлической, что обуславливает ее применение преимущественно в рамках ограниченных тиражей. Рабочий температурный диапазон также лимитирован термостойкостью базовых материалов, таких как фотополимеры или спекаемые порошки, что требует тщательного подбора при работе с определенными типами полимерных расплавов [1-4, 7].

Для создания оснастки применяются различные аддитивные методики. Стереолитография обеспечивает высокое разрешение и качество поверхности, что критично для получения гладких изделий. Технологии селективного лазерного спекания и мультиструйного синтеза, использующие полиамидные порошки, позволяют получать более прочные и износостойкие формы, пригодные для большего количества производственных циклов. В особо требовательных случаях, где необходима металлическая прочность в сочетании со сложной геометрией, может рассматриваться прямое лазерное спекание металлических порошков [1-4, 7].

Практическое применение 3D-печатной оснастки уже нашло свою нишу в таких областях, как малосерийный выпуск готовой продукции, оперативное изготовление партий для функционального тестирования, литье из силикона и полиуретана, а также производство вспомогательного технологического инструмента.

Таким образом, аддитивное производство литейной оснастки не подразумевает полного вытеснения традиционных методов, а формирует мощное технологическое дополнение. Оно занимает стратегически важную нишу, обеспечивая скорость, гибкость и рентабельность на этапе перехода от проектирования к серийному выпуску полимерных изделий. Дальнейшее развитие материаловедения в области аддитивных технологий будет неуклонно расширять границы и возможности данного подхода.

Цифровые модели как средство ускорения и повышения качества конструкторско-технологической подготовки производства

Современная полимерная отрасль переживает этап цифровой трансформации, которая кардинально меняет подходы к проектированию и изготовлению продукции. Цифровые технологии становятся критически

важным инструментом для сокращения сроков вывода изделий на рынок и повышения эффективности производства.

Современные системы автоматизированного проектирования в сочетании с инструментами компьютерного инжиниринга позволяют создавать виртуальные прототипы изделий и оптимизировать их характеристики до этапа физического производства. Технологии 3D-печати обеспечивают быстрое изготовление опытных образцов, сокращая цикл прототипирования с недель до дней [1-4, 7].

Создание цифровых копий оборудования и технологических процессов позволяет оптимизировать параметры производства без остановки действующих линий. Компьютерное моделирование течения расплавов, процессов отверждения и охлаждения помогает предотвращать дефекты и снижать количество бракованной продукции.

Внедрение систем предиктивной аналитики и машинного обучения позволяет прогнозировать оптимальные режимы переработки для различных материалов. Промышленный интернет вещей обеспечивает мониторинг оборудования в реальном времени, сокращая неплановые простои.

Сквозные цифровые платформы объединяют все этапы жизненного цикла изделия — от проектирования до производства и обслуживания. Это обеспечивает согласованность данных и ускоряет принятие решений.

Для производителей полимерных изделий цифровизация открывает возможности сокращения времени вывода новой продукции на рынок, уменьшения затрат на проектирование и испытания, повышения гибкости и адаптивности производства, снижения энергопотребления и материалоемкости, улучшения качества и воспроизводимости продукции.

Цифровая трансформация производства полимерных изделий переходит из категории конкурентных преимуществ в необходимое условие выживания на рынке. Предприятия, активно внедряющие цифровые технологии, получают значительные преимущества в скорости, гибкости и эффективности производства.

Заключение

Классический подход к изготовлению полимерных изделий предполагает последовательное выполнение конструкторско-технологических операций. Единая, дорогая и трудоемкая пресс-форма становится «узким местом», через которое продукт проходит на всех стадиях — от тестирования до серийного выпуска. Возможностью оптимизации подготовки производства является введение параллельного конструирования и производства нескольких вариантов оснастки за счет внедрения систем предиктивной аналитики и машинного обучения, а также использовании 3D-печати оснастки.

Ключевым показателем становится не время изготовления одной формы, а количество итераций, осуществляемых в единицу времени. Если за неделю традиционным методом можно получить одну, в лучшем случае две версии стальной пресс-формы, то за тот же срок с помощью 3D-печати возможно произвести, протестировать и модифицировать десятки полимерных оснасток. Это ускорение на порядки меняет саму культуру проектирования, позволяя проводить множественные эксперименты и выбирать оптимальное решение на

основе обширных эмпирических данных, а не единственного, зачастую вынужденного, выбора.

В традиционном производстве увеличение выпуска продукции достигается исключительно за счет количества циклов литья в одной форме, что неизбежно приводит к ее износу и ограничивает общий объем партии. Технология 3D-печати вводит новую переменную — мгновенное тиражирование самой оснастки. Для увеличения общего выпуска нет необходимости создавать одну сверхнадежную и дорогую форму, рассчитанную на миллион циклов. Вместо этого можно за короткий срок напечатать партию идентичных полимерных форм и использовать их параллельно на нескольких литьевых машинах. Такой подход кратно увеличивает производительность производственных процессов [1-4, 7].

Наконец, аддитивная оснастка делает экономически оправданным производство, где количество модификаций изделия стремится к количеству заказчиков. Задача выпуска персонализированных продуктов требует уникального инструмента для каждого изделия. В экономике традиционного производства это неприемлемо. Однако, когда стоимость и время изготовления оснастки снижены на порядки, индивидуальное производство становится новой количественной нормой. Показателем эффективности здесь становится уже не объем идентичных изделий, а разнообразие номенклатуры, выпускаемой в сжатые сроки [1-4, 7].

Таким образом, количественный выигрыш от использования 3D-печатной оснастки проявляется не в линейном ускорении, а в экспоненциальном росте возможностей: в количестве итераций, количестве параллельно работающих инструментов и количестве уникальных конфигураций конечной продукции. Это переход от экономики масштаба к экономике скорости и гибкости.

Литература

1. Басва Л.С., Маринин А.А. Современные технологии аддитивного изготовления объектов // Вестник МГТУ. 2014. Т. 17. № 1. С. 7-12.
2. Беседина К.С., Лавров Н.А., Барсков В.В. Применение аддитивных технологий полимеров в машиностроении // Инновационные материалы и технологии в дизайне. Тезисы докл. IV Всерос. научно-практ. конф. с участием молодых ученых. 22-23 марта 2018 г. СПб.: СПбГИКиТ, 2018. С. 26-27.
3. Бобцова С.В. Исследование и разработка методов использования технологий быстрого прототипирования в приборостроении: дис. ... канд. техн. наук. СПб, 2005. 124 с.
4. Добринский Е.С. Быстрое прототипирование: идеи, технологии, изделия // Полимерные материалы. 2011. № 9. С. 36-37.
5. Крыжановский В.К., Бурлов В.В., Паниматченко А.Д., Крыжановская Ю.В. Производство изделий из полимерных материалов. СПб.: Профессия, 2004. 460 с.
6. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология: учеб. пособие / 4-е изд., испр. и доп. под общей редакцией А.А. Берлина. СПб.: ЦОП «Профессия», 2014. 592 с.
7. Товажнянский Л.Л., Грабченко А.И., Чернышов С.И., Вереzub Н.В., Витязев Ю.Б., Доброскок В.Л., Кнут Х., Лиерат Ф. Интегрированные технологии ускоренного прототипирования и изготовления. Монография. - 2-е изд., перераб. и доп. / Под. ред. Л.Л. Товажнянского, А.И. Грабченко. Харьков: ОАО "Модель Вселенной", 2005. 224 с.

УДК 65.011.56; JEL Classification: D2

Управление производственными проектами в ТЭК на основе цифровых технологий

Чеканский А.В.

соискатель кафедры бизнес-информатики МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва,
aspirant-chekanskyav@mail.ru.

Аннотация: В данной статье рассмотрена проблема управления производственными проектами в ТЭК на основе цифровых технологий. Пояснена логика цифровизации производственных проектов. Описаны механизмы на операционном, организационно-координационном и стратегическом уровнях.

Ключевые слова: ТЭК, цифровая трансформация, цифровые технологии, управление производственными проектами, цифровые двойники.

Production project management in the fuel and energy sector based on digital technologies

Chekansky A.V.

Candidate of the Department of Business Informatics, Bauman University, Moscow.

Abstract: This article examines the problem of managing production projects in the fuel and energy sector based on digital technologies. The logic of digitalization of production projects is explained. The mechanisms at the operational, organizational, coordination and strategic levels are described.

Keywords: fuel and energy complex, digital transformation, digital technologies, production project management, digital twins.

Введение, актуальность и проблема исследования

Управление производственными проектами в топливно-энергетическом комплексе (ТЭК) претерпевает качественные изменения под влиянием цифровых технологий, которые преобразуют подходы к планированию, координации, контролю и принятию решений [1,2].

Цифровизация позволяет по-новому интегрировать экономические и организационные аспекты: связывать бюджетирование с оперативным диспетчированием, оценку рисков — с моделированием сценариев, а производственную логику — с требованиями устойчивого развития [3].

Введение цифровых платформ, сквозной аналитики и промышленной

автоматизации актуализирует вопрос согласования проектных целей с ограничениями инфраструктуры, рынка и нормативной среды, при этом эффективность определяется не столько доступом к данным, сколько способностью выстраивать управляемые потоки информации между участниками цепочки создания ценности [4,5].

Актуальность темы обусловлена высокой капиталоемкостью проектов ТЭК, долгими циклами и высокой чувствительностью к внешним шокам, что требует точного и гибкого управления [1,6]. Цифровые технологии — от IoT и систем мониторинга состояния активов до моделей цифровых двойников — снижают неопределенность, повышают прозрачность и ускоряют обратную связь между планом и фактом, что напрямую влияет на стоимость жизненного цикла и безопасность [7]. Дополнительную значимость придает необходимость повышения операционной эффективности в условиях энергоперехода, волатильности цен и ужесточения требований к экологическим и социальным показателям: цифровые инструменты позволяют интегрировать ESG-метрики в контур управления проектом, оптимизируя производственные режимы и логистику [8,9].

Вместе с тем актуальность связана с трансформацией организационных моделей: цифровизация предъявляет новые требования к компетенциям [10], распределению ответственности и архитектуре процессов [11]. Успешная реализация проектов в ТЭК требует не только внедрения технологий, но и переосмысления роли проектного офиса, управления знаниями и взаимодействия подрядчиков.

Возникает потребность в универсальной методике, объединяющей экономическую оценку, управление рисками, операционную аналитику и изменения в организационной структуре, чтобы цифровые решения приносили измеримый эффект, а не фрагментарные улучшения.

Проблема заключается в разрыве между потенциалом цифровых технологий и их фактическим влиянием на результаты производственных проектов [12,13]. На практике встречаются несогласованность данных между подразделениями, дублирование функционала систем, размытость метрик эффекта и сопротивление изменениям, что ведет к задержкам, перерасходам и росту операционных рисков. Экономические модели зачастую не учитывают динамику производственных ограничений и поведенческие факторы, а организационные механизмы не поддерживают сквозную ответственность за качество данных и реализацию решений, основанных на аналитике [14].

Цель исследования — обоснование интегрированного подхода к управлению производственными проектами в ТЭК, который опирается на цифровые технологии и одновременно учитывает экономические и организационные зависимости по всей цепочке реализации. Такой подход должен обеспечить измеримое улучшение сроков, стоимости и надежности за счет объединения планирования, исполнения и контроля в едином цифровом контуре. Предполагается, что синхронизация экономических моделей с операционными данными в реальном времени и регламентация управленческих ролей сократят вариативность процессов, а внедрение единых справочников, стандартов данных и метрик эффективности повысит сопоставимость и качество управленческих решений.

Гипотеза исследования состоит в том, что комплексная архитектура управления — включающая цифровые двойники ключевых активов и процессов, сквозные панели показателей, систему управления рисками с предиктивной аналитикой и обновленную организационную модель — обеспечивает статистически значимое снижение совокупной стоимости владения и проектных отклонений по срокам по сравнению с фрагментарным внедрением отдельных инструментов. Ожидается, что экономический эффект усиливается при наличии зрелого управления изменениями, программ обучения и механизмов мотивации, привязанных к качеству данных и достижению целевых метрик.

Основные положения

Управление производственными проектами в ТЭК на основе цифровых технологий формирует новую логику принятия решений на стыке экономики и организации производства [15].

Цифровизация переводит ключевые управленческие процессы из режимов реактивного контроля в проактивное планирование, опираясь на интеграцию данных из инженерных, эксплуатационных и финансовых контуров. Теоретически это опирается на концепции кибернетики управления, системного подхода и экономики транзакционных издержек, где цифровые платформы выступают механизмом снижения информационной асимметрии и координационных затрат [16]. Сквозная связность данных и стандартов позволяет выстраивать непрерывный контур “план–выполнение–контроль–коррекция”, обеспечивая согласование целей проекта с метриками эффективности активов и операционной надежности.

Ключевым элементом выступают модели представления производственной системы: цифровые двойники объектов и процессов, связанные с календарно-сетевым планированием, техническими регламентами и финансовыми лимитами [7]. Их теоретическая ценность заключается в возможности формализовать причинно-следственные связи между решениями о загрузке мощностей, графиками ремонтов, цепочками поставок и параметрами технологической безопасности.

В таком представлении проект рассматривается как динамическая система с ограничениями, где управление осуществляется через прогнозирование состояний и оптимизацию ресурсов при множественных ограничениях, что сближает практику управления с задачами стохастической оптимизации и теорией управления запасами в условиях неопределенности [17].

Экономическая логика цифровизации проектов опирается на оценку совокупной стоимости владения и жизненного цикла активов, где эффекты проявляются в сокращении капитальных затрат (CAPEX) за счет лучшей проектной проработки и в снижении операционных затрат (OPEX) через предиктивное обслуживание и повышение коэффициента технической готовности.

Теоретически цифровые решения уменьшают транзакционные издержки координации между участниками проекта, ускоряют оборот данных и повышают качество сигналов для инвестиционных решений. Встраивание финансовых моделей в производственные цифровые контуры обеспечивает обратную связь:

изменения в производственных сценариях мгновенно отражаются в денежных потоках, что делает бюджетирование итеративным и чувствительным к рискам.

Организация производства в ТЭК в цифровой среде переопределяет роли и границы ответственности [18]. Управление знаниями становится критическим ресурсом: кодирование процедур, формализация стандартов и накопление эксплуатационных данных создают эффект масштаба знаний, снижающий вариативность исполнения. С теоретической точки зрения это усиливает процессы рутинизации и снижает зависимость результатов от индивидуальной экспертизы, переводя компетенции в институционализированную форму. В результате повышается управляемость сложных межцеховых и межплощадочных операций, а система мотивации может быть привязана к качеству данных и достижению целевых показателей, отраженных в цифровых панелях.

Риск-менеджмент в цифровых проектах переходит от статической реестровой модели к вероятностной, где источники риска описываются через потоки данных и прогнозные индикаторы. Предиктивная аналитика и сценарное моделирование позволяют оценивать чувствительность сроков и затрат к изменениям внешних и внутренних факторов, а также проводить виртуальные эксперименты без прерывания производства [19]. Теоретически это соотносится с подходами реальных опционов, когда гибкость проектных решений имеет измеримую стоимость, а принятие решений происходит по правилу порогов с учетом обновляющейся информации [20]. Встроенность риск-оценок в оперативные контуры управления повышает устойчивость графиков и снижает вероятность каскадных сбоев.

Интеграционные платформы и стандарты данных выступают институтами координации, обеспечивая совместимость между системами проектирования, диспетчеризации, технического обслуживания и снабжения. Их теоретическое основание — в концепции модульной архитектуры и сетевых эффектов: чем выше степень стандартизации интерфейсов, тем ниже барьеры для обмена и тем выше маржинальная полезность подключения новых участников, что создает основу для экосистемного управления, где подрядчики, поставщики и заказчик действуют в едином информационном пространстве, а метрики качества данных становятся регуляторами поведения. Таким образом, цифровые технологии в ТЭК не только автоматизируют операции, но и перестраивают экономику взаимодействий и институциональную структуру производства, повышая предсказуемость, экономическую эффективность и управляемость проектов [21].

Методы исследования

Методологическая основа исследования опиралась на систематический литературный обзор, направленный на выявление и сопоставление подходов к управлению производственными проектами в ТЭК с использованием цифровых технологий [1,2,18] в связке с экономикой и организацией производства [3,5]. Поисковая стратегия включала целенаправленный сбор публикаций за последние 10–12 лет в рецензируемых журналах и сборниках конференций, а также отраслевых докладах и стандартах.

Источники отбирались по ключевым словам, отражающим цифровые платформы, промышленную аналитику и ИИ, цифровые двойники, интеграцию PLM–ERP–MES–SCADA, управление жизненным циклом активов и проектное управление в условиях капиталоемких отраслей.

Включались работы, содержащие эмпирические данные, сравнительные кейсы или формализованные модели экономической эффективности и организационного дизайна; исключались публикации с описательным характером без методической прозрачности. Критерии качества оценивали надежность данных, воспроизводимость методики и полноту операционализации понятий.

Итогом стала классификация теоретических положений и практических механизмов, которые связывают цифровые технологии с экономическими показателями и организационными изменениями в управлении производственными проектами ТЭК.

Результаты

Проведенный анализ показал, что цифровые технологии в управлении производственными проектами ТЭК структурно воздействуют на три взаимосвязанных уровня: операционный, организационно-координационный и стратегический.

На операционном уровне ключевым механизмом выступает преобразование данных в управленческие решения в режиме, близком к реальному времени. Цифровые двойники, ИИ-сенсоры и системы предиктивной аналитики повышают прозрачность производственных циклов и снижают неопределенность при планировании ресурсов, что обеспечивает оптимизацию графиков работ, снижение простоев и перерасхода материалов, а также более точное управление рисками в полевых условиях [18,19]. На этом уровне технологии напрямую связаны с показателями себестоимости, общей производительности, коэффициентом использования оборудования и уровнем дефектности.

На организационно-координационном уровне цифровизация выступает как катализатор перехода от иерархических к сетевым формам взаимодействия [15]. Сквозные платформы управления проектным портфелем, интегрированные с ERP/MES и системами управления знаниями, создают единое информационное пространство между производственными площадками, подрядчиками и службами поддержки, что сокращает транзакционные издержки координации, уменьшает число согласовательных циклов и повышает скорость принятия решений. Эффект выражается в снижении длительности критического пути проекта, сокращении изменения проектной документации на поздних стадиях и повышении предсказуемости сроков ввода объектов.

На стратегическом уровне цифровые технологии изменяют логику формирования экономической ценности проектов [1]. Переход к модели «данные как актив» обеспечивает накопление и капитализацию операторского опыта в виде алгоритмов и библиотек типовых решений, что ускоряет тиражирование лучших практик между активами. Портфельные аналитические инструменты поддерживают перерасчетку рисков и капитала в пользу проектов

с лучшим профилем неопределенности, выявленным на основе цифровых следов эксплуатации, что отражается в росте NPV и IRR при сопоставимом уровне CAPEX, а также в уменьшении волатильности операционного денежного потока за счет предиктивного обслуживания и оптимизации режимов работы.

Классификация теоретических положений позволяет выделить четыре базовые связи между технологиями и результатами.

Во-первых, гипотеза информационной эффективности: снижение асимметрии информации между участниками проекта ведет к улучшению координации и экономии на масштабах данных.

Во-вторых, гипотеза алгоритмической рутинизации: формализация операционных практик в виде правил и моделей уменьшает вариативность исполнения и повышает воспроизводимость результатов.

В-третьих, гипотеза платформенной интеграции: объединение разнотипных процессов на цифровой платформе снижает транзакционные издержки и ускоряет цикл «план–исполнение–обратная связь».

В-четвертых, гипотеза организационной адаптивности: рост скорости и качества обратной связи стимулирует переход к более плоским структурам и развитию ролей «продуктовых» владельцев процессов, что улучшает управляемость сложных программ.

Практические механизмы подтверждают эти положения на конкретных стадиях жизненного цикла.

На этапе инициации и обоснования инвестиций использование геолого-технологических цифровых моделей и сценарной аналитики повышает точность оценок, сокращая диапазон неопределенности допущений.

На стадии проектирования BIM/DT обеспечивает коллаборативную разработку и раннее выявление коллизий, что снижает вероятность переработок.

В производстве и строительстве внедрение мобильных рабочих мест, автоматизированного диспетчинга и компьютерного зрения повышает соблюдение технологии и техники безопасности, а в эксплуатации предиктивные модели и оптимизаторы режимов уменьшают незапланированные простои и энергопотребление.

На всех стадиях эффект усиливается через стандартизацию данных и институционализацию ролей владельцев данных и моделей.

Экономические и организационные результаты фиксируются в системе метрик, отражающих как прямой, так и косвенный эффект. К прямым относятся снижение удельной себестоимости, рост производительности труда и оборудования, сокращение длительности проекта и CAPEX. Косвенные проявляются в повышении надежности поставок, устойчивости к операционным сбоям и ускорении тиражирования инноваций. Организационно наблюдается упрощение матрицы согласований, укрепление культуры принятия решений на основе данных и смещение фокуса от реактивного к проактивному управлению.

В совокупности классификация теоретических положений и практических механизмов показывает, что влияние цифровых технологий в проектах ТЭК носит системный характер: они одновременно улучшают информационные контуры, стандартизируют выполнение процессов и повышают адаптивность организации, что устойчиво транслируется в экономические результаты.

Обсуждение

В современных условиях цифровая трансформация выступает ключевым фактором повышения эффективности управления производственными проектами ТЭК, задавая новые рамки для экономической оценки и организации производства. Использование промышленных датчиков, систем оперативного мониторинга, цифровых двойников и аналитики в реальном времени смещает акцент с ретроспективного контроля на предиктивное планирование, где качество данных и скорость их обработки напрямую влияют на обоснованность управленческих решений. В результате меняется структура затрат и профиль рисков: снижаются удельные издержки и вероятность капитальных перерасходов, повышается загрузка оборудования и сокращаются простои, а экономическая отдача проявляется не только в прямых показателях себестоимости, но и в росте надежности поставок и устойчивости производственного контура.

Организационные эффекты цифровизации обнаруживаются через перераспределение ролей, упрощение согласовательных контуров и укрепление культуры принятия решений на основе данных. Интеграция ИТ-и ОТ-ландшафтов требует синхронизации стандартов, регламентов и компетенций, что ведет к формированию кросс-функциональных команд и повышению ответственности на уровне проектных офисов. При этом ключевым вопросом становится управляемость сложностью: чем выше зрелость цифровых платформ и архитектурная совместимость, тем ниже транзакционные издержки координации и тем выше способность организации к быстрому масштабированию успешных практик без потери качества и безопасности.

Обсуждение результатов исследований показывает, что экономический эффект цифровых технологий в проектах ТЭК носит кумулятивный и нелинейный характер: ранние инвестиции в данные и инфраструктуру создают базу для последующего эффекта от аналитических моделей и автоматизации.

Наиболее устойчивые результаты достигаются при сочетании технологических решений с изменением управленческих рутин, системой метрик сквозной эффективности и программами развития компетенций. Таким образом, цифровые технологии проявляют ценность как на уровне единичных операций, так и в архитектуре всей производственной системы, обеспечивая согласование стратегических целей, операционной дисциплины и экономических показателей в едином контуре управления проектами ТЭК.

Заключение

Завершая анализ управления производственными проектами в ТЭК на основе цифровых технологий, следует подчеркнуть, что ключевой эффект цифровизации заключается в согласовании экономических целей с параметрами организации производства.

Интеграция платформ сбора данных, систем мониторинга состояния оборудования, цифровых двойников и алгоритмов оптимизации меняет логику планирования, бюджетирования и контроля, переводя управление из реактивного режима в проактивный, что выражается в снижении совокупной стоимости владения активами, повышении коэффициента использования

оборудования и сокращении отклонений по срокам и бюджету. Важным результатом становится повышение прозрачности проектного контура: единые данные и сквозные метрики позволяют сопоставлять альтернативные решения с учетом рисков, ограничений ресурсов и динамики спроса, а также быстрее закрывать разрывы между производством, снабжением и сбытом.

Экономическая устойчивость цифровых инициатив определяется не только набором технологий, но и качеством организационного внедрения. Наилучшие результаты достигаются при формировании архитектуры данных, увязанной с процессной моделью предприятия, при наличии центров компетенций и роли владельцев данных, а также при поэтапном масштабировании пилотов до уровня портфеля.

Важным фактором остается кибербезопасность производственных сетей и надежность ИИ-моделей в условиях изменчивых режимов эксплуатации. Сочетание регламентов машинного обучения с процедурами промышленной безопасности, а также внедрение механизмов доверия к данным и моделей объяснимого ИИ помогают стабилизировать эффект и избежать локальной оптимизации.

В итоге цифровое управление проектами становится частью корпоративной системы принятия решений, где инвестиционные приоритеты, операционные ограничения и показатели эффективности связаны через единую цифровую фабрику.

Дальнейшие перспективы связаны с расширением межкорпоративных данных, развитием адаптивного планирования и переходом к самонастраивающимся производственным контурам.

Распространение цифровых двойников полного жизненного цикла позволит смещать акцент с реагирования на отклонения к предупреждению деградации активов и оптимизации энергопотребления в реальном времени. Интеграция потоковых данных с рыночными индикаторами и погодными моделями усилит точность прогнозов и повысит гибкость портфеля проектов.

В организационном плане ожидается укрепление роли продуктовых команд на стыке ИТ и производства, развитие стандартов обмена телеметрией с поставщиками и сервисными компаниями, а также формирование единых отраслевых моделей зрелости. Сочетание этих направлений задает траекторию перехода от разрозненных цифровых инициатив к целостной системе управления стоимостью в ТЭК.

Литература

1. Al-Hajri, A., Hamouda, A., & Abdella, G. (2025). Sustainability-Based Strategic Framework for Digital Transformation in the Oil and Gas Industry. *IEEE Access*, 13, 52114-52133. <https://doi.org/10.1109/access.2025.3548960>.
2. Wanasinghe, T., Wroblewski, L., Petersen, B., Gosine, R., James, L., De Silva, O., Mann, G., & Warrian, P. (2020). Digital Twin for the Oil and Gas Industry: Overview, Research Trends, Opportunities, and Challenges. *IEEE Access*, 8, 104175-104197. <https://doi.org/10.1109/access.2020.2998723>.
3. Shiboldenkov V.A., Nazyuta S.V., Chursin A.A. The digital shadow and twin feasibility representation model for the radically new products competitiveness // *RUDN Journal of Economics*. - 2025. - Vol. 33. - N. 3. - P. 382-403. doi: 10.22363/2313-2329-2025-33-3-382-403 (<https://doi.org/10.22363/2313-2329-2025-33-3-382-403>)

4. Фалько, С. Г. Оценка сбалансированности цифровой трансформации промышленных предприятий: комплексный анализ технологий и метрик эффективности / С. Г. Фалько, А. С. Красникова, Е. О. Харитон // Экономика высокотехнологичных производств. 2025. Т. 6, № 3. С. 193-218. – DOI 10.18334/evp.6.3.123704. EDN WAMDIV.
5. Управление цифровой трансформацией экономических систем : монография / С. Г. Фалько, М. А. Комиссарова, Е. М. Мартишин [и др.] ; под общей редакцией С. Г. Фалько ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана, Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М. И. Платова. - Новочеркасск : ЮРГПУ (НПИ) им. М. И. Платова, 2025. 296 с.
6. Nazari, Z., & Musilek, P. (2023). Impact of Digital Transformation on the Energy Sector: A Review. *Algorithms*, 16, 211. <https://doi.org/10.3390/a16040211>.
7. Травушкина А.А., Щелокова А.Н., Шиболденков В.А., Юсуфова О.М. Обзор перспектив развития технологии цифровых двойников продуктов, услуг и сервисов в секторе материального производства // Вопросы инновационной экономики. 2022. Т. 12. № 3. С. 1485-1502. DOI: 10.18334/vinec.12.3.115215
8. Чжан, Я. Экономико-математическое моделирование трансграничных энергетических проектов технологического сотрудничества БРИКС / Я. Чжан, В. А. Шиболденков // Экономика, предпринимательство и право. 2025.Т. 15, № 7. С. 4585-4610. DOI 10.18334/epp.15.7.123338. EDN NZQJZY
9. Чжан Янь, Шиболденков В. А. «Стоимость экономики климата» и инструменты климатического регулирования // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024. № 6. Т. 2. С. 38–51; <https://doi.org/10.36871/ek.up.p.r.2024.06.02.004>
10. Фалько С. Г., Яценко В. В. Формирование, развитие и трансформация компетенций организации: состав и оценка затрат // Социально-трудовые исследования. – 2021. – №. 4 (45). – С. 130-141.
11. P.A. Drogovoz, N.A. Kashevarova, V.A. Dadonov, T.G. Sadovskaya, M.K. Trusevich Industry 4.0 in Russia: Digital Transformation of Economic Sectors // Industry 4.0 in SMEs Across the Globe: Drivers, Barriers, and Opportunities / edited by J.M. Müller, N. Kazantsev. Boca Raton: CRC Press, 2021. P. 195-211. DOI: <https://doi.org/10.1201/9781003165880-15>.
12. Шипкова А.Д., Шиболденков В.А. Научно-аналитическое исследование эффективности использования сквозных цифровых технологий в космической отрасли // XLVI Академические чтения по космонавтике, посвященные памяти академика С.П. Королева и других отечественных ученых – пионеров освоения космического пространства (Москва, 25-28 янв. 2022 г.): сб. тез. всеросс. науч. конференции / РАН [и др.]; ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)». М: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2022. Т. 2. С. 195-202.
13. Марченкова О.В., Шиболденков В.А. Анализ перспективных технологий цифровизации в наукоемком секторе экономики // XLVI Академические чтения по космонавтике, посвященные памяти академика С.П. Королева и других отечественных ученых – пионеров освоения космического пространства (Москва, 25-28 янв. 2022 г.): сб. тез. всеросс. науч. конференции / РАН [и др.]; ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)». М: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2022. Т. 2. С. 87-89.
14. Kovalchuk, T., & Verhun, A. (2020). IMPROVEMENT OF THE METHOD OF ANALYSIS OF ASSET MANAGEMENT EFFICIENCY. *Baltic Journal of Economic Studies*, 5, 61. <https://doi.org/10.30525/2256-0742/2019-5-5-61-66>.
15. Daramola, G., Adewunmi, A., Jacks, B., & Ajala, O. (2024). CONCEPTUALIZING COMMUNICATION EFFICIENCY IN ENERGY SECTOR PROJECT MANAGEMENT: THE ROLE OF DIGITAL TOOLS AND AGILE PRACTICES. *Engineering Science & Technology Journal*. <https://doi.org/10.51594/estj.v5i4.1078>.
16. Полукеев Д.С., Кашеварова Н.А., Шиболденков В.А. Анализ тенденций развития и современного состояния сферы универсальных цифровых платформ для повышения эффективности наукоемкого производства // XLVI Академические чтения по космонавтике, посвященные памяти академика С.П. Королева и других отечественных ученых – пионеров освоения космического пространства (Москва, 25-28 янв. 2022 г.): сб. тез. всеросс. науч. конференции / РАН [и др.]; ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)». М: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2022. Т. 2. С. 129-133.

17. Куренков А. Л. Управление проектами цифровой трансформации: современные тенденции и особенности // Вестник Российского экономического университета им. ГВ Плеханова. – 2024. – Т. 21. – №. 5. – С. 5-18.
18. Fernández-Vidal, J., González, R., Gascó, J., & Llopis, J. (2022). Digitalization and corporate transformation: The case of European oil & gas firms. *Technological Forecasting and Social Change*. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121293>.
19. Szczepaniuk, H., & Szczepaniuk, E. (2022). Applications of Artificial Intelligence Algorithms in the Energy Sector. *Energies*. <https://doi.org/10.3390/en16010347>.
20. Дрогозов П.А., Шиболденков В.А., Харин Н.И. Учет факторов зрелости и экологичности технологий при оценке инвестиционных проектов в нефтегазовой отрасли промышленности // Аудит и финансовый анализ. 2021. №2. С. 78-84
21. Andrei, M., Thollander, P., & Sannö, A. (2022). Knowledge demands for energy management in manufacturing industry - A systematic literature review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112168>.

УДК 004.8; 65.011.56

Искусственный интеллект в промышленности России: нормативные основы и практики внедрения

Чижикова Е.А.¹, Ряховская О.Н.²

¹студент 3-го курса бакалавриата, кафедра «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана, chizhikova@student.bmstu.ru.

²к.э.н., доцент кафедры «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана, ryakhovskaya@bmstu.ru.

Аннотация. В статье рассматриваются направления и перспективы применения технологий искусственного интеллекта (ИИ) на промышленных предприятиях России с опорой на действующую нормативную базу и отраслевые кейсы. Показано, как ИИ решает задачи предиктивного (прогностического) обслуживания, визуального контроля качества, оптимизации технологических режимов и энергопотребления, промышленной безопасности и планирования цепей поставок. Представлены подтвержденные эффекты и организационные требования к внедрению: данные, интеграция с АСУ ТП, компетенции, правовые режимы и безопасность. Сформулирована практическая дорожная карта внедрения для типового предприятия и определены перспективы использования ИИ и цифровых двойников в производстве.

Ключевые слова: искусственный интеллект, предиктивная аналитика, компьютерное зрение, цифровые двойники, производственная безопасность.

Artificial Intelligence in Russian Industry: Regulatory Foundations and Implementation Cases

Elena Chizhikova¹, Olga Ryakhovskaya²

¹Student in Department of Economics and Organization of Production, Bauman Moscow State Technical University, Moscow.

²Candidate of Economic Sciences, associate professor in Department of Economics and Organization of Production, Bauman Moscow State University, Moscow.

Abstract. This paper examines the prospects for the application of artificial intelligence (AI) technologies at industrial enterprises in Russia, based on the current regulatory framework and industry case studies. It demonstrates how AI addresses tasks such as predictive maintenance, visual quality control, optimization of technological processes and energy consumption, industrial safety, and supply chain planning. The paper presents confirmed effects and organizational requirements for implementation, including data, integration with

automated process control systems, skills and competencies, legal regimes, and information security. A practical roadmap for implementation at a typical enterprise is formulated, and the prospects for usage of AI and digital twins in manufacturing are outlined.

Keywords: artificial intelligence, predictive analytics, computer vision, digital twins, industrial safety.

Введение

В последние годы технологии искусственного интеллекта (ИИ) становятся одним из ключевых факторов цифровой трансформации промышленного сектора России. Актуальность темы обусловлена стремительным развитием ИИ-решений, их интеграцией в производственные процессы и необходимостью соответствовать новым требованиям рынка, государства и международных стандартов. Российские промышленные предприятия сталкиваются с вызовами, связанными с внедрением ИИ: необходимостью формирования нормативной базы, развитием институциональных механизмов поддержки, обеспечением безопасности и управлением данными.

Целью настоящей статьи является комплексный анализ нормативных основ, институциональных опор и практик внедрения технологий искусственного интеллекта на промышленных предприятиях России. В рамках исследования поставлены следующие задачи:

- Охарактеризовать действующую нормативно-правовую базу, регулирующую развитие и применение ИИ в промышленности;
- Проанализировать отраслевые кейсы и примеры успешного внедрения ИИ на российских предприятиях;
- Сформулировать практическую дорожную карту внедрения ИИ для типового промышленного предприятия;
- Определить перспективы развития генеративного ИИ и цифровых двойников в производстве.

Нормативно-правовая база в области ИИ

В промышленном секторе России искусственный интеллект уже закреплен как одно из приоритетных направлений развития. Нормативную основу задает Указ Президента РФ № 490, определяющий цели развития ИИ до 2030 года, меры поддержки и ожидаемые эффекты по отраслям [1]. В документе сформулированы общие требования к качеству данных, подготовке кадров, развитию инфраструктуры и обеспечению безопасности; он становится базовой точкой отсчета для исследований и внедрений.

Второй ключевой элемент – закон об экспериментальных правовых режимах (258-ФЗ), позволяющий обкатывать ИИ на действующих объектах с пониженными регуляторными рисками и заранее прописанным распределением ответственности [2]. Для предприятий это возможность оперативно проверять гипотезы без ожидания масштабных изменений отраслевого регулирования. Дополнительный уровень координации создает Постановление Правительства РФ № 861 о Центре развития ИИ при Правительстве (НЦРИИ): здесь

выстраиваются механизмы согласования государственных и отраслевых инициатив, методическая поддержка бизнеса и тиражирование успешных практик [3]. Эмпирика, отраслевые тренды и обзоры кейсов аккумулируются на национальном портале и в материалах НЦРИИ, которые служат удобной статистической и методической опорой для проектов в промышленности.

Направления и отраслевые примеры применения ИИ

Опыт предприятий показывает, что ИИ особенно эффективен там, где концентрируются большие массивы данных, высока стоимость ошибки и процессы имеют повторяемую структуру. Наиболее зрелыми направлениями уже стали несколько классов задач.

Предиктивное обслуживание и повышение надежности. Модели на основе телеметрии, журналов ремонтов и аварийных событий позволяют заблаговременно выявлять признаки деградации оборудования, оценивать остаточный ресурс и формировать рекомендации по ремонту. Результат – снижение внеплановых простоев, рост среднего времени безотказной работы (MTBF) и сокращение затрат на аварийные вмешательства.

Компьютерное зрение и непрерывный контроль качества. Видеопоток с линий производства и модели дефектоскопии в реальном времени фиксируют отклонения по форме, поверхности, геометрии и маркировке. В металлургии такие решения снимают значительную часть ручного контроля, стабилизируют показатель выпуска продукции без дефектов (FPY) и ускоряют анализ первопричин дефектов [4].

Оптимизация технологических режимов и энергоэффективности. Алгоритмы подбора уставок и цифровые двойники повышают конверсию сырья, снижают энергопотребление и обеспечивают удержание качества продукции в нужных допусках. В нефтехимии подобные решения, работающие в связке с предиктивом, дают двузначное сокращение затрат на энергию и сырье на ресурсозатратных участках

Охрана труда, промышленная безопасность и окружающая среда (HSE). Системы компьютерного зрения отслеживают использование средств индивидуальной защиты, нахождение людей в опасных зонах и соблюдение процедур, автоматически выделяя нарушения на видеопотоке и позволяя службам охраны труда действовать точно.

Планирование, логистика и снабжение. Прогноз спроса, оптимизация партий и маршрутов, балансировка складов помогают снижать объем оборотного капитала и ускорять оборачиваемость. Корпоративные ассистенты и голосовые интерфейсы ускоряют документооборот и согласования, уменьшая задержки из-за бумажных процедур.

Потенциал промышленных ИИ-решений наглядно раскрывается в отраслевых примерах. В металлургии Северсталь демонстрирует встраивание систем компьютерного зрения и аналитики первопричин непосредственно в технологические цепочки с высокой стоимостью брака. Публичные материалы [4] описывают задачи поиска поверхностных и внутренних дефектов, проверки геометрии и маркировки, а также интеграцию с автоматизированной системой управления технологическим процессом (АСУ ТП) и системой управления производственными процессами (MES), что обеспечивает обратную связь

операторам и фиксируемый вклад в показатели качества и снижение доли ручных проверок.

Сходный подход реализован в НЛМК (ВИЗ-Сталь), где решения компьютерного зрения работают на участках финального контроля качества. Описаны принципы организации инфраструктуры данных и разметки, измерения точности обнаружения дефектов и перехода от пилота к стабильной эксплуатации в цехе [5]. В нефтехимии СИБУР выстраивает связку из предиктива, оптимизации режимов и цифровых ассистентов, отбирая кейсы по экономическому эффекту и строя сквозной поток данных для масштабируемых внедрений [6].

В госкорпорации Росатом владение компетенциями в области ИИ рассматривается как стратегическое конкурентное преимущество. Публикации [7] демонстрируют примеры применения ИИ в тяжелой промышленности и подчеркивают важность технологического суверенитета, критичного для непрерывных производств. Сводные обзоры НЦРИИ позволяют видеть отраслевую картину целиком: какие вертикали опережают, какие эффекты подтверждены и где сохраняются узкие места, служа фактической базой для обсуждения зрелости рынка.

Сбер в экосистеме ИИ выступает одновременно технологическим поставщиком, интегратором и организатором конференции AI Journey. Для промышленности важны не столько отдельные продукты, сколько типовые сценарии, которые они закрывают. В материалах Sber Developer [8,9] структурированы основные производственные кейсы: предиктивное обслуживание, контроль качества, оптимизация режимов, безопасность; приведены примерные архитектуры, стеки и чек-листы, которые предприятия могут использовать как методическую основу для собственных проектов.

Витрина кейсов показывает, как корпоративные ассистенты, GigaChat и смежные сервисы поддерживают сложные процессы – от диспетчеризации и отчетности до голосовой помощи мастеру смены. Для многих компаний это удобный вход в ИИ с понятной экономикой, особенно на ранних этапах, когда массивов данных для сложных моделей еще недостаточно. AI Journey формирует архив докладов с описаниями архитектур и метрик внедрений; индустриальные треки по предиктивной аналитике, цифровым двойникам, компьютерному зрению и генеративному ИИ в инженерии выступают открытым эталоном актуальных практик [10]. Отдельный интерес представляют кейсы, где большие языковые модели (LLM) используются в исследованиях и разработках (R&D): СИБУР сообщил о применении GigaChat для моделирования свойств полимеров и ускорения исследований [11], что можно рассматривать как один из первых примеров инженерного использования LLM в российской индустрии.

Перспективы и технология внедрения ИИ

Ценность проектов ИИ в промышленности подтверждается через систему количественных метрик. Обычно выделяют четыре ключевые группы.

Надежность и доступность оборудования. Оцениваются среднее время безотказной работы (MTBF) и среднее время восстановления системы после

сбоя (MTTR), доля внеплановых простоев, предсказуемость ремонтов и коэффициент готовности оборудования. Предиктивное обслуживание стабильно снижает число аварийных остановов и расширяет зону планового покрытия, что фиксируется в отраслевых кейсах и практиках диагностических систем.

Качество и выпуск годной продукции. Сюда относятся процент готовой продукции без дефектов (FPY), доля брака, скорость анализа первопричин и частота перенастроек. В металлургии и прокате компьютерное зрение повышает точность обнаружения дефектов и снижает нагрузку на службы контроля качества.

Ресурсо- и энергоемкость. Анализируются удельные расходы сырья и энергии, устойчивость параметров и потери на переходных режимах. Оптимизация уставок и «умные» ПИД-контуры (системы автоматического управления с обратной связью) дают экономию в несколько процентов на энергоемких участках, что при масштабах потребления формирует существенный суммарный эффект.

Операционная эффективность процессов. Рассматриваются длительность производственного цикла, оборачиваемость запасов, точность планов и скорость документооборота. Ассистенты и голосовые интерфейсы сокращают бумажные задержки, а алгоритмы планирования уменьшают долю нереализуемых планов и частоту оперативных корректировок.

Эффект имеет смысл считать и по отдельным участкам, и по предприятию в целом, фиксируя базовую линию и влияющие факторы. В научных работах полезно приводить компактные примеры «до/после» с кратким описанием датасета (структурированный массив данных) и метода валидации, что повышает доверие к результатам.

Практика показывает, что основная часть проблем при внедрении ИИ связана с данными и интеграцией, а не с самими моделями. Для промышленных объектов критичны протяженные временные ряды с корректной синхронизацией по времени и состояниям оборудования, их увязка с журналами ремонтов, событиями SCADA/MES (системы сбора данных и управления производством) и показателями качества. Требуются прозрачная трассировка данных, очистка выбросов, управление версиями датасетов и отдельный экспериментальный контур для быстрых проверок гипотез.

В задачах компьютерного зрения существенную роль играют регламенты съемки и разметки, контроль согласованности между разметчиками. Опыт металлургии и нефтехимии показывает, что без этого сложно обеспечить надежный контроль качества и устойчивый предиктив. С архитектурной стороны важны интеграционные мосты к АСУ ТП, MES/ERP и системам ППР, а также наблюдаемость моделей: мониторинг дрейфа измерений, деградации метрик, система оповещений и безопасный откат версий. В этих вопросах предприятия опираются на типовые схемы и методички Сбера по выбору данных и технологий, управлению жизненным циклом моделей [8,9].

При промышленном применении ИИ выделяют несколько групп рисков. Технические риски связаны с безопасностью взаимодействия с АСУ ТП, корректностью реакций при ошибках и задержках, киберустойчивостью. Риски данных касаются защиты технологической информации и коммерческой тайны,

режимов обезличивания и разграничения доступа. Правовые риски затрагивают распределение ответственности за решения, поддержанные моделью, и формализацию границ ее применения; часть вопросов закрывается за счет экспериментальных правовых режимов и отраслевых регламентов, остальное опирается на зрелые практики машинного обучения (MLOps) и инженерную дисциплину. Для генеративных моделей дополнительно критичны управляемость, фильтрация контента, журналирование диалогов, проверка фактов и привязка к корпоративным базам знаний, что уже отрабатывается в проектах корпоративных ассистентов.

В горизонте ближайших двух–трех лет ожидается переход от разрозненных пилотов к сквозным решениям на уровне участков и цехов. Технологически это объединение предиктива, оптимизации режимов, цифровых двойников и визуального контроля в единый контур, где цели по качеству и ресурсоемкости достигаются автоматически при участии оператора. Организационно это переобучение персонала и появление новых ролей – технолог-аналитик, инженер данных участка, аналитик HSE. Генеративный ИИ будет глубже входить в инженерные и исследовательские процессы – от подсказок мастеру до ускоренного проектирования, что уже демонстрируют кейсы с GigaChat в нефтехимии [11]. AI Journey остается площадкой формирования отраслевых стандартов и обновления бенчмарков.

Практическая дорожная карта для типового предприятия обычно включает несколько шагов.

Выбор 3–5 задач с быстрой окупаемостью: предиктив на узких местах, журналирование на критических точках контроля, оптимизация энергоемких участков.

Аудит данных и интеграций: оценка полноты и качества данных, синхронизации и разметки, проверка безопасного доступа, планирование «тонких» интеграций без кардинальной перестройки АСУ ТП.

Пилот в ограниченном контуре: четкие метрики успеха, горизонт 8–16 недель, формализация условий и снижение регуляторных рисков.

Построение моделей машинного обучения (MLOps) и эксплуатация: мониторинг, контроль дрейфа измерений, переобучение, А/В-сравнение, журналирование решений и инцидентов.

Масштабирование и развитие компетенций: тиражирование успешных решений, обучение инженеров и мастеров работе с данными и моделями, формирование внутреннего центра компетенций.

Заключение

Развитие ИИ в российской промышленности уже вышло за рамки единичных экспериментов и перешло к системным внедрениям. Нормативная база обеспечивает легальный и безопасный контур для пилотов, накопленные кейсы подтверждают экономический эффект, а экосистема вокруг Сбера и AI Journey регулярно пополняется методическими материалами и практическими примерами. Следующий этап – связать локальные ИИ-решения в единую производственную «нервную систему», где цифровые двойники, предиктив и ассистенты работают согласованно. Предприятия, которые уже сейчас

инвестируют в данные, интеграции и компетенции, формируют устойчивое конкурентное преимущество на ближайшие годы.

Литература

1. Российская Федерация. Президент. Указ от 10.10.2019 № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. Официальный интернет-портал правовой информации. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_335184/ (дата обращения: 24.10.2025).
2. Российская Федерация. Федеральный закон от 31.07.2020 № 258-ФЗ «Об экспериментальных правовых режимах в сфере цифровых и технологических инноваций в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. Официальный интернет-портал правовой информации. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_358738/ (дата обращения: 24.10.2025).
3. Российская Федерация. Правительство. Постановление от 09.06.2025 № 861 «О Центре развития искусственного интеллекта при Правительстве Российской Федерации» [Электронный ресурс]. Официальный сайт Правительства РФ. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202506090057> (раздел Документы) (дата обращения: 24.10.2025).
4. Severstal Digital. «Компьютерное зрение в металлургии: задачи, архитектура, эффекты» [Электронный ресурс]. URL: <https://it.severstal.com/severstal-digital/computer-vision/> (дата обращения: 24.10.2025).
5. НЛМК (ВИЗ-Сталь). «Повышение контроля качества продукции с помощью искусственного интеллекта: система компьютерного зрения на линии» [Электронный ресурс]. URL: <https://viz-steel.nlmk.com/ru/media-center/press-releases/viz-stal-povyshaet-kontrol-kachestva-produktsii-s-pomoshchyu-iskusstvennogo-intellekta/> (дата обращения: 24.10.2025).
6. Что уже умеет искусственный интеллект в нефтехимии [Электронный ресурс]. URL: https://up-pro.ru/library/information_systems/automation_management/iskusstvennyj-intellekt-v-neftehimii/ (дата обращения: 24.10.2025).
7. Росатом. Интервью «Владение AI-технологиями наше конкурентное преимущество» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rosatom.ru/journalist/interview/evgeniy-garanin-rosatom-vladenie-ai-tehnologiyami-nashe-konkurentnoe-preimushchestvo/> (дата обращения: 24.10.2025).
8. Sber Developer. «Что решает ИИ в промышленности: ключевые задачи и примеры» [Электронный ресурс]. 21.08.2025. URL: <https://developers.sber.ru/help/gigachat-api/ai-in-industry> (дата обращения: 24.10.2025).
9. Sber Developer. «ИИ для бизнеса: от чат-бота к голосовому ассистенту» [Электронный ресурс]. 25.09.2025. URL: <https://developers.sber.ru/help/gigachat-api/ai-assistant-for-business> (дата обращения: 24.10.2025).
10. AI Journey. Официальный видеоканал. Архив записей конференции [Электронный ресурс]. URL: <https://www.youtube.com/@aijourney2228/videos> (дата обращения: 24.10.2025).
11. СИБУР. «СИБУР внедряет в свои процессы нейросетевую модель GigaChat» [Электронный ресурс]. 22.05.2024. URL: <https://www.sibur.ru/ru/press-center/news-and-press/cibur-vnedryaet-v-svoi-protsessy-neyrosetevuyu-model-gigachat/> (дата обращения: 24.10.2025).

УДК 65.012.326, JEL Classification: A10, B40

Об адаптации проектного управления в ракетно-космической отрасли

Чугунов В.С.¹, Ожогин Г.А.²

¹ к.т.н., доцент кафедры «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана, Чугунов В. С. ibm2-chugunov@mail.ru;

²студент кафедры «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана, ozhogin.0215@mail.ru.

***Аннотация.** Описаны особенности создания продукта в ракетно-космической отрасли. Выявлены проблемы управления ОКР в ракетно-космической отрасли. Предложено внедрение проектного управления в отрасли. Предложены мероприятия по адаптации проектного управления к нуждам отрасли*

***Ключевые слова:** предприятие, РКО, проектное управление, ОКР.*

On the implementation of project management in the rocket and space industry

Chugunov V.S.¹, Ozhogin G.A.²

¹Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Economics and Production Management, Bauman University, Moscow.

²student of the Department of Economics and Organization of Production Management, Bauman University, Moscow.

***Abstract.** The features of product creation in the rocket and space industry are described. The problems of ROC management in the rocket and space industry are revealed. The implementation of project management in the industry is proposed. Measures are proposed to adapt project management to the needs of the industry.*

***Keywords:** enterprise, RKO, project management, ROC.*

Список используемых сокращений

КРК — космический ракетный комплекс.

НТП — научно-технический прогресс.

РКО — ракетно-космическая отрасль.

ОКР — опытно-конструкторские работы.

СК — стартовый комплекс.

Введение

РКО является передовой отраслью промышленности с точки зрения внедрения инноваций и вклада в развитие НТП. Однако отрасль сталкивается с кризисом механизмов управления. Механизмы управления в РКО были внедрены в период плановой экономики и утратили свою актуальность. Для сохранения ведущих позиций отрасли необходимо внедрять в первую очередь управленческие инновации. В РКО постоянно внедряются технологические и продуктовые инновации. А последняя крупная управленческая инновация в отрасли заключалась в повсеместном внедрении СМК. В наше время активно внедряются цифровые управленческие системы и проектный подход. Проектный подход к управлению внедрён далеко не во всех предприятиях отрасли. Нераспространённость проектного подхода в отрасли обусловлена, с одной стороны, инерцией мышления руководства компаний в РКО, с другой тем, что классическое проектное управление не подходит для реализации ОКР в отрасли. Целью статьи ставится предложение мероприятий для адаптации классической проектной управленческой структуры под потребности предприятий РКО.

Создание продукта в ракетно-космической отрасли

Перед тем как предлагать мероприятия по адаптации проектного управления к предприятиям РКО, необходимо рассмотреть особенности создания продукта в отрасли. Продуктом РКО является космический комплекс и его составные части (например, КРК «Ангара»). Как видно из рисунка (Рис.1), КРК состоит из комплексов более низкого уровня (СК «Ангара»). Комплексы, составляющие КРК, в свою очередь состоят из систем и агрегатов. Согласно отраслевым нормативным документам, деньги выделяют на создание отдельных комплексов, а не на создание КРК. ГК «Роскосмос» заключает с исполнителями договоры на создание комплексов нижнего порядка. Исполнители же, в рамках ОКР, часть работ по созданию комплекса выполняют самостоятельно, а часть отдают соисполнителям. С более подробной декомпозицией КРК можно ознакомиться в других работах [1].

Исполнителями в РКО выступают крупные КБ, насчитывающие несколько тысяч сотрудников и несколько площадок («КРК «Энергия», «ЦЭНКИ»). В силу того, что ОКР по созданию комплекса отличаются своей сложностью и большим объёмом выполняемых работ, ОКР выполняется в течение длительного времени (5-10 лет).

При создании РКТ компании сталкиваются со следующими особенностями:

- компания ведёт одновременно несколько ОРК на создание комплекса;
- комплексы, созданные в рамках ОКР компании, должны быть связаны в КРК;
- длительные сроки создания комплекса приводят к постоянному пересмотру требований к продукту в течение всего срока создания (высокая неопределённость).

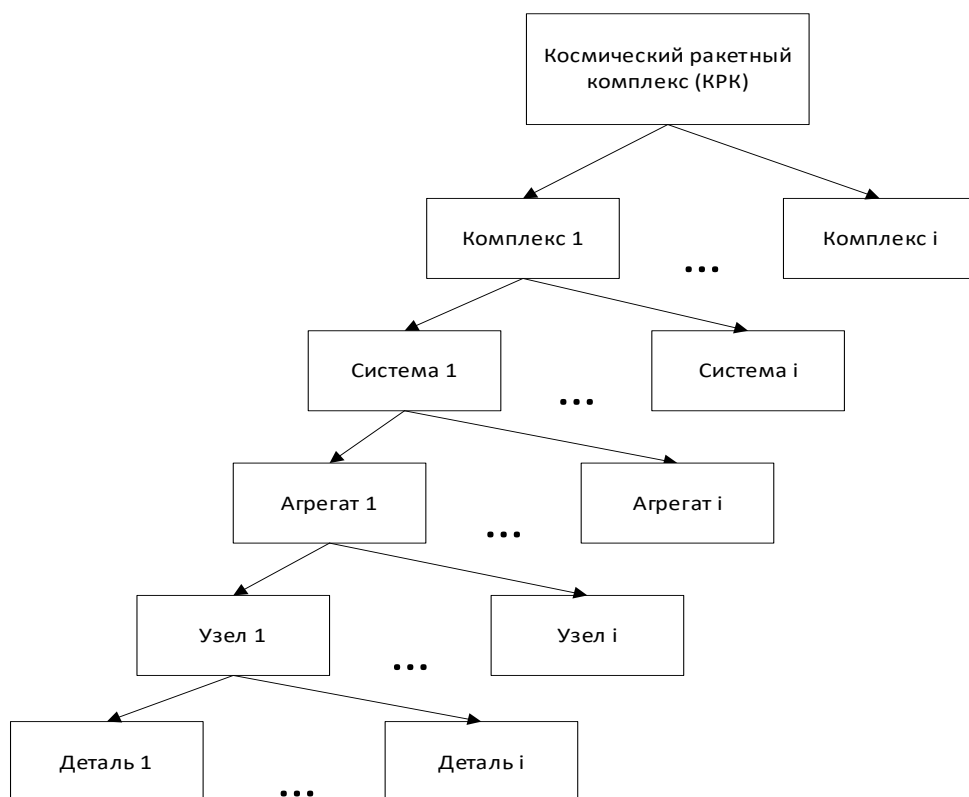


Рис. 1. Схема иерархии номенклатуры РКО

Как показывает практика, наиболее подходящий тип управления для работы с учётом вышеописанных особенностей — проектное управление. ОКР отвечает всем признакам проекта, по этой причине видится целесообразным использовать проектный подход при проведении ОКР. Тем более, что в нормативной документации по выполнению ОКР в РКО (РК-11-ТК) содержится положения идентичные положениям ГОСТ Р 54869-2011 [2], или серии ГОСТ Р ИСО 21500 [3] (полномочия и ответственность главного конструктора идентичны полномочиям и ответственности руководителя проекта). Однако ставить знак равенства между ОКР по созданию комплекса в РКО и классическим проектом, выполняемым по ГОСТ Р 54869-2011 «Проектный менеджмент. Требования к управлению проектом» [2], или серии ГОСТ Р ИСО 21500 «Управление проектами, программами и портфелями проектов» [3] не корректно.

Применение классического подхода к проектному управлению в рамках ОКР по созданию комплекса, описанного в ГОСТ Р 54869-2011 [2], затруднительно. А работы, призванные повысить эффективность реализации проектов по созданию РКТ [4], посвящаются адаптации к отрасли отдельных работ в рамках проекта. По этой причине предлагается модернизировать подход, описанный в ГОСТ Р 54869-2011 [1], для применения его в процессе выполнения ОКР на создание комплекса.

Предлагаемая структура проектного управления

На рисунке (Рис. 2) приводится пример организационной структуры исполнителя ОКР. Как видно из рисунка (Рис.2), исполнителем ОКР являются крупные компании, имеющие 5 и более уровней управления. При этом компания является исполнителем и соисполнителем по нескольким ОКР. По этой причине целесообразно скорректировать организационную структуру проекта, представленную в ГОСТ Р 54869-2011 [2], для её большего соответствия организационной структуре исполнителей по ОКР.

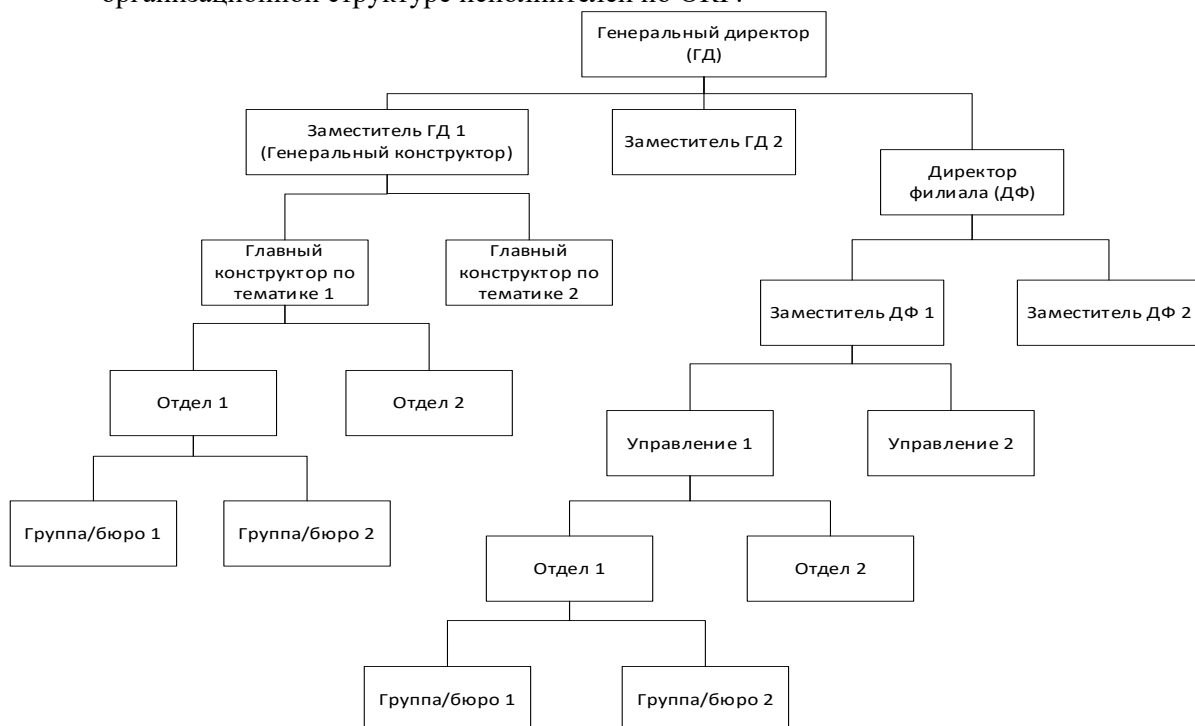


Рис. 2. Пример организационной структуры компании-исполнителя ОКР

Исполнителем по ОКР может являться как головная компания, так и филиал. При этом филиалы компании могут выступать в роли соисполнителей по ОКР. Таким образом работа в рамках выполнения ОКР либо частично, либо полностью выполняться в филиале компании за деятельность которого отвечает директор филиала.

Причины снижения эффективности проектного управления в РКП представлены далее.

1. Головными исполнителями по ОКР являются крупные бюрократические организации, выстроенные по принципу линейного управления.
2. Большой объём работ по проекту и сложность создаваемого продукта требуют привлечение в команду проекта большого числа специалистов. Это приводит к снижению уровня управляемости команды проекта.
3. Организации отрасли выполняют несколько проектов одновременно. А большая важность работ по ОКР требует от руководства компании-

исполнителя большой погруженности в проект. Однако, классическая проектная структура не предусматривает вовлеченности руководства компании в проектную деятельность.

Для повышения эффективности проектного управления в РКП видится необходимым доработать организационную структуру управления проектами под нужды отрасли. Новая организационная структура управления проектами должна позволить:

- гармонично взаимодействовать с линейной управленческой структурой компании;
- обеспечить приемлемый уровень управляемости;
- руководству компании регулярно отслеживать состояние работ по нескольким проектам.

Для удовлетворения этих требований предлагается структура проектного управления, состоящая из двух иерархических уровней.

1. Первый уровень – организация исполнения контрактов (договоров) по выполнению ОКР (Управление ОКР).
2. Второй уровень – организация и выполнение работ в рамках одного контракта на выполнение ОКР (Управление проектом).

Схема предлагаемой организационной структуры компании РКО с элементами проектного управления представлена на рисунке (Рис.3). Пунктирной линией обозначены элементы проектного управления, интегрированные в организационную структуру компании.

1. Организуют выполнение ОКР управленцы верхнего уровня.
 - 1.1. Администратор проекта контролирует реализацию всех проектов компании и координацию их исполнения. Как видно из Рисунка 3, администратором проекта назначается генеральный конструктор компании или его заместитель. Он несёт ответственность за выполнение всех ОКР компании.
 - 1.2. Куратором проекта назначается директор филиала. Он отвечает за обеспечение проекта финансовыми и трудовыми ресурсами. Куратор проекта является подписантом договора на выполнение ОКР с заказчиком и несёт полную ответственность за реализацию ОКР.
 - 1.3. Проектный офис — штатное подразделение при администраторе проекта. Проектный офис состоит из заместителей генерального директора компании, которые отвечают за реализацию проекта в части себя касающейся. Также в состав проектного офиса входят специалисты комплексного отдела, которые отвечают за интеграцию выполнения всех ОКР входящих в проектируемую часть РКР.
2. Реализуют проект руководители среднего звена и рядовые сотрудники компании.
 - 2.1. Руководителем проекта назначается главный конструктор по созданию РКТ (конкретного вида РКТ), отвечающий за организацию работ по проекту, оперативное управление проектом, и результат проекта.
 - 2.2. Команда управления проектом состоит из руководителей конструкторских, технологических, метрологических подразделений компании или филиала, представителей (например, начальник

группы) экономической, юридической, финансовой и прочих служб, участвующих в обеспечении работ по проекту. Команда управления проектом выполняет штабные функции при руководителе проекта.

- 2.3. Команда проекта состоит из линейных сотрудников конструкторских, технологических, метрологического, юридического, финансового, экономического и т.д. подразделений, которые привлечены к выполнению работ по проекту.

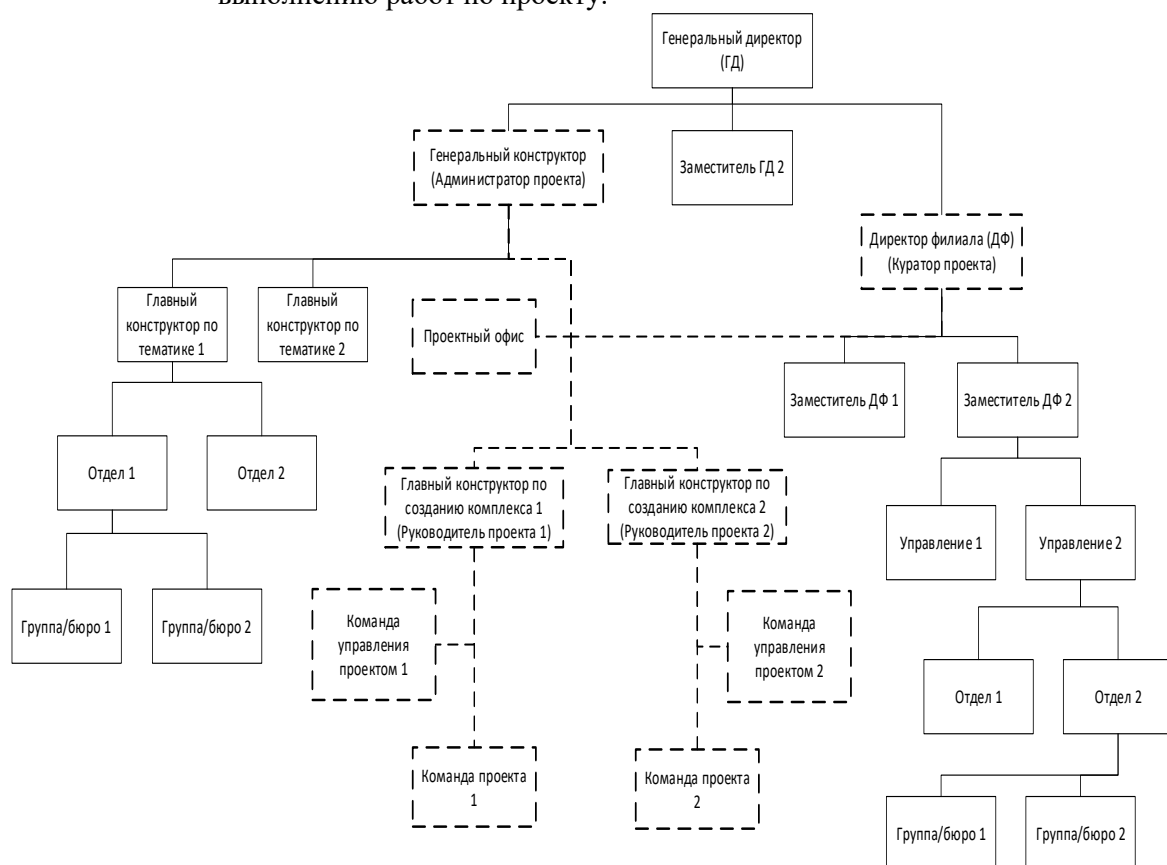


Рис. 3. Схема предлагаемой организационной структуры компании РКО с элементами проектного управления

Внедрение промежуточного управленческого звена в виде команды управления проектом позволяет избежать двойного подчинения и повысить управляемость проектом.

Избегание двойного подчинения происходит за счёт того, что команда управления проектом состоит из руководителей рядовых сотрудников, включённых в команду проекта. Таким образом сохраняется линейная подчинённость рядовых сотрудников из команды проекта их руководителям из команды управления проектом.

Повышение управляемости проектом достигается тем, что в команду управления проектом входят руководители разного уровня управленческой иерархии. Предложенная структура управления проектом (второй уровень)

имеет всего три управленческих уровня: руководитель проекта, команда управления проектом, команда проекта.

Внедрение проектного офиса повышает информированность верхнего менеджмента компании о ходе реализации проектов компании.

Вывод

Двойное подчинение и частая смена требований к проектируемой системе приводят к снижению управляемости ОКР на предприятиях РКО.

Введение промежуточного управленческого звена в виде команды управления проектом и проектного офиса, позволит за счёт выстраивания управленческой иерархии внутри проекта повысить управляемость проекта и избежать двойного подчинения.

Выделение роли администратора проектов и внедрение проектного офиса позволяет руководству компании регулярно отслеживать состояние работ по всем проектам компании.

Литература

1. Волков В.А., Баев Г.О., Орлов А.И., Фалько С.Г. Требования и оценка реализуемости проектов создания изделий ракетно-космической техники // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ), №99(05), 2014, С. 939-958
2. ГОСТ Р 54869-2011. Национальный стандарт Российской Федерации. Проектный менеджмент. Требования к управлению проектом М.: Стандартинформ, 2019 // <http://www.consultant.ru>
3. ГОСТ Р ИСО 21500 — 2023 Управление проектами, программами и портфелями проектов. Контекст и основные понятия. М: Российский институт стандартизации 2023 // <http://www.consultant.ru>
Цисарский А.Д. Повышение эффективности реализации проектов по созданию перспективных образцов ракетно-космической техники на основе концепции Requirements Engineering // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2013. С. 25-29. Электронная версия URL: <https://cyberleninka.ru> (20.10.2025)

УДК 658, JEL Classification: E23 O32

Технологические инновации как фактор трансформации производственной системы предприятия

Яценко Р.Д.¹, Щелокова А.Н.²

¹ассистент кафедры «Промышленная логистика» МГТУ им. Н.Э. Баумана, yatsenko@bmstu.ru;

²магистрант кафедры «Промышленная логистика» МГТУ им. Н.Э. Баумана, shchelokovaa@mail.ru.

***Аннотация.** Представлен анализ особенностей, свойств, принципов проектирования и трансформации производственных систем; доказано, что технологические инновации являются ключевым фактором трансформации производственной системы; приведены примеры реализации технологических инноваций в различных отраслях.*

***Ключевые слова:** производственная система, предприятие, технологии, инновации, проектирование, развитие, трансформация.*

Technological innovation as a factor in the transformation of Industrial Enterprise Systems

Roman Yatsenko¹, Alina Shchelokova²

¹Assistant of department «Industrial logistics», Bauman University, Moscow.

²Student of department «Industrial logistics», Bauman University, Moscow.

***Abstract.** This article presents an analysis of the features, properties, and design principles of production systems and their transformation. It demonstrates that technological innovations are the key driver of production system transformation, supported by implementation examples from various industries.*

***Keywords:** Production system, enterprise, technology, innovation, design, development, transformation.*

Введение

В условиях внешних вызовов и стремительных изменений внешней среды реализация стратегических и оперативных задач предприятий требует систематической оценки состояния производственной системы, обеспечения ее надежности, гибкости и адаптивности. Устойчивость производственной системы не отрицает ее развития, совершенствования и трансформации под влиянием внутренних и внешних факторов. Управление трансформацией

производственной системы предполагает определение причин, ключевых факторов и разработки мер координирующего характера.

Производственная система: особенности, свойства, принципы проектирования и трансформации

Понятие производственной системы не имеет универсального определения в научной литературе, что отражает многогранность этого явления. Предлагаются различные трактовки на основе функционального или ресурсного подходов. Одни авторы рассматривают производственную систему, прежде всего, как сложный организационно-экономический механизм, созданный для выпуска промышленной продукции и иных материальных благ, подчеркивая ее структурную упорядоченность и открытость для взаимодействия с внешней средой. Другие делают акцент на ее социальной составляющей, определяя производственную систему как систему, которая обеспечивает эффективное взаимодействие между техникой, технологиями и персоналом для удовлетворения ключевых потребностей общества [7,11-12].

Наиболее точно и содержательно характеристика производственной системы представлена в работах [9,10]. Производственную систему предлагается рассматривать как разновидность социотехнических систем, которая объединяет информационно связанные элементы, обеспечивающие трансформацию ресурсных потоков в факторы производства для создания продуктов и услуг, направленных на удовлетворение потребностей человека и общества.

Производственные системы являются сложными системами и отличаются целенаправленностью, полиструктурностью и открытостью по отношению ко внешним субъектам. Общими свойствами для всех производственных систем считаются их результативность, надежность функционирования и управляемость [1,9,10].

Формирование производственной системы происходит на ранних стадиях жизненного цикла и является ключевым фактором технологического обеспечения производства. Реорганизация или трансформация производственной системы нередко представляет собой процесс проектирования инновационной производственной системы, отличающейся от традиционной, не столько структурными изменениями, сколько появлением новых свойств и связей между элементами и подсистемами. Причинами трансформации могут быть технологическая модернизация, качественное изменение ресурсной составляющей, производственные и организационные инновации, совершенствование организационно-управленческого механизма. Именно поэтому следует различать принципы проектирования и принципы трансформации (развития и преобразования) производственной системы.

При построении (проектировании) производственной системы важно учитывать следующие базовые положения [1,9]:

- внутренняя согласованность и сбалансированность элементов производственной системы и связей между ними при общей направленности на достижение целей предприятия;

- соответствие принципов функционирования производственной системы внешним факторам и условиям;
- проявление активности при внешних воздействиях и пассивности при отсутствии подобного рода влияния;
- динамическое равновесие внутренних элементов и подсистем, проявляющееся в непрерывном изменении их качественных характеристик;
- приоритет упрощения проектирования производственной системы и экономичности ее функционирования.

Развитие и трансформация производственной системы предполагают ее качественную реорганизацию, что обеспечивается выходом за пределы инерционности, стабильности и устойчивости под влиянием динамичных изменений внешней среды. Выход из состояния равновесия не требует кардинальной перестройки производственной системы за счет ее гибкости и адаптируемости к внешним воздействиям и инновационным требованиям. Гибкость поддерживается, прежде всего, через непрерывное развитие и совершенствование производственной системы в соответствии с целями самого предприятия.

Структура производственной системы. Приоритетность технологической составляющей

Каждая производственная система характеризуется структурированностью и целостностью. Не представляется возможным фокусироваться на единственно верном методе или подходе к структурированию производственной системы. Анализ взаимного пересечения технологической, организационно-технологической, производственно-технической подсистемы, а также подсистемы управления, как правило, применяется для функциональной характеристики производственной системы и может быть отправной точкой для принятия организационно-управленческих решений. Синтез всех видов ресурсов с методами управления, нормативно-методическим и информационным обеспечением производства необходим для анализа ресурсных возможностей и производственных мощностей производственной системы [7].

Основные элементы производственной системы в виде материальных ресурсов, техники и технологий, персонала, организации и управления представляют упрощенную структуру производственной системы и используются для более детального анализа производственных, организационных и управленческих аспектов деятельности предприятия [11].

Для анализа проблем организации производства ориентируются на следующие производственные подсистемы: основные (заготовительные, обрабатывающие, сборочные); вспомогательные (ремонтные, инструментальные); обслуживающие (транспортные, складские); обеспечения вспомогательными материалами, удаления технологических отходов, управления [10].

Каждый из перечисленных элементов и подсистем производственной системы в отдельности не обладает свойствами всей системы. Их ценность и

потенциал раскрываются при взаимодействии и взаимном влиянии друг на друга.

Для практической реализации указанного взаимодействия необходим интегрирующий элемент. Таким элементом выступает технологическая составляющая [6,7]. Технологии определяют конкретный способ преобразования входных ресурсов в готовую продукцию, задавая:

- последовательность и суть операций, выполняемых над предметами труда;
- требования к квалификации и компетенциям персонала и организацию его работы;
- выбор и режимы использования технических ресурсов и оборудования;
- нормы расхода материалов и энергии, формируя тем самым экономические параметры производства.

В современных условиях наблюдается качественное изменение роли технологического фактора. Из инструмента, оптимизирующего отдельные операции, технология превращается в системообразующий фактор, определяющий архитектуру и принципы функционирования производственной системы в целом. Комплексное внедрение новых технологических решений обеспечивает переход к более гибким и адаптивным производственным моделям, способным к освоению выпуска продуктов с высокой добавленной стоимостью [1,4,8,9].

Технология выступает ключевым ресурсом, детерминирующим характер взаимодействия всех элементов производственной системы и ее эффективность. Влияние технологии проявляется в формировании новых производственных контуров. Современные технологические решения позволяют осуществлять сквозную интеграцию процессов — от подготовки сырья до выпуска конечного продукта, — что приобретает критическое значение при реализации комплексных проектов, совмещающих масштабирование основного производства с запуском инновационных продуктовых линеек.

Таким образом, реализация инновационных высокотехнологичных стратегически значимых проектов требует гибкости и адаптации производственной системы, а в некоторых случаях ее реорганизации и трансформации. Ключевым фактором проектирования новых и совершенствования существующих производственных систем становятся технологии. Их качественное изменение и повышение уровня сложности определяют новые требования к другим подсистемам, что в общем виде влияет на потенциал и инновационные возможности производственной системы, ее надежность и устойчивость.

Примеры реализации технологических инноваций

Для ракетно-космической отрасли одной из актуальных проблем сегодня является переход к серийному выпуску спутников для малых и средних орбит с новыми технико-экономическими параметрами и эксплуатационными характеристиками. Цикл проектирования и производства малоразмерных спутников существенно короче, а стоимость запуска — ниже, что дает возможность синхронизировать гибкость и уникальность с унификацией и

стандартизацией конструкторско-технологических решений. На первый план выходит проблема технического перевооружения и модернизации производства, усиленной цифровизации производственных процессов, обеспечения организационной, информационной и технической совместимости работ в рамках технологической подготовки производства с учетом устранения дублирующих технологических переделов [8,12].

Качественные изменения технологической составляющей производственной системы предприятий ракетно-космической отрасли транслируются на эволюционные и радикальные преобразования иных подсистем. В частности, остро стоит проблема подготовки новых кадров для отрасли, пересмотр траекторий формирования и развития профессиональных компетенций [12]. Обновление мотивационных инструментов должно привлекать и удерживать молодых специалистов. Кроме этого ряд проблем организационно-управленческого характера (например, система кооперации предприятий отрасли) меняют не только модели и механизмы отраслевого регулирования функционирования производственной системы, но и саму отраслевую структуру и организационно-технический механизм производственной системы.

Другой пример комплексной трансформации производственной системы под влиянием технологических вызовов – ситуация, которая сложилась в металлургической компании ПАО «НЛМК» (Новолипецкий металлургический комбинат). Это предприятие с полным металлургическим циклом: от производства сырья для выплавки чугуна и стали до конечной продукции – плоского металлопроката с высокой добавленной стоимостью. Высококачественная металлопродукция НЛМК применяется в различных стратегически важных отраслях экономики.

В рамках стратегии технологического развития и технологического лидерства компания инициировала масштабный инвестиционный проект, предусматривающий расширение существующих мощностей, создание нового высокотехнологичного передела по производству инновационной продукции, спрос на которую будет увеличиваться в ближайшие несколько лет. Организация новых производств по обогащению и окомкованию, а также организация производства инновационной продукции в виде металлизированных окатышей (прямого восстановления) продиктована внешними факторами. Потенциал производства металлизированных окатышей позволит компании не только удовлетворять собственные нужды, но и выходить на перспективный растущий рынок как внутренний, так и международный, в частности на рынок Китая.

Уникальность проекта определяется совокупностью ключевых параметров, включая планируемые объемы выпуска, применение технологии прямого восстановления железа, а также использование нового высокоэффективного оборудования в дополнение к существующим мощностям.

Ключевой задачей выступает технологическая интеграция, связанная с необходимостью объединения разных технологических процессов в едином производственном цикле, обеспечения совместимости оборудования различных технологических поколений и создания единой системы управления технологическими процессами.

Одновременно возникает проблема организационно-управленческой адаптации, выражающаяся в потребности трансформации системы операционного планирования, внедрения сквозных механизмов контроллинга и реинжиниринга бизнес-процессов в условиях внедрения принципиально новых технологических решений [2,3,5].

Традиционным вызовом для многих отраслей является развитие кадрового потенциала, поскольку требуется формирование компетенций в области управления гибридными технологическими системами, обеспечение кросс-функционального взаимодействия специалистов и создание системы непрерывного технологического обучения персонала. Данные проблемы носят системный характер и требуют комплексного подхода к реорганизации производственной системы предприятия, что определяет актуальность разработки методического аппарата для управления подобными трансформациями.

Вывод

Современная производственная система представляет собой сложную социотехническую систему, в которой все составляющие подсистемы и элементы находятся в определенной взаимосвязи и взаимозависимости. Развитие и функционирование производственной системы предполагает не только ее гибкость и адаптивность к внешним воздействиям, но и трансформацию в условиях инновационной активности. Для производственной системы предприятия независимо от отраслевой принадлежности ключевым фактором трансформации являются технологические инновации, влекущие за собой преобразования и иных подсистем. Управление и координация реорганизацией производственной системы требует разработки соответствующих организационно-управленческих механизмов.

Литература

1. Агаларов З.С. Принципы проектирования и развития производственных систем предприятия в условиях диверсификации производства // Инновации в менеджменте. 2022. № 1 (31). С. 18-25.
2. Алексеева А.Н., Гаврилюк Е.С. Анализ проблем развития металлургических предприятий в условиях вызовов и рисков внешней среды // Вестник Академии знаний. 2024. №4 (63). С. 38-42.
3. Громова Е.А. Цифровая трансформация металлургической отрасли: состояние и перспективы // Вестник Академии знаний. 2024. №6 (65). С.292-295.
4. Жаров В.С. Система показателей оценки эффективности стратегий инновационно-технологического развития предприятий, отраслей, регионов // Россия: тенденции и перспективы развития. Ежегодник. Москва, 2017. С. 395-398.
5. Костриков Д.Ю. Инновационная деятельность металлургических предприятий в динамически изменяющейся среде // Известия ВУЗов. Серия: Экономика, Финансы и Управление производством. 2022. №2 (52). С. 14-24.
6. Матвеев Ю.А., Пантелеев К.Д., Рахмилевич Е.Г., Юрцев Е.С. Особенности прогнозирования и планирования технологического развития наукоемкого машиностроения // Инновации в менеджменте. 2023. № 3 (37). С. 2-18.
7. Омельченко И.Н., Яценко Р.Д. Подходы к реорганизации производственной системы машиностроительных предприятий ракетно-космической отрасли // Вестник машиностроения. 2025. Т. 104. № 1. С. 82-88.

8. Рахмилевич Е.Г., Захаров В.А. Определение производственно-технологических возможностей предприятия по производству новых изделий и оценка вариантов изготовления базовых элементов конструкции // Инновации в менеджменте. 2020. № 2 (24). С. 54-61.
9. Фалько С.Г. Принципы и теоретическая модель формирования производственной системы предприятия // В сборнике: Четырнадцатые Чарновские чтения. Сборник трудов XIV Всероссийской научной конференции по организации производства. Москва, 2024. С. 215-219.
10. Фалько С.Г., Матвеев С.Г. Подходы к обеспечению качества и надежности производственных систем в процессе системного проектирования // Инновации в менеджменте. 2025. № 1 (43). С. 52-62.
11. Яценко В.В., Яценко Р.Д. Развитие компетенций организации в соответствии со структурой производственной системы высокотехнологичного предприятия // В сборнике: двенадцатые Чарновские чтения. Сборник трудов XII Всероссийской научной конференции по организации производства. Москва, 2022. С. 136-142.
12. Яценко Р.Д. Реорганизации производственной системы предприятия: технологическая и кадровая готовность // В сборнике: Четырнадцатые Чарновские чтения. Сборник трудов XIV Всероссийской научной конференции по организации производства. Москва, 2024. С. 233-238.

УДК 65.011.56; JEL Classification: D2

Опережающее планирование архитектурного стека технологической конкурентоспособности наукоемкого производства

Шиболденков В.А.

к.э.н., доцент МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва, vshiboldenkov@bmstu.ru.

Аннотация. В данной статье рассмотрен подход к управлению развитием производственных возможностей, опережающий динамику рынка и технологических траекторий на основе архитектурного технологического стека. Приведены критерии проактивности, архитектурные технологические принципы и эконометрическая схема оценки реальных опционов для выбора между альтернативными технологическими маршрутами. Также рассмотрена концепция обеспечения устойчивости производственных систем за счет опережающей технологической модернизации.

Ключевые слова: наукоемкое производство, цифровые платформы, архитектура предприятия, инновации, конкурентоспособность.

Advanced planning of the architectural stack of technological competitiveness of high-tech production

Shiboldenkov V.A.

Candidate of Economics, Associate Professor, Bauman University, Moscow.

Abstract. This article discusses an approach to managing the development of production capabilities that is ahead of the dynamics of the market and technological trajectories based on the architectural technology stack. The criteria of proactivity, architectural technological principles and an econometric scheme for evaluating real options for choosing between alternative technological routes are presented. The concept of ensuring the sustainability of production systems through advanced technological modernization is also considered.

Keywords: high-tech manufacturing, digital platforms, enterprise architecture, innovation, competitiveness.

Введение и актуальность исследования

Проактивное планирование технологической конкурентоспособности наукоемкого производства представляет собой комплексный подход к

управлению развитием производственных возможностей, опережающий динамику рынка и технологических траекторий [1]. Актуальность темы обусловлена ускорением технологических циклов, ростом турбулентности глобальных цепочек поставок и усилением роли нематериальных активов — данных, алгоритмов и организационных компетенций — в формировании долгосрочного преимущества [1,2].

При этом сохраняется научный пробел: значительная часть исследований сосредоточена либо на стратегиях инноваций и дорожных картах технологий [3,4], либо на операционной эффективности и бережливых практиках [5,6], тогда как интегральные модели, связывающие раннюю технологическую разведку, экономическую оценку опций и архитектуру производственных платформ в единую систему проактивного планирования, остаются фрагментарными [7-9].

Экономическая проблема проявляется в несоответствии между инвестиционным горизонтом технологических решений и метриками, по которым оцениваются управленческие решения: капиталоемкие вложения в гибкие производственные мощности и цифровую инфраструктуру конкурируют с краткосрочными целями снижения издержек, что приводит к недоинвестированию в опережающие компетенции и уязвимости к технологическим разрывам [10,11].

Целью исследования является разработка концептуальной и прикладной модели проактивного планирования, которая позволит синхронизировать технологические дорожные карты, портфель НИОКР и конфигурацию производственных мощностей с прогнозными сценариями рынка и регуляторной среды, обеспечивая измеримое повышение технологической конкурентоспособности [12-14].

Для достижения цели решаются задачи [15-18]:

- формализовать критерии проактивности в контексте наукоемкого производства;
- разработать методику раннего выявления технологических опорных точек и «окон возможностей» с использованием комбинированной аналитики (патентные ландшафты, библиометрия, данные поставщиков и полевых испытаний);
- построить эконометрическую схему оценки реальных опционов для выбора между альтернативными технологическими маршрутами;
- определить архитектурные принципы гибких производственных платформ, снижающих стоимость переключения между поколениями технологий;
- верифицировать модель на отраслевых кейсах.

Гипотеза исследования состоит в том, что интеграция технологической разведки, оценки реальных опционов и платформенной архитектуры производства в единую систему проактивного планирования приводит к устойчивому росту технологической конкурентоспособности, измеряемому совокупным индексом — сокращением времени вывода продукта, повышением коэффициента освоения новых технологических модулей и снижением удельных издержек при росте вариативности, — и этот эффект статистически значим даже в условиях высокой рыночной неопределенности [19-21].

Основные положения

Технологическая конкурентоспособность перестала быть уделом исключительно высокотехнологичных секторов и стала сквозной характеристикой любой отрасли [2]. Если в полупроводниках, биотехнологиях или ИИ она определяет фактическое выживание, то сегодня аналогичная логика распространяется даже на сельское хозяйство, логистику, финансы и розничную торговлю [3-5,17].

Точное земледелие, опирающееся на GPS, дроны, IoT-датчики и аналитические платформы, обеспечивает оптимизацию полива, внесения удобрений и уборки урожая; отсутствие таких практик немедленно выражается в снижении эффективности [3-5].

Логистические сети извлекают выгоду из алгоритмов маршрутизации, предиктивного анализа спроса, автономных складов и управления цепями поставок в реальном времени, что снижает издержки и ускоряет выполнение [3-5].

Финансовые организации — включая традиционные банки — вынуждены развивать мобильные сервисы, применять алгоритмический скоринг и системы противодействия мошенничеству, чтобы оставаться конкурентоспособными на фоне цифровых игроков [3-5].

Ритейл переходит к рекомендательным системам, динамическому ценообразованию и аналитике клиентского поведения, делая безналичные и бесконтактные процессы стандартом [3-5].

В этом контексте технологии перестают быть отдельным продуктом и становятся средой существования бизнеса: преимущество определяется не только тем, что компания продает, но и тем, насколько эффективно она интегрирует релевантные технологические решения в процессы, продукты и бизнес-модели, даже если производит «простой» товар [6].

Следствием такой универсализации становится стратегическая необходимость планирования технологического стека [7-9]. Стихийный, оппортунистический выбор инструментов и платформ влечет накопление технического долга, рост затрат на интеграцию и переписывание, зависимость от редких компетенций и ограничение инновационной скорости. Быстрота технологических циклов приводит к тому, что решения, казавшиеся отраслевым стандартом три года назад, сегодня оказываются устаревшими, а неправильная «привязка» к экзотическим или убывающим технологиям делает поддержку и развитие экономически неустойчивыми [13-16].

Наоборот, опора на зрелые экосистемы с широкой базой талантов, богатством инструментов, библиотек и документации снижает неопределенность и повышает предсказуемость стоимости владения. Рациональное планирование строится не на разовых догадках, а на системном горизонте 2–3 лет для цифровых продуктов, где возможно сопоставить метатренды аппаратного и программного развития, сигналы от лидирующих платформ и вендоров, данные об устойчивом росте сообществ и практик внедрения, а также динамику рынка труда и образовательных потоков [13-16].

Критерии выбора технологии при этом должны быть контекстно-зависимыми и соотносенными с целевой функцией продукта: требуемой

производительностью и латентностью, масштабируемостью при росте пользовательской базы и нагрузки, зрелостью средств обеспечения безопасности, полной стоимостью владения, включая лицензии, найм и поддержку, а также совместимостью с существующим ландшафтом систем [9].

Архитектурный принцип стратегической гибкости — модульность и слабая связность компонентов — позволяет минимизировать цену будущих изменений: переход к микросервисной или компонентной архитектуре, стандартизированные интерфейсы и контрактное тестирование, изоляция данных и независимые конвейеры поставки обеспечивают заменяемость отдельных элементов стека без дестабилизации всей системы [20-22].

Поэтому технологическая конкурентоспособность превратилась из признака высокотехнологичных ниш в универсальное условие эффективности и устойчивости бизнеса [17]. В условиях ускоряющихся изменений единственной реалистичной моделью управления технологией становится переход от реактивного внедрения к проактивному стратегическому планированию стека на основе анализа трендов, зрелости экосистем и принципов гибкой архитектуры [19]. Поэтому это не частная зона ответственности технологической функции, а предмет высшего уровня корпоративной стратегии [20,21].

Методы

Системный анализ современной литературы по проактивному планированию технологической конкурентоспособности наукоемкого производства показывает смещение акцента от постфактум-оценок к предиктивным контурам управления [3-6].

Работы последних лет объединяют модели динамических способностей, дорожные карты технологий, TRL/MRL-метрики и портфельные подходы реального опционала, связывая их с данными жизненного цикла продукта и цепочек поставок [10,11].

В центре внимания — раннее выявление технологических разрывов, оценка стоимости задержек, квантификация неопределенности и синхронизация R&D с производственной архитектурой [7-9]. Отдельно подчеркивается роль цифровых двойников, метрологической прослеживаемости и стандартов обмена данными для сокращения времени итераций и повышения воспроизводимости решений в условиях волатильности рынков и регуляторных требований.

Инструменты ИИ, в том числе модели семейства GPT, расширяют поисково-аналитический контур: они поддерживают семантический поиск по корпусам публикаций и патентов, нормализацию терминов, извлечение сущностей (технологии, метрики, ограничения), построение онтологий предметной области и формирование гипотез с последующей верификацией [20-23].

Интеграция таких систем с корпоративными хранилищами и библиометрическими базами позволяет автоматизировать картирование ландшафта знаний, выявлять скрытые кластеры и тренды, сопоставлять траектории конкурентов и формировать обоснованные сценарии развития.

В результате проактивное планирование опирается на постоянно обновляемые доказательства, а решения о портфеле технологий принимаются быстрее и точнее при прозрачной трассируемости предпосылок.

Результаты

Проактивное планирование технологической конкурентоспособности в контексте наукоемкого производства начинается с формализации критериев проактивности, которые переводят интуитивные управленческие практики в измеряемые показатели [20].

В качестве базовых индикаторов целесообразно использовать опережающую чувствительность к внешним сигналам (lead-time response на научно-технические тренды), способность к предвосхищению узких мест жизненного цикла продукта (доля предотвращенных рисков событий), а также управляемость технологической неопределенности через портфель опционов (удельная стоимость опциональности на единицу прироста технологического потенциала) [21,22].

Формализация требует закрепления связей между этими индикаторами и стратегическими метриками — скоростью вывода продукта на рынок, коэффициентом интеграции новых технологических модулей и динамикой удельных издержек при расширении номенклатуры — в виде единой функции пригодности, позволяющей сравнивать альтернативные маршруты развития [23,24].

Практическая операционализация критериев опирается на процессно-ориентированную модель, где проактивность рассматривается как свойство потока решений: от технологической разведки к инвестиционным выборам и настройке производственной архитектуры. На уровне управления данными это выражается в требованиях к частоте обновления сигналов, калибровке пороговых значений для триггеров решений и установлении допустимого времени цикла от обнаружения возможности до запуска экспериментального модуля. В результате проактивность приобретает воспроизводимый характер и перестает зависеть от индивидуального опыта отдельных экспертов, переводясь в режим организационной рутины с четко закрепленными соглашениями об уровне обслуживания (SLA) по мониторингу и реакциям.

Методика раннего выявления технологических опорных точек и «окон возможностей» должна объединять несколько слоев аналитики: патентные ландшафты, библиометрию, данные поставщиков и результаты полевых испытаний [9].

Патентные массивы дают карту концентрации изобретательской активности и траекторий обхода правовых барьеров, библиометрия выявляет зарождающиеся научные школы и междисциплинарные стыки, а операционные данные от поставщиков и пилотных партий фиксируют готовность экосистемы к масштабированию.

Комбинированная модель связывает эти источники через временные метки и онтологии технологий, формируя сигнал о вероятности созревания узловых компетенций и о временных коридорах, когда вход в технологию дает наибольшую премию [7-9].

Для повышения точности раннего выявления применяются признаки качества сигналов: устойчивость тренда, плотность ко-цитирований и ко-патентования, согласованность поставочных спецификаций с научными прототипами, а также реплицируемость результатов полевых испытаний в

разных условиях эксплуатации.

Интеграция происходит через вероятностный скоринг: каждой потенциальной опорной точке присваивается оценка зрелости и опциональной ценности с учетом технологического долголетия и сложности интеграции в существующую платформу [25,26]. Такое раннее «картирование» позволяет не только фиксировать окна возможностей, но и планировать последовательность экспериментов, минимизируя стоимость обучения и избегая локальных ловушек [27,28].

Эконометрическая схема оценки реальных опционов для выбора между альтернативными технологическими маршрутами должна учитывать специфическую для наукоемких отраслей асимметрию информации и дискретность этапов валидации [25-28].

В качестве основы рационально использовать многоступенчатую модель опционов на рост с зависимыми узлами, где каждый этап представляет вложенный опцион продолжения, а источниками волатильности выступают технологическая производительность, цена критических компонентов и регуляторная динамика. Идентификация параметров осуществляется на базе панельных данных пилотов и малых серий, с экзогенными шоками в роли инструментов, что позволяет отделить эффект технологии от рыночной конъюнктуры [9].

Встроенная в эконометрику политика остановки и масштабирования задается через пороги ценности информации: эксперимент продолжается, пока предельная ожидаемая информация превышает предельные издержки задержки, что превращает оценку в практический регламент управления «воронкой» технологических решений: слабые маршруты отсекаются на ранних стадиях, сильные получают финансирование и ресурсы инфраструктуры. В результате сопоставимость альтернатив достигается не только по NPV, но и по стоимости опциональности, что особенно важно при частых сменах поколений технологий.

Определение архитектурных принципов гибких производственных платформ направлено на снижение стоимости переключения между поколениями технологий без потери качества и производительности. Базовые принципы включают модульность с четкими интерфейсами, избыточность универсальных ресурсов в узких местах, параметрическую конфигурируемость средств производства и встроенную трассируемость данных по всему технологическому потоку. Такая архитектура обеспечивает изоляцию изменений: новые технологические модули внедряются в локальные слоты без каскадных переделок, а программно-определяемые настройки компенсируют вариативность материалов и процессов [7].

Экономическая эффективность платформенности усиливается за счет стандартизованных тестовых пакетов и цифровых двойников, которые сокращают время валидации и повышают переносимость рецептов между линиями и площадками [29]. Дополняют архитектуру механизмы управления совместной эволюцией оборудования и продукта: дорожные карты интерфейсов, политика обратной совместимости и правила «обнуления» устаревших модулей [30-32]. В совокупности это формирует устойчивую инфраструктуру, в которой цена эксперимента и цена ошибки достаточно низки, чтобы поддерживать проактивную стратегию поиска и освоения технологических новшеств.

Далее поясним концепцию эмпирической проверки. Верификация модели на отраслевых кейсах служит критическим этапом проверки внешней валидности и переносимости результатов. Для этого подбираются подотрасли с различным профилем неопределенности и капиталоемкости, например, микроэлектроника, биотехнологическое производство и аддитивные технологии. В каждом кейсе предполагается ретроспективная реконструкция решений и контрфактическое сравнение: моделируется, как система действовала бы при наличии предложенных критериев проактивности, аналитических механизмов выявления возможностей, оценки опционов и платформенной архитектуры.

Эмпирическая проверка дополняется экспериментальными внедрениями в пилотных цехах, где измеряются ключевые метрики: время до стабильного выхода на целевые параметры, коэффициент повторного использования модулей, удельные издержки перехода между конфигурациями и точность прогнозов опциональной ценности. Консистентность улучшений по этим показателям подтверждает работоспособность концепции и задает рамки применимости: диапазоны волатильности, в которых система сохраняет преимущества, и организационные условия, необходимые для воспроизводимости результатов. Таким образом, проактивное планирование из абстрактной управленческой идеи превращается в инженерно-экономическую практику, подкрепленную данными и операционными регламентами.

Обсуждение

Проактивное планирование технологической конкурентоспособности наукоемкого производства опирается на стратегический подход к развитию, в котором технологии и инновации рассматриваются как основной источник создания долгосрочных преимуществ.

Ключевой задачей становится восстановление разорванных и формирование новых цепочек добавленной стоимости, обеспечивающих сквозную интеграцию результатов исследований, инженерных разработок, производственных практик и сервисных моделей. В рамках такой логики приоритетом является национальный контроль над воспроизводством сквозных технологий, определяющих конфигурацию экономики в среднесрочной перспективе: искусственного интеллекта, новых материалов, квантовых вычислений и коммуникаций, накопления энергии, систем связи и космических платформ.

Управление этими технологическими доменами требует согласованности научной политики, индустриальной кооперации и инфраструктуры стандартизации, что минимизирует технологические разрывы и снижает транзакционные издержки внедрения.

Одновременно концепция ориентирована на обеспечение устойчивости производственных систем за счет технологической модернизации, включая внедрение наилучших (наиболее) доступных технологий, цифровизацию процессов жизненного цикла продукции, повышение энергоэффективности и надежности цепей поставок.

Комплекс мер дополняется развитием механизмов защиты и оборота

результатов интеллектуальной деятельности, что ускоряет диффузию инноваций и повышает отдачу от инвестиций в исследования и разработки. В результате технологии становятся системным драйвером экономического роста и трансформации социальной сферы, а инновации — ключевым элементом конкурентоспособности, поддерживаемым институциональной средой, ориентированной на предсказуемое масштабирование передовых решений.

Заключение

Проведенное исследование подтвердило, что проактивное планирование технологической конкурентоспособности в наукоемком производстве обеспечивает опережающее формирование критических компетенций, снижает издержки перехода между технологическими укладами и повышает устойчивость к рыночной и технологической волатильности. Сочетание форсайт-подходов, опционной логики инвестиций и архитектурной модульности показало синергетический эффект: уменьшается время вывода решений на стабильные параметры качества, повышается воспроизводимость результатов и ускоряется замыкание цикла «R&D — пилот — масштабирование».

Дальнейшие перспективы связаны с интеграцией самообучающихся конвейеров данных для непрерывной калибровки моделей риска и ценности опций, расширением референс-архитектур для сквозной трассируемости требований и внедрением метрологически подтвержденных цифровых двойников на уровне цепочек поставок.

Особое значение приобретает разработка нейтральных к платформе стандартов обмена семантическими спецификациями, что позволит масштабировать практики проактивного планирования между отраслями и встраивать их в регуляторные контуры оценки технологической готовности.

Литература

1. Дрожжин Д. И. Структурная модель обеспечения технологического суверенитета: межстрановой анализ //Международная торговля и торговая политика. 2025. Т. 11. – №. 2 (41). С. 84-103.
2. Чирков, А. О. Управление конкурентоспособностью высокотехнологичных предприятий на рынке технически сложной продукции / А. О. Чирков // Лидерство и менеджмент. – 2024. – Т. 11, № 2. – С. 541-562. – DOI 10.18334/lim.11.2.120742
3. Sun, W., & Zhang, X. (2025). Digital Innovation and Cost Stickiness in Manufacturing Enterprises: A Perspective Based on Manufacturing Servitization and Human Capital Structure. Sustainability. <https://doi.org/10.3390/su17157115>.
4. Luo, D., Thevenin, S., & Dolgui, A. (2022). A state-of-the-art on production planning in Industry 4.0. International Journal of Production Research, 61, 6602 - 6632. <https://doi.org/10.1080/00207543.2022.2122622>.
5. Ding, W., Liu, Y., Ren, S., & Yang, H. (2022). Digital twin and big data-driven sustainable smart manufacturing based on information management systems for energy-intensive industries. Applied Energy. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2022.119986>.
6. Çınar, Z., Zeeshan, Q., & Korhan, O. (2021). A Framework for Industry 4.0 Readiness and Maturity of Smart Manufacturing Enterprises: A Case Study. Sustainability, 13, 6659. <https://doi.org/10.3390/su13126659>.
7. Шиболденков, В. А. Построение технологического ландшафта инновационных решений на основе интеллектуального анализа данных / В. А. Шиболденков, Д. М. Кхан // Искусственный интеллект и принятие решений. 2024. № 1. С. 79-91. DOI 10.14357/20718594240107. EDN RRMDGI.
8. Шиболденков В. А., Кхан Д. М. Внедрение роботизированной автоматизации процессов на основе многокритериальной математической модели //Развитие и безопасность. 2023. Т. 4. №. 20. С. 62-73.

9. Shiboldenkov V.A. Overview of Technological Forecasting and Assessment of the Life Cycle Results of the Technological Innovation Market // Ecological Footprint of the Modern Economy and the Ways to Reduce It: The Role of Leading Technologies and Responsible Innovations. Cham : Springer Nature Switzerland, 2024. P. 227-234. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-49711-7_39
10. Freitag, B., Häfner, L., Pfeuffer, V., & Übelhör, J. (2020). Evaluating investments in flexible on-demand production capacity: a real options approach. *Business Research*, 13, 133-161. <https://doi.org/10.1007/s40685-019-00105-w>.
11. Luo, D., Thevenin, S., & Dolgui, A. (2022). A state-of-the-art on production planning in Industry 4.0. *International Journal of Production Research*, 61, 6602 - 6632. <https://doi.org/10.1080/00207543.2022.2122622>.
12. Павлова И. В. Развитие цифровых технологий в корпорациях //Проблемы экономики и юридической практики. – 2024. – Т. 20. – №. 2. – С. 247-253.
13. Артамонова Е. В., Сафонов А. Е. Индустрия 4.0: будущее ИТ-сферы //Россия: тенденции и перспективы развития. – 2022. – №. 17-2. – С. 382-394.
14. Фролов, И. Э. Искусственный интеллект как драйвер прорывных технологий: глобальные тренды и уроки для России / И. Э. Фролов, В. Н. Киселев // Проблемы прогнозирования. – 2025. – № 3(210). – С. 122-134. – DOI 10.47711/0868-6351-210-122-134. – EDN ZKVRRE.
15. Широкова Е. Ю. Тенденции развития высокотехнологичного сектора экономики в России //Журнал экономических исследований. – 2021. – Т. 7. – №. 3. – С. 22-38.
16. Промышленное производство в России. 2023: Стат.сб./Росстат. П 81 М., 2023. 259 с.
17. Баринова В. А. и др. Анализ факторов конкурентоспособности отечественных высокотехнологичных компаний //Инновации. – 2015. – №. 3 (197). – С. 25-31.
18. Побирченко В. В. Мировой рынок высокотехнологичной продукции: общая характеристика, тенденции трансформации //Актуальные проблемы и перспективы развития экономики. – 2020. – С. 94-99.
19. Корякина Е. Д. Роль высокотехнологичного сектора промышленности в становлении инновационной экономики России //Стратегические инициативы социально-экономического развития хозяйствующих субъектов региона в условиях внешних ограничений. – 2017. – С. 154-158.
20. Tunyi, A., Areneke, G., Hussain, T., & Agyemang, J. (2024). From performance to horizon: managements' horizon and firms' investment efficiency. *Review of Accounting and Finance*. <https://doi.org/10.1108/raf-11-2022-0319>.
21. Aljohani, A. (2023). Predictive Analytics and Machine Learning for Real-Time Supply Chain Risk Mitigation and Agility. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su152015088>.
22. Welch, J. (2025). Strategic foresight: leveraging derivatives and the Johari Window for growth and competitive advantage. *Journal of Strategy and Management*. <https://doi.org/10.1108/jsma-03-2025-0091>.
23. Kaufmann, C., Kock, A., & Gemünden, H. (2021). Strategic and cultural contexts of real options reasoning in innovation portfolios. *Journal of Product Innovation Management*, 38, 334-354. <https://doi.org/10.1111/jpim.12566>.
24. Benaroch, M. (2017). Real Options Models for Proactive Uncertainty-Reducing Mitigations and Applications in Cybersecurity Investment Decision-Making. *Risk Management eJournal*. <https://doi.org/10.1287/isre.2017.0714>.
25. Дроговоз П.А., Гутенев А.В., Кочкин И.А., Степанов А.В. Применение модели ценообразования реальных опционов для оценки спин-офф технологий // Технологии разработки и отладки сложных технических систем (Москва, 1–2 апр. 2020 г.): Сб. трудов VII всеросс. науч.-практ. конференции / ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», Центр инженерных технологий и моделирования "Экспонента". М: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2021. С. 80-84.
26. Дроговоз П.А., Юсуфова О.М., Гутенев А.В. Подход к оценке производственно-экономической реализуемости технических систем на основе моделирования реальных опционов // IX Чарновские чтения (Москва, 6–7 дек. 2019 г.): сб. трудов всеросс. науч. конференции по организации производства / ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» [и др.]. М: НОЦ «Контроллинг и управленческие инновации», 2019. С. 36-41.
27. Гутенев А.В., Кочкин И.А. Применение биномиальной модели реальных опционов для экономической оценки научно-технических проектов // Управление научно-техническими проектами (Москва, 5 апр. 2019 г.): сб. материалов III междунар. науч.-техн. конференции / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации; ФГБОУ ВО «Московский государственный

- университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)». М: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2019. С. 120-125.
28. Гутенев А.В., Кочкин И.А., Степанов А.В. Сравнительный анализ применения моделей Блэка-Шоулза и Кокса-Росса-Рубинштейна для оценки реальных опционов в инвестиционных проектах в промышленности // Экономика и предпринимательство. 2019. № 4. С. 535–543.
 29. Дроговоз П.А., Пасхина О.М. Механизмы стратегического управления интегрированными структурами оборонно-промышленного комплекса на основе создания технологических платформ // Актуальные аспекты развития оборонно-промышленного комплекса и системы ВТС России: сб. докладов VI межвузовской научно-практической конференции. М.: МГИМО-Университет, 2012.
 30. Susov R.V., Samoldin A.N “Transformation of high-tech manufacturing business processes based on digital models”, in XLV Academic Space Conference, AIP Conference Proceedings 2549, 080036 (2023); <https://doi.org/10.1063/5.0108896>
 31. Susov R.V., Samoldin A.N “Transformation of business processes of science-intensive manufacturing based on digital models”, in XLV Academic Space Conference, AIP Conference Proceedings 2549, 080035 (2023); <https://doi.org/10.1063/5.0108895>
 32. Kashevarova N.A., Ivanov N.A. “Prospects of digital transformation in the Russian space industry”, in XLV Academic Space Conference, AIP Conference Proceedings 2549, 080026 (2023); <https://doi.org/10.1063/5.0108957>

УДК 65.011.56; JEL Classification: D2

ИИ-модификация инструментов оценки промышленных активов при организации производства

Ширшов Д.Н.

соискатель кафедры бизнес-информатики МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва, dm1410@yandex.ru.

***Аннотация.** В данной статье рассмотрена концепция ИИ-модификации инструментов оценки промышленных активов наукоемкого производства в комплексе технико-экономического обоснования. Приведены основные положения необходимости модификации инструментов. Описана структура предлагаемого инструмента.*

***Ключевые слова:** цифровая трансформация, наукоемкое производство, ИИ, оценка активов, цифровые двойники.*

AI-modification of tools for evaluating industrial assets in the production organization

Shirshov D.N.

Candidate of the Department of Business Informatics, Bauman University, Moscow.

***Abstract.** This article discusses the concept of AI modification of tools for evaluating knowledge-intensive industrial assets in a complex of feasibility studies. The main provisions of the need for modification of tools are given. The structure of the proposed tool is described.*

***Keywords:** digital transformation, high-tech manufacturing, AI, asset valuation, digital twins.*

Введение, актуальность и проблема исследования

Современная промышленность переживает фазу интенсивной цифровой трансформации, в которой данные становятся равноправным фактором производства наряду с трудом, капиталом и сырьем. На этом фоне искусственный интеллект перестраивает инструментарий организации производства, и в частности, оценки промышленных активов, переводя его от статичных, ретроспективных моделей к динамическим, контекстно-зависимым и предиктивным подходам [1].

Интеграция ИИ в контур измерения износа, производительности и экономической отдачи активов позволяет объединить технические и

экономические аспекты: от микродиагностики состояния оборудования до макрооценки влияния стратегий обслуживания на полную стоимость владения, оборотный капитал и устойчивость цепей поставок, что создает основу для управленческих решений, в которых параметры надежности, общей эффективности работы оборудования и экологической эффективности становятся финансово осязаемыми и управляемыми в реальном времени [2].

Традиционные методы оценки активов опираются на усредненные нормы и периодические аудиты, что плохо соответствует вариативности реальной эксплуатации, истории отказов и волатильности рынков ресурсов [3].

ИИ закрывает этот разрыв за счет использования потоков телеметрии, неструктурированных данных сервисных отчетов и сигналов из производственных и корпоративных систем, формируя цифровые профили активов и их контекстов использования, что повышает точность прогнозов остаточного ресурса, снижает неопределенность в планировании технического обслуживания и ремонта (ТОиР), оптимизирует запасные части и минимизирует незапланированные простои, напрямую влияя на маржинальность и оборот. Дополнительно, модели причинно-следственного анализа и вероятностного бюджетирования позволяют видеть экономические эффекты разных сценариев эксплуатации и обслуживания до их внедрения, что критически важно при ограничениях капитала и требований к устойчивости [4,5].

Также важно заметить изменение роли данных в управлении [6]. В условиях многономенклатурной загрузки, ограничений по энергетике и кадровых ресурсов [7], а также интеграции ESG-метрик в финансовую отчетность, появляется потребность в сквозной метрике ценности актива, связывающей техническое состояние, производственный график и финансовые цели [8]. ИИ-модифицированные инструменты оценки обеспечивают такую связность [9], превращая оценку в постоянно обновляемый слой принятия решений, совместимый с системами планирования и диспетчеризации, что способствует согласованию мотивации подразделений, снижает транзакционные издержки между цехами, снабжением и финансовым блоком, а также ускоряет цикл «наблюдение — анализ — действие», что особенно важно для предприятий, конкурирующих по скорости и надежности поставок [10,11].

Проблема исследования возникает на пересечении классических подходов к оценке промышленных активов и усложняющейся производственной среды. Традиционные модели, основанные на разовых инспекциях, статических коэффициентах износа и усредненных производственных коэффициентах, не отражают динамику фактической загрузки оборудования, вариативность режимов эксплуатации и статистику отказов [3]. В условиях волатильности спроса, ограничений по энергоресурсам и дефицита квалифицированного персонала, предприятие нуждается в оценке, которая одновременно учитывает техническое состояние, операционную критичность и финансовую результативность актива. Отсутствие такого интегрального инструмента ведет к ошибкам в бюджетировании ремонтов, несогласованности инвестиционных решений с производственными планами и недооценке рисков простоев, что снижает общую факторную производительность и устойчивость цепочек поставок [2].

Разрабатывается экономическая концепция ИИ-модифицированного

инструмента оценки промышленных активов, объединяющего данные технического мониторинга, производственные графики и финансовые параметры в единую динамическую метрику ценности. Концепция предполагает архитектуру, в которой модели машинного обучения прогнозируют техническое состояние и остаточный ресурс, байесовские процедуры оперативно обновляют оценки по мере поступления наблюдений, а эконометрические модули преобразуют вероятностные сценарии простоев в денежные потоки и показатели эффективности.

Решение должно быть совместимо с MRP/APS, поддерживает сценарный анализ на горизонтах смена–неделя–квартал и обеспечивает интерпретируемую логику для технических и финансовых пользователей, минимизируя конфликт целей между ТООР, производством и финансовым контроллингом.

Гипотеза исследования заключается в том, что интеграция ИИ-прогнозов состояния с операционно-финансовой оценкой активов обеспечивает значимое улучшение качества управленческих решений по сравнению с традиционной статической оценкой. Ожидаемые эффекты: снижение совокупной стоимости владения за счет оптимизации моментов вмешательств и запасов критических узлов, рост доступности оборудования при неизменном фонде времени, более точная капитализация активов через отражение их реальной маржинальной полезности в конкретных производственных узлах.

Основные положения

Данные стали равноправным фактором производства наряду с трудом, капиталом и ресурсной базой; это не метафора, а изменившаяся структура производственной функции [4].

В современной экономике данные выполняют тройную роль:

Во-первых, как сырье для ИИ: алгоритмы машинного обучения требуют объемных, репрезентативных и качественных выборок, иначе их предсказательная и управляющая мощь обнуляется.

Во-вторых, как источник непрерывной операционной оптимизации: систематический анализ потоков данных выявляет скрытые потери, узкие места, неэффективные маршруты в цепочках поставок, улучшает планирование мощностей и спроса, снижает вариативность и риск сбоев.

В-третьих, как самостоятельный актив: телеметрия оборудования — вибрации, температуры, нагрузка, энергопотребление — превращается в монетизируемую информационную ренту, позволяя переходить от продажи «железа» к сервисным моделям с гарантированной производительностью (например, «станко-часам»), где стоимость определяется не балансовыми единицами, а измеримой полезностью.

На этом фоне ИИ радикально перестраивает инструментарий оценки активов, смещая фокус со статичных ретроспективных методик к динамическим, контекстно-зависимым и предиктивным оценкам.

Традиционная парадигма — бухгалтерские правила, DCF на исторических рядах, сравнительный анализ — страдает запаздыванием, игнорированием текущего контекста и физического «здоровья» актива: квартальные отчеты не отражают состояние подшипников, а среднерыночные мультипликаторы —

реальную роль узкого места в выпуске.

Новая парадигма строится вокруг трех взаимосвязанных блоков [2,8]:

Во-первых, динамическое моделирование на базе IoT: плотные сети датчиков формируют потоковое представление состояния, на котором тренируются модели цифровых двойников. Такие двойники переоценивают актив по его текущей производительности и ожидаемому остаточному ресурсу, а не по остаточной балансовой стоимости.

Во-вторых, контекстная аналитика: оценка делается не в вакууме, а в системе. В транспортно-логистическом контуре ИИ связывает доступность сырья, графики перевозок и концентрацию поставщиков с вероятностью простоя и его ценой; на рынке сбыта модели прогнозируют спрос на выпускаемую продукцию и под это рассчитывают оптимальную загрузку и графики обслуживания; на макроуровне учитываются курсы, ставки, тарифы и регуляторные изменения как экзогенные шоки к денежным потокам и риску.

В-третьих, предиктивные подходы: от обслуживания по состоянию с прогнозом отказов до оценки остаточного срока службы, где амортизация заменяется расчетом фактического износа, и до прогнозирования рыночной стоимости классов активов с учетом технологических трендов и структурного спроса.

В совокупности это переводит оценку из постфактум-учета в непрерывное принятие решений: вмешательства ранжируются по приросту маржи на единицу риска и капитала, ремонты синхронизируются с окнами низкой предельной выручки, а стоимость актива отражает его вклад именно в том узле, где определяется выпуск и прибыль.

Методы исследования

Методы исследования опираются на систематический анализ литературы по трем взаимосвязанным направлениям: экономике производственных систем [2,12], методам оценки активов [13,14,15] и прикладному машинному обучению для промышленных данных [1,4].

В центре внимания находятся работы по теории ограничений и стохастическому управлению потоками, исследования по реальным опционам и риск-скорректированным дисконтам в капиталоемких отраслях, а также публикации по предиктивной аналитике, цифровым двойникам и причинно-следственному выводу в условиях неоднородных и неполных наблюдений [16,17].

Анализ проводится с выделением методологических разрывов между бухгалтерской оценкой и оперативной эффективностью, сопоставлением метрик стоимости с метриками надежности и ритмичности, а также с картированием источников данных по уровням производственной иерархии — от датчиков до корпоративных систем.

Второй методологический блок включает критический обзор эмпирических исследований внедрения ИИ в оценку и управление активами, с акцентом на переносимость результатов между отраслями и зрелостными уровнями цифровизации.

Итогом анализа литературы становится концептуальная рамка, в которой

ИИ рассматривается как слой принятия решений поверх классических моделей оценки, связующий физику оборудования, структуру потока и финансовую динамику предприятия в единую, непрерывно обновляемую систему измерения стоимости.

Результаты

Современные подходы к оценке промышленных активов опираются на статические модели, которые плохо отражают динамику реальной эксплуатации [3]. Искусственный интеллект позволяет радикально модифицировать эти инструменты, объединяя данные о техническом состоянии, фактических режимах работы и финансовых ограничениях в единую оценочную рамку. Вместо разовой инвентаризации или усредненных норм, ИИ-модель формирует потоковую оценку остаточного ресурса, вероятности отказов и маржинального вклада актива в текущей конфигурации производственной системы. Такая интеграция переводит оценку стоимости и полезности из плоскости учета в плоскость операционно-финансовой оптимизации, делая видимыми скрытые издержки деградации и недозагрузки.

Ключ к полезности этого подхода — совместное моделирование технического состояния, колебаний загрузки мощностей и ограничений капитала и оборотных средств. Техническое состояние определяет риск и стоимость простоев, колебания загрузки — реальную предельную выручку от единицы доступного времени, а финансовые ограничения — допустимое окно инвестиций и ремонтов.

В традиционных системах эти компоненты живут в разных контурах: ТОиР максимизирует надежность, производство — выпуск, контроллинг — краткосрочную маржу и бюджетную дисциплину. Отсутствие общей функции ценности порождает локальные оптимумы и конфликты приоритета.

ИИ-модификация устраняет это расхождение, переводя цели подразделений к единому критерию — минимизации совокупной стоимости владения при максимизации маржинальной полезности актива в конкретном узле цепочки создания стоимости.

Модель ранжирует вмешательства по приросту ожидаемой маржи на единицу риска и капитала, синхронизирует ремонты с окнами низкой предельной выручки, выявляет активы, где дополнительная доступность дает наибольший финансовый эффект, и, наоборот, где выгоднее консервация или реинжиниринг. В результате снижается стоимость простоев и запасов, выравнивается использование мощностей, а оценка активов перестает занижать их вклад именно там, где узкое место определяет выпуск и прибыль.

Обсуждение

Искусственный интеллект вносит системную модификацию в инструменты оценки промышленных активов, смещая фокус от статичных инвентаризационных и бухгалтерских процедур к динамическому, контекстно-зависимому измерению стоимости [2]. В традиционных моделях величина актива выводится из восстановительной стоимости, амортизационных норм и ожидаемых потоков доходов, которые агрегируются при условии

стационарности производственной среды. Внедрение алгоритмов машинного обучения и онтологий производственных процессов позволяет связать физическое состояние оборудования, режимы эксплуатации и рыночные параметры спроса с оценочными переменными в реальном времени, что приводит к переходу от единовременных оценок к непрерывной переоценке, где стоимость понимается как функция прогнозируемой доступности мощности, риск-профиля отказов и маржинального вклада в конкретной конфигурации производственной программы [17].

Ключевой концептуальный сдвиг состоит в интеграции предиктивной надежности и цифровых двойников в экономические модели, что делает оценку чувствительной к операционным контекстам [2]. Предиктивная аналитика уточняет остаточный ресурс и вероятности отказов на горизонтах планирования, переводя классические корректировки на износ и моральное старение в вероятностную плоскость [1]. Цифровой двойник агрегирует телеметрию, технологические ограничения и логистические задержки, позволяя оценивать не только физический износ, но и системные эффекты, такие как очередность в узких местах и влияние переналадок на совокупную факторную производительность [4]. В результате стоимость актива начинает отражать его вклад в устойчивость потока и способность поддерживать целевые сроки поставок, а не только номинальные мощностные показатели.

Экономическая интерпретация этих изменений проявляется в адаптивных схемах калькулирования и дисконтирования. Вместо фиксированных ставок использования капитала и средних коэффициентов загрузки применяются динамические ставки, обусловленные вероятностным профилем простоев и вариативностью спроса [18].

Маржинальный анализ дополняется оценкой опциональности: гибкость оборудования к переналадке, совместимость с альтернативным сырьем и масштабируемость в гибридных производственных ячейках формируют реальные опционы, которые повышают стоимость при высокой неопределенности. Тем самым ИИ расширяет границы справедливой стоимости от учетно-исторического измерения к управленческо-стратегическому, в котором ценность определяется не только ожидаемыми денежными потоками, но и способностью актива адаптироваться к изменяющимся режимам производства.

Организационные последствия касаются архитектуры данных и распределения ролей в управлении активами. Оценка становится межфункциональным процессом, где финансовые службы, производственные диспетчеры и инженеры по надежности работают на единой информационной платформе с общими моделями состояния и риска. Валидация оценок требует процедур сквозного мониторинга: сопоставления прогнозов с фактическими режимами эксплуатации, периодической перекалибровки моделей и стресс-тестирования сценариев нарушения поставок и кадровых ограничений. В таком формате ИИ выступает не автономным оценщиком, а надстройкой принятия решений над классическими методами, связывая физику оборудования, организацию потока и финансовую динамику в единую контурную систему, где измерение стоимости становится частью оперативного управления производством.

Заключение

В заключение следует отметить, что ИИ-модификация инструментов оценки промышленных активов уже изменила саму логику управления стоимостью в производственных системах. Оценка перестала быть разовым бухгалтерским актом и превратилась в непрерывный цикл, основанный на потоках операционных данных, моделях деградации оборудования и интегрированных метриках риска.

Связка предиктивной аналитики, цифровых двойников и контекстных финансовых показателей позволяет уточнять справедливую стоимость с учетом фактических режимов эксплуатации, доступности ресурсов и организационных ограничений, что повышает прозрачность капиталоемких решений, уменьшает дисперсию в прогнозах окупаемости и делает управление активами частью оперативного контура, а не внешней оценочной практикой.

Дальнейшие перспективы связаны с развитием самообучающихся контуров оценки, способных адаптироваться к изменчивым производственным и рыночным условиям без потери просматриваемости выводов.

Ожидается углубление интеграции с системами планирования производства и снабжения, расширение использования полуструктурированных данных техобслуживания, а также стандартизация процедур валидации моделей для регуляторной приемлемости.

Комбинация каузального вывода с физически обоснованными моделями позволит надежнее отделять эффект управленческих вмешательств от внешних шоков, а развитие сценарной симуляции на уровне цепочек поставок — оценивать стоимость активов в условиях структурной неопределенности.

Ключевым вызовом останется обеспечение интерпретируемости и киберустойчивости, поскольку именно они определяют масштабируемость решений и уровень доверия к ИИ как к компоненту корпоративной архитектуры управления стоимостью.

Литература

1. Xiao, B., Zhong, J., Bao, X., Chen, L., Bao, J., & Zheng, Y. (2024). Digital twin-driven prognostics and health management for industrial assets. *Scientific Reports*, 14. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-63990-0>.
2. Shiboldenkov V.A., Nazyuta S.V., Chursin A.A. The digital shadow and twin feasibility representation model for the radically new products competitiveness // *RUDN Journal of Economics*. - 2025. - Vol. 33. - N. 3. - P. 382-403. doi: 10.22363/2313-2329-2025-33-3-382-403 (<https://doi.org/10.22363/2313-2329-2025-33-3-382-403>)
3. Liu, Y., & Li, F. (2024). Estimation of industry-level basic digital capital services in China: A variable depreciation rate estimation method based on DSGE. *China Economic Review*. <https://doi.org/10.1016/j.chieco.2024.102199>.
4. Atencio, E., Mariani, C., Accettulli, R., & Mancini, M. (2025). Monetizing Digital Innovation in the AEC Industry: Real Estate Value Creation Through BIM and BMS Integration. *Buildings*. <https://doi.org/10.3390/buildings15111920>.
5. Шиболденков, В. А. Интегрированное многомерное моделирование цифрового двойника производственной системы / В. А. Шиболденков // ИИАСУ'24 - Искусственный интеллект в автоматизированных системах управления и обработки данных : Сборник статей III Всероссийской научной конференции. В трех томах, Москва, 30 октября – 01 2024 года. – Москва: ООО "Издательский дом КДУ", 2025. – С. 72-78. – EDN TZYYFE.
6. Павлов, М. А. Когнитивный подход к бизнес-аналитике при оценке цифровых рисков безопасности в процессе внедрения новых технологий / М. А. Павлов, В. А. Шиболденков // *Экономика*,

- предпринимательство и право. 2025. Т. 15, № 3. С. 1433-1452. DOI 10.18334/evp.15.3.122783. EDN XZLKLN.
7. Фалько С. Г., Яценко В. В. Формирование, развитие и трансформация компетенций организации: состав и оценка затрат // Социально-трудовые исследования. 2021. №. 4 (45). С. 130-141.
8. Фалько, С. Г. Оценка сбалансированности цифровой трансформации промышленных предприятий: комплексный анализ технологий и метрик эффективности / С. Г. Фалько, А. С. Красникова, Е. О. Харитон // Экономика высокотехнологичных производств. 2025. Т. 6, № 3. С. 193-218. – DOI 10.18334/evp.6.3.123704. EDN WAMDIV.
9. Травушкина А.А., Щелокова А.Н., Шиболденков В.А., Юсуфова О.М. Обзор перспектив развития технологии цифровых двойников продуктов, услуг и сервисов в секторе материального производства // Вопросы инновационной экономики. 2022. Т. 12. № 3. С. 1485-1502. DOI: 10.18334/vines.12.3.115215
10. Шипкова А.Д., Шиболденков В.А. Научно-аналитическое исследование эффективности использования сквозных цифровых технологий в космической отрасли // XLVI Академические чтения по космонавтике, посвященные памяти академика С.П. Королева и других отечественных ученых – пионеров освоения космического пространства (Москва, 25-28 янв. 2022 г.): сб. тез. всеросс. науч. конференции / РАН [и др.]; ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)». М: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2022. Т. 2. С. 195-202.
11. Марченкова О.В., Шиболденков В.А. Анализ перспективных технологий цифровизации в наукоемком секторе экономики // XLVI Академические чтения по космонавтике, посвященные памяти академика С.П. Королева и других отечественных ученых – пионеров освоения космического пространства (Москва, 25-28 янв. 2022 г.): сб. тез. всеросс. науч. конференции / РАН [и др.]; ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)». М: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2022. Т. 2. С. 87-89.
12. Управление цифровой трансформацией экономических систем : монография / С. Г. Фалько, М. А. Комиссарова, Е. М. Мартишин [и др.] ; под общей редакцией С. Г. Фалько ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана, Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М. И. Платова, - Новочеркасск : ЮРГПУ (НПИ) им. М. И. Платова, 2025. 296 с.
13. Гудкова О. Е. Анализ тенденций и перспективных направлений деятельности предприятий по техобслуживанию и ремонту автотранспорта // Вестник Московского университета имени СЮ Витте. Серия 1: Экономика и управление. 2025. №. 1 (52). С. 87-94.
14. P.A. Drogovoz, N.A. Kashevarova, V.A. Dadonov, T.G. Sadovskaya, M.K. Trusevich Industry 4.0 in Russia: Digital Transformation of Economic Sectors // Industry 4.0 in SMEs Across the Globe: Drivers, Barriers, and Opportunities / edited by J.M. Müller, N. Kazantsev. Boca Raton: CRC Press, 2021. P. 195-211. DOI: <https://doi.org/10.1201/9781003165880-15>.
15. Дроговоз П.А. Организационно-экономическое проектирование бизнес-архитектуры наукоемкого промышленного предприятия: Монография. М.: Ваш формат, 2018. 108 с., ил.
16. Bhatnagar, A., Mishra, S., & Jain, R. (2025). A Study on Real Options Valuation Vs. Traditional NPV in Capital Budgeting Decisions: A Comparative Study. International Journal of Research and Scientific Innovation. <https://doi.org/10.51244/ijrsi.2025.120500106>.
17. Shubina, S., Piskunov, R., Nitsenko, V., Miroshnyk, O., & Pelykh, D. (2025). Accounting and analytical support of the efficiency of fixed assets use in managing the efficiency of business processes of the enterprise. Financial and credit systems: prospects for development. <https://doi.org/10.26565/2786-4995-2025-1-07>.
18. Kovalchuk, T., & Verhun, A. (2020). Improvement of the method of analysis of asset management efficiency. Baltic Journal of Economic Studies, 5, 61. <https://doi.org/10.30525/2256-0742/2019-5-5-61-66>.

Раздел II

Контроллинг на промышленном предприятии

Контроллинг 5.0: человек как архитектор доверия в экономических решениях

Бушина Филип

кандидат экономических наук, доктор философии (Ph.D.), Elanor ICT / МГИМО МИД России, Прага, Чехия / Москва, Россия, filip.busina@elanor.cz

Аннотация. В статье рассматривается концепция Контроллинга 5.0 как новой модели управленческого мышления в условиях Индустрии 5.0. Основное внимание уделено роли человека как архитектора доверия — активного участника процесса принятия экономических решений, который соединяет аналитические возможности искусственного интеллекта с ценностями ответственности и эмпатии. Контроллинг 5.0 представлен как человекоцентричная система, в которой технологии, компетенции и доверие формируют единое пространство управленческой зрелости. Работа основана на синтезе международных стандартов менеджмента (ISO 9001, 31000, 30415, 42001), современных подходов к цифровой трансформации и эмпирических данных, полученных в результате опроса организаций Центральной и Восточной Европы. Практическая значимость исследования заключается в определении механизмов интеграции искусственного интеллекта в контуры управленческого контроля без утраты человеческого измерения решений. Контроллинг 5.0 трактуется как гибридная система доверительного управления, в которой технологии ИИ усиливают, а не заменяют человеческое суждение.

Ключевые слова: Контроллинг 5.0, человекоцентричное управление, доверие, искусственный интеллект, управленческая зрелость, предиктивная эмпатия.

Controlling 5.0: a person as an architect of trust in economic decisions

Filip Bušina

Candidate of Economic Sciences, Ph.D., Advisor to the Director for Business Development in Central and Eastern Europe, Elanor ICT / Central and Eastern Europe Region (Prague, Czech Republic), Doctoral Researcher, MGIMO University (Moscow, Russia)

Abstract. The article examines the concept of Controlling 5.0 as a new model of managerial thinking in the 5.0 Industry. The focus is on the role of a person as an architect of trust, an active participant in the economic decision-making process that combines the analytical capabilities of artificial intelligence with the values of responsibility and empathy. Controlling 5.0 is presented as a human-centered system in which technologies, competencies and trust form a single space of managerial maturity. The work is based on a synthesis of international management standards (ISO 9001, 31000, 30415, 42001), modern approaches to digital transformation, and empirical data obtained from a survey of Central and Eastern European organizations. The practical significance of the research lies

in determining the mechanisms for integrating artificial intelligence into the contours of managerial control without losing the human dimension of decisions. Controlling 5.0 is interpreted as a hybrid trust management system in which AI technologies enhance rather than replace human judgment.

Keywords: *Controlling 5.0, human-centered management, trust, artificial intelligence, managerial maturity, predictive empathy.*

Введение

Современный этап развития экономики определяется ускоренной цифровизацией и переходом от технократической парадигмы Индустрии 4.0 к человекоцентричной логике Индустрии 5.0 [1; 6; 7]. Если предыдущий этап был сосредоточен на автоматизации и повышении производительности [2; 5], то новая модель ориентирована на гармоничное взаимодействие человека и технологий, где доверие и ответственность становятся ключевыми категориями управленческой зрелости.

В этих условиях традиционный контроллинг эволюционирует от инструментов учёта и анализа к системе стратегического согласования и предиктивного управления [3; 8]. Появляется новая парадигма — Контроллинг 5.0, основанная на интеграции цифровых технологий, искусственного интеллекта и человеческих компетенций в единый контур доверительного управления. Его цель — не только оптимизация процессов, но и повышение качества экономических решений за счёт сочетания аналитической точности данных с эмпатическим пониманием их последствий.

Формирование концепции Контроллинга 5.0 связано с ростом роли данных и ИИ в управленческих процессах, расширением нормативной базы (ISO 9001, 31000, 30415, 42001) [16] и необходимостью включения этических аспектов в корпоративные стандарты. Человеческий фактор становится основным источником доверия, устойчивости и инновационного развития [11; 12].

Таким образом, Контроллинг 5.0 представляет собой человекоцентричную систему, в которой технологическая рациональность и ценности ответственности образуют синергетическую модель принятия решений. Человек в этой модели выступает архитектором доверия — посредником между данными и действием, между цифровой логикой и гуманистическим смыслом экономических решений.

Контроллинг 5.0 как новая управленческая парадигма

Развитие управленческих систем последних десятилетий отражает последовательный переход от автоматизации процессов (Индустрия 4.0) к человекоцентричной интеграции технологий и ответственности (Индустрия 5.0) [6; 7]. Если предыдущая парадигма концентрировалась на эффективности и стандартизации, то современный этап основан на доверии, этике и взаимодействии человека с искусственным интеллектом [11; 14].

В этой логике формируется концепция Контроллинга 5.0 — эволюция от инструментов учёта и анализа к системам предиктивного и этически осмысленного управления [3; 8; 14]. Его ключевая функция — не только обработка данных, но и интерпретация их управленческого смысла. Контроллинг 5.0 объединяет три взаимосвязанных измерения:

1. **технологическое** — применение ИИ, BI-аналитики и цифровых платформ для моделирования экономических эффектов;
2. **когнитивное** — вовлечение человека как интерпретатора данных и субъекта ответственности;
3. **этическое** — формирование культуры доверия и предиктивной эмпатии как управленческой способности снижать неопределённость решений [11; 12].

Эти измерения находят отражение в компетентностной модели Контроллера 5.0 (табл. 1), где системные уровни парадигмы переходят в конкретные управленческие навыки.

Эта парадигма предполагает переход от реактивного контроля к проактивному моделированию экономических сценариев, где решения принимаются не только на основе алгоритмов, но и с учётом человеческих последствий [13; 14]. Предиктивная эмпатия становится связующим звеном между данными и суждением, позволяя интегрировать аналитическую точность ИИ и гуманистические принципы ответственности.

Нормативно-методологическую основу Контроллинга 5.0 формируют международные стандарты ISO 9001, 31000, 30415 и 42001 [9; 16], обеспечивающие связь между качеством данных, управлением рисками и этикой ИИ. Их сочетание создаёт основу trust-based controlling loop — доверительного контура, в котором человек и технология выступают партнёрами в процессе принятия экономических решений.

Таким образом, Контроллинг 5.0 отражает новый этап управленческой мысли, где технологическая рациональность и человеческое суждение образуют единую архитектуру доверия, повышающую качество и устойчивость экономики.

Эмпирические результаты: цифровизация, компетенции и управленческая зрелость в странах ЦВЕ

Дизайн и выборка

Регион демонстрирует стадию «цифрового перехода»: низкая/средняя/высокая зрелость — 18 % / 70 % / 12 %; электронные подписи — 71 %, облачные HR-системы — 47 %, защищённая передача данных — 47 %, AI-аналитика (HR/payroll) — 12 % [4].

Продвинутый уровень чаще у компаний с ISO 9001 и ISO 27001, что указывает на связь нормативной зрелости и эффективности внедрения. Там устойчиво работает trust-based controlling loop (прозрачность, подотчётность, непрерывное улучшение). Вывод: зрелость в Контроллинге 5.0 определяется не объёмом автоматизации, а качеством компетенций работы с цифровыми инструментами и управленческой ответственности [16].

Барьеры и «цифровое неравенство»

Ключевые барьеры: стоимость технологий — 53 %, дефицит цифровых навыков — 47 %, сопротивление изменениям — 29 %, правовая и инфраструктурная неопределённость — по 24 % [4].

Отдельный вызов — digital divide между поколениями и уровнями управления: различается доступ к обучению и темпы адаптации. Следовательно,

трансформация требует не только техники, но и гуманистического измерения — переопределения компетенций и управленческой ответственности.

Философско-гуманистический контекст: «цифровое отчуждение» переосмысливает классическую проблему отчуждения труда; Фромм акцентирует, что знание и власть без понимания человека несут риски [15]; у Чапека (R.U.R.) — тезис о необходимости понимать человека, а не заменять его [10]. Отсюда — предиктивная эмпатия как способность предвидеть человеческие последствия решений: она не противопоставляется аналитике, а дополняет её, переводя контроллинг от учёта к понимающему предвидению.

Управленческая зрелость и компетенции персонала

Зрелость в 5.0 — интеграция технологической рациональности, когнитивной гибкости и этической ответственности. Ключевая метакомпетенция — предиктивная эмпатия (предвидение реакции людей, ценностная интерпретация данных, сочетание эффективности и этики).

Таблица 1. Управленческая зрелость и компетенции персонала

Группа компетенций Контроллера 5.0	Содержание	Ключевой результат
Технологические	Владение BI, ERP, AI-инструментами	Повышение точности анализа
Когнитивные	Критическое и системное мышление	Прогноз и моделирование
Этические	Доверие, прозрачность, ответственность	Этическое принятие решений
Гуманистические	Эмпатия, осознанность, понимание последствий	Устойчивость и вовлечённость

Источник: составлено автором по данным [4; 12].

Итог: зрелость — динамическая способность организации адаптироваться за счёт развития человеческого потенциала; технологии служат пониманию, а не наоборот.

Внешние контуры: аутсорсинг и compliance

Аутсорсинг HR и payroll — индикатор зрелости: операционные и комплаенс-задачи выносятся наружу, высвобождая ресурсы для аналитики и развития человеческого капитала. Использование аутсорсинга — 47 % (средне) и 29 % (очень часто); мотивы: compliance-экспертиза 76 %, экономия 65 %, техдоступ 47 %, фокус на core 41 % [4].

Compliance выходит за пределы банковского AML и становится универсальным механизмом доверия и правовой надёжности контрагентов. В логике Контроллинга 5.0 это не только контроль, но и элемент доверительного управления во внешнем контуре зрелости.

Этика и доверие к ИИ

Результаты показывают: успех внедрения ИИ напрямую связан с прозрачностью алгоритмов и объяснимостью решений. Доверие — не следствие цифровой зрелости, а её предпосылка. Позиции Чепелюка о феномене «цифрового доверия» [13] и Мчедловой, Клинина о границах этического применения генеративного ИИ [14] подтверждают, что ответственное

использование алгоритмов сохраняет центральную роль человека-интерпретатора.

Нормативную основу формируют стандарты ISO 42001 (менеджмент ИИ), ISO 37000 (корпоративное управление), ISO 26000 (социальная ответственность) [9; 16], обеспечивающие структурирование trust-based controlling loop, где данные, технологии и ценности соединены процедурно.

Обсуждение

1. Страны ЦВЕ находятся на стадии «цифрового перехода»: технологии внедрены, но механизмы доверительного взаимодействия часто не институционализированы [4].
2. Зрелость $\neq$ автоматизация: она формируется на пересечении компетенций, этики и осмысленного применения ИИ.
3. Аутсорсинг и compliance усиливают доверие во внешнем контуре, поддерживая стратегическую фокусировку организации.
4. Предиктивная эмпатия — ядро человекоцентричной зрелости: она соединяет точность аналитики с гуманистической ответственностью.

Итог: современный контроллер — это архитектор доверия, соединяющий цифровую рациональность и ценностное понимание. Контроллинг 5.0 — не просто система анализа, а методология организационной зрелости в цифровую эпоху.

Практическая импликация: архитектура Контроллинга 5.0 в странах ЦВЕ (сокращённая версия)

Современный контроллер — архитектор доверия, соединяющий финансовую аналитику, цифровые инструменты и этику управления. Ключевые компетенции включают data-literacy, владение BI/ERP/AI-аналитикой, знание стандартов ISO 9001, 27001, 31000, 30415, 26000, а также способность интерпретировать результаты ИИ с учётом ESG-факторов и человеческих последствий решений. Центральный элемент модели — предиктивная эмпатия: практическая способность предвидеть реакции людей и тем самым повышать качество экономических решений [16].

Методологические основания

Реализация Контроллинга 5.0 в организациях ЦВЕ опирается на trust-based controlling loop — доверительный цикл, где цифровые платформы, процессы и компетенции связаны непрерывной обратной связью между стратегическим управлением и операционной деятельностью. На практике контур включает три функциональных блока:

1. **AI-аналитику и предиктивное моделирование** — оптимизация KPI, сценарное прогнозирование и управление рисками;
2. **Комплаенс-контроль** — обеспечение прозрачности и этичности решений в соответствии со стандартами ISO 37301, 42001, 30415; [16]
3. **Человеческий фактор** — развитие цифровых, когнитивных и этических навыков персонала.

Такой подход объединяет финансово-аналитический контур с

управлением рисками и компетенциями, переводя цифровизацию из набора инструментов в архитектуру человекоцентричной зрелости [7; 8].

Таблица 2. Архитектурная модель trust-based loop

Уровень управления	Основные процессы и инструменты	Нормативная база
Стратегический	KPI, ESG-цели, риск-рамки; BI/AI dashboards	ISO 9001, 31000, 37000, 9004
Операционный	Мониторинг процессов, прогнозирование; ERP, ESP/IP, Jira, Confluence	ISO 27001, 56002
Компетентностный	Обучение, оценка навыков; HRIS, Learning Platforms, AI-Assistant	ISO 30415, 42001
Этическо-комплаенсный	Соответствие, инциденты, AML; compliance-порталы, audit-logs	ISO 37301, 37002, 26000

Источник: составлено автором по данным [4; 7; 8; 16].

Логика модели: стратегический уровень формирует цели, операционный обеспечивает реализацию, компетентностный — развитие человеческого капитала, а этический — гарантирует доверие и прозрачность. Таким образом, аналитическая точность дополняется предиктивной эмпатией, а решения становятся объяснимыми и принимаемыми пользователями.

Roadmap внедрения

Переход к Контроллингу 5.0 рекомендовано строить как последовательность пяти шагов:

1. Диагностика зрелости (Digital Maturity/AI Assessment по ISO 9004, CMMI);
2. Проектирование архитектуры (процессы, роли, RACI; QMS-индикаторы);
3. Развитие компетенций (data-literacy, аналитика, риск-мышление);
4. Интеграция AI и комплаенса (AI-governance, explainability, audit-trail);
5. Непрерывное улучшение (feedback-loop, ESG/KPI-мониторинг).

Такой Roadmap переводит концепцию из теории в операционную практику и адаптирован к институциональным условиям ЦБЕ [4; 7].

Кейс: Elanor ICT (ЦБЕ, 2020–2025)

Практическая модель гибридного контроллинга реализована на платформе ESP/IP, интегрированной с инструментами Jira, Confluence и модулем AI Assistant, выполняющим функции процессного консультанта, предиктивного аналитика и координатора комплаенс-контроля [4]. Изменения фиксируются через процедуры CR-1 / CR-2, обеспечивающие трассируемость и согласование.

Ключевая особенность модели — human feedback loop: пользователи выступают не только поставщиками данных, но и соавторами алгоритмов, что повышает объяснимость решений и уровень доверия.

Результат — устойчивый доверительный контур, где цифровая точность сочетается с ценностной надёжностью управления, воплощая принципы Контроллинга 5.0 в реальной корпоративной практике.

Рекомендации

- Проводить регулярный аудит цифровой зрелости (интеграция AI/QMS/ISMS/HRIS).
- Встроить комплаенс во внутренние процессы контроллинга (включая AML/ESG-проверки контрагентов).
- Развивать компетенции в AI-этике и риск-менеджменте как базу управленческой зрелости.
- Применять ESG-индикаторы в KPI и отчётности.
- Обеспечить прозрачность и объяснимость алгоритмов (explainable AI) для укрепления trust-based loop и снижения институциональных рисков [4; 7; 8].

Итог практического раздела

Контроллинг 5.0 формирует новую управленческую архитектуру, где международные стандарты, цифровые технологии и человеческие компетенции действуют согласованно. Trust-based controlling loop позволяет организациям ЦВЕ перейти от фрагментарной цифровизации к устойчивым и этичным системам управления; человек остаётся активным интерпретатором и соавтором решений. Практический эффект — рост управленческой зрелости, прозрачности и доверия; стратегический результат — синтез аналитики и эмпатии как нового критерия качества управления (ISO 9000/31000/42001/26000; [4; 7; 8; 16]).

Заключение

Проведённое исследование подтвердило, что управленческие системы Индустрии 5.0 требуют не новых технологий, а нового понимания их взаимодействия с человеком. Контроллинг 5.0 представляет собой человекоцентричную парадигму, в которой цифровая аналитика и искусственный интеллект дополняются этическими и гуманистическими принципами. Ключевым элементом является предиктивная эмпатия — способность управленческой системы предвидеть человеческие реакции и встраивать их в анализ и принятие решений.

Основные выводы.

- Теоретически обоснована модель Контроллинга 5.0 как системы доверительного управления, где технологическая точность сочетается с когнитивной гибкостью и ответственностью. Парадигма опирается на международные стандарты ISO 9001, 31000, 30415 и 42001, формируя архитектуру качества и этики управления [16].
- Эмпирический анализ 698 организаций ЦВЕ показал, что регион находится на этапе цифрового перехода: уровень зрелости $\approx 70\%$, главные барьеры — стоимость технологий и дефицит цифровых навыков. При этом зрелость определяется не автоматизацией, а качеством компетенций и доверия.
- Практически подтверждена эффективность модели trust-based controlling loop, объединяющей AI-аналитику, комплаенс-контроль и человеческие компетенции в единый управленческий контур.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку

методов количественной оценки доверия и эмпатии в цифровых системах, а также на сравнение реализации Контроллинга 5.0 в странах ЕС, ЕАЭС и Азии. Необходимо создание единой методологии человекоцентричной сертификации управленческих систем, объединяющей стандарты ISO и принципы ESG.

Контроллинг 5.0 — это смена управленческой парадигмы: человек становится архитектором доверия, а технологии превращаются из инструмента контроля в инструмент понимания и ответственности. Будущее Индустрии 5.0 определяется не уровнем автоматизации, а способностью организаций понимать человека в системе управления.

Литература

1. Бушина Ф. Цифровая архитектура бизнес-процесса в транснациональной компании: роль человеческого фактора в различных бизнес-моделях и институциональные различия // Экономика и управление: проблемы, решения. — 2025. Т. 3, №8. — С. 196-206. — DOI: 10.36871/ek.ur.p.r.2025.08.03.020.
2. Бушина Ф. А. Адаптация системы контроллинга промышленного предприятия к изменениям внешней среды. — Дисс. ... канд. экон. наук. — Москва: МГТУ «СТАНКИН», 2015.
3. Карминский А. М., Фалько С. Г., Жевага А. А. Контроллинг. — Москва: ИД Форум, 2024. — 272 с.
4. Elanor ICT. Отчёт о цифровой трансформации HR-процессов в странах Центральной и Восточной Европы (2024–2025). — Прага: Elanor Research Department, 2025.
5. Horváth P., Weber J. Controlling. — Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 2014.
6. Тарасов И. В. Технологии Индустрии 4.0: влияние на повышение производительности промышленных компаний // Стратегические решения и риск-менеджмент. — 2018. — № 2. — С. 62–69.
7. Цифровая экономика и «Индустрия 4.0»: проблемы и перспективы: труды научно-практической конференции / под ред. А. В. Бабкина. — СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2017. — 685 с.
8. Falko S. G. Controlling and Trust in Digital Governance // Экономика и менеджмент в цифровую эпоху. — 2023. — № 3. — С. 44–57.
9. OECD. Artificial Intelligence, Trust and Accountability. — Paris: OECD Publishing, 2021.
10. Чапек К. R.U.R. (Россумовы универсальные роботы). — Прага: Aventinum, 1920 [рус. пер. М.: Иностранная литература, 1965]. — 120 с.
11. Мамонтова Н. Ю. Перспективы использования технологий искусственного интеллекта в менеджменте // Вестник современных исследований. — 2025. — № 4. — С. 112–124.
12. Могила Н. С., Алеников А. А. Эмпатия как инструмент управления в высокоэффективных проектах // Менеджмент и психология организации. — 2025. — № 2. — С. 45–59.
13. Чепелюк С. Г. Цифровое доверие и этика государственного управления в экономике данных // Вестник МГИМО. — 2023. — № 6. — С. 14–27.
14. Мчедлова М. М., Клинин Д. М. Этика искусственного интеллекта в корпоративных решениях // Цифровое право. — 2024. — Т. 5, № 1. — С. 33–42.
15. Фромм Э. Иметь или быть? Москва: АСТ, 2016. — 320 с. — ISBN 978-5-17-095461-2.
16. Международные стандарты ISO серии 9000, 31000, 30415, 37000, 37301, 42001, 26000 и др. Quality Management, Risk Management, Human Resource Management, Governance, Compliance, Artificial Intelligence Management, Social Responsibility. — Женева: International Organization for Standardization (ISO), 2010–2023 гг.

УДК 338.2, JEL Classification: C51, B40

Управление общехозяйственными затратами предприятия промышленности России

Золотова В.А.

доцент, к.э.н., доцент кафедры «Экономическая теория и прикладная экономика» МАИ, ученый секретарь НТС АО «НТЦ «Атлас», veragrey@yandex.ru.

Аннотация. Поиск и высвобождение финансово-экономических резервов для осуществления инновационной деятельности предприятиями промышленности России является важной и сложной задачей, стоящей перед управленческим персоналом этих предприятий. В статье приведен способ увеличения финансово-экономических показателей за счет изменения расчета, начисления и выплаты заработной платы, относимой к накладным затратам предприятия. На эмпирическом примере проведена оценка чувствительности финансово-экономических показателей в разрезе планового бюджета предприятия промышленности России от проведенных мероприятий. Также приведены отрицательные стороны предлагаемых мероприятий и способы их устранения.

Ключевые слова: общехозяйственные затраты, заработная плата, остаток денежных средств, чистая прибыль, среднегодовая заработная плата.

Management of general economic costs of industrial enterprises in Russia

Veronika Zolotova

Candidate of Economic Sciences, docent, Associate Professor of the department 507 of the MAI, Scientific Secretary of JSC NTC Atlas, Moscow

Abstract. The search and release of financial and economic reserves for the implementation of innovative activities by Russian industrial enterprises is an important and difficult task facing the management personnel of these enterprises. The article provides a way to increase financial and economic indicators by changing the calculation, accrual and payment of wages related to overhead costs of the enterprise. Using an empirical example, an assessment of the sensitivity of financial and economic indicators in the context of the planned budget of a Russian industrial enterprise from the measures taken has been carried out. The negative aspects of the proposed measures and ways to eliminate them are also given.

Keywords: general economic expenses, wages, cash balance, net profit, average annual salary.

Введение

Раскрытие механизмов устойчивого экономического роста и успешное внедрение новаций (инноваций) является актуальной темой изучения мировым экономическим сообществом. Представление модели роста через творческое разрушение подчеркивает общемировую значимость проблем внедрения инноваций для обеспечения непрерывности экономического роста, получения инновационных прорывов, новых критических технологий и качественно новых знаний. Одновременно с этим можно констатировать снижение возможностей свободного межстранового сотрудничества исследователей в разных сферах и их ограничение известными межстрановыми блоками.

Нематериальные активы, которые не отражаются в бухгалтерском учете, в настоящее время обладают потенциалом развития предприятия [1]. Знания, навыки и компетенции сотрудников способствуют созданию конкурентных преимуществ и развитию фирмы в долгосрочной перспективе [1-3]. Если разделять интеллектуальный капитал на человеческий капитал, структурный капитал и реляционный капитал [4], наиболее значимым в настоящее время является человеческий капитал, поскольку он наиболее влияет на эффективность организации. Одним из важнейших инструментов привлечения интеллектуального капитала и его удержание, основой мотивации работника является оплата труда, особенно в настоящее время, когда экономика, основанная на знаниях, стала формирующейся нормой в современном обществе. На национальном уровне получаемая заработная плата раскрывает способность страны платить ожидаемую сумму за выполненную работу и оценивать выгоды, создаваемые работниками для всей экономики [5].

В отечественной экономике сложилась ситуация, в которой предприятия промышленности России испытывают затруднения при осуществлении инновационной деятельности. Внешняя среда, демонстрировавшая давление конкуренции предпринимательских структур, в настоящее время демонстрирует согласованное агрессивное давление не только предпринимательских, но и государственных структур, финансовых институтов и других участников международных хозяйственных отношений. Несмотря на наличие значительного опыта противодействия различным кризисообразующим факторам, необходимо отметить большое число негативных последствий, в том числе ухудшение финансово-экономического состояния некоторых предприятий промышленности и потребность в государственной, кредитной и иных видах поддержки.

Наиболее сильное негативное влияние испытывают участники экономических отношений, для которых инновационная деятельность не является основной хозяйственной в силу необходимости управленческого персонала сконцентрироваться на основных видах деятельности предприятия. Одновременно с этим управленческий персонал предприятий промышленности России вынужден переходить в режим повышенного риска для изыскания финансирования инновационных контрактов с целью выпуска инновационной продукции (особенно при отсутствии чистой прибыли организации или её недостаточности). Повышается потребность оценки возможностей предприятия промышленности России для финансирования таких внутренних работ,

изыскания дополнительных финансово-экономических резервов для дофинансирования уже реализующихся.

Управление оплатой труда работников предприятия промышленности России имеют значительный потенциал для его дальнейшего развития. В условиях ухудшения финансово-экономического состояния предприятий поиск, описание и оценка положительного влияния различных мер и мероприятий в совокупности с рекомендациями на основе эмпирического опыта и научного обоснования является необходимым и востребованным знанием, который может предложить научное сообщество.

В данной работе проведен анализ вклада одного из возможных нетривиальных мероприятий по концентрации и сбережению ресурсов предприятия для высвобождения финансовых возможностей организации в целях осуществления инновационной деятельности на основе изменения системы оплаты труда работников предприятия.

Обзор публикаций, теоретическая основа и методология

Зарботная плата отражает востребованность специалиста, имидж профессии, его квалификацию, конкурентоспособность на рынке труда [6,7]. Она представляет собой вознаграждение, выплачиваемое работникам за использование имеющейся рабочей силы, соответствующее общему уровню цен и показывающее фактическую стоимость труда [5]. Именно заработная плата является основным источником дохода работника, определяет выбор профессии и рабочего места. Задача установления заработной платы для реализации целей развития предприятия затрагивает интересы различных групп, в том числе работников предприятия, руководство предприятия, государственные и муниципальные органы власти. Формирование оплаты труда работника предлагается в настоящее время на основе различных подходов и концепций [6, 8, 9]. Кроме того, значительной статьей затрат при формировании структуры цены заказа являются затраты на заработную плату (далее - ФОТ) и обязательные отчисления от суммы таких затрат. Наибольший вес затрат на ФОТ в структуре цены заказа достигает от 85% до 94% [10, 11].

При формировании себестоимости продукции, свыше 100% от фонда основной заработной платы основных производственных рабочих составляет размер накладных затрат. В условиях, когда заработная плата основным производственным рабочим – статья затрат, которую руководители производственных предприятий в настоящее время вынуждены удерживать на высоком уровне, накладные затраты рассматриваются управленческим персоналом как средство регулирования себестоимости продукции.

Значительный размер в накладных затратах составляет заработная плата работников, относимых к общепроизводственному и общехозяйственному персоналу. Содержание штата вспомогательных работников обусловлено наличием сложной системы ценообразования (оформление и ведение заказов ГОЗ, заказов единственного поставщика, цена зафиксирована в ФАС, необходимость соблюдения законов о государственных закупках и др.), значительным количеством обязательной отчетности и др.

Данная работа нацелена на преодоление недостатка открытых знаний о

влиянии неравномерного начисления и выплаты заработной платы на состояние предприятия промышленности России в финансово-экономическом аспекте. В дополнение к работам авторов [12-15] выполняется анализ задач профильного прогнозирования, на эмпирическом примере проводится прогнозная оценка финансово-экономического результата деятельности предприятия промышленности России в разрезе чувствительных показателей состояния на один календарный год.

При выполнении прогнозирования состояния предприятия в условиях изменения порядка расчета, начисления и выплаты заработной платы, относимой на накладные расходы решены три группы задач:

- задача оценивания чувствительности к выбранному внешнему неблагоприятствованию, согласно методологии [16, 17];
- задача оценивания чувствительности к выбранному мероприятию противодействующего характера согласно методологии [16, 17];
- проверка нормативно правовой допустимости выбранного мероприятия противодействующего характера.

Во всех случаях базовая прогностическая технология предусматривает классическое прогнозирование состояния предприятия для некоторой точки факторного пространства, в том числе задаваемого в области векторного пространства характеристик неблагоприятствования с использованием информационно-аналитического инструментария обоснования принимаемых управленческих решений, внедренного на рассматриваемом предприятии.

Для заявленных тематических концептуальных построений было сочтено целесообразным использовать междисциплинарный теоретический комплекс, включающий теорию организации, стратегический менеджмент, системный анализ, инновационный менеджмент. Теоретической основой исследования выступили работы по формированию методологии управления предприятием промышленности России в различных внешних и внутренних условиях функционирования [16, 17]. Закономерности финансирования выполнения контрактов, основы формирования структуры цены заказа предприятия промышленности России и вычисление финансово-экономических показателей деятельности предприятия промышленности России базируется на работах Дмитриева О.Н. [18], Новикова С.В. [19].

В качестве исследовательской базы рассматривались плановые эмпирические данные предприятия промышленности России на 2026 календарный год. Все значения затрат и финансово-экономических показателей нормированы (имеют единицу измерения условные единицы) с сохранением закономерностей изменения данных показателей и вклада исследуемых мероприятий.

Результат и обсуждение

Применение системы среднегодовой заработной платы с привязкой к росту выплат заработной платы к периоду наибольшего закрытия договоров с заказчиками позволяет совместить периоды наибольшего поступления денежных средств от закрытых договоров и выплаты заработной платы работников. Такой подход к начислению и выплате заработной платы

рассмотрен применительно к фонду заработной платы работников, относимых к общехозяйственным (накладным) затратам на 26 счет бухгалтерского учета. Изменяемая часть заработной платы представляет собой систему начисления премиальной части, которая (в отличие от сложившейся системы определения неизменного процента от оклада) является варьируемой величиной. Финансово-экономическую оценку применения указанной системы оплаты труда на показатели состояния предприятия промышленности России целесообразно выполнить в разрезе показателей чистой прибыли и остатков денежных средств на конец периода. Также возможно представить изменение динамики начисления заработной платы в составе накладных расходов предприятия промышленности России.

На рис. 1 представлена динамика изменения размера остатка собственных средств предприятия промышленности России для случаев стационарной и подвижной заработной платы.

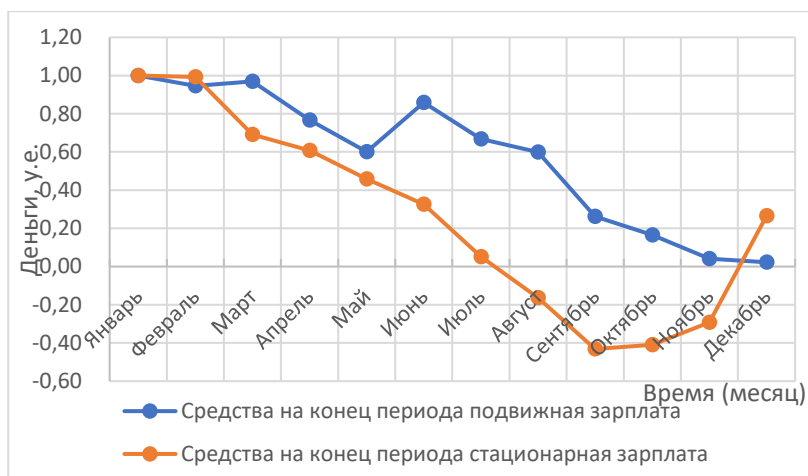


Рис. 1 Остаток собственных средств предприятия (план на 2026 год)

Из рис. 1 видно, что в случае начисления и выплат стационарной заработной платы, предприятию требуется привлекать кредит под оборотные средства в период с июля по ноябрь в течение календарного года. Если рассматривать ситуацию с подвижной заработной платой, привлечение кредита для финансирования деятельности предприятия промышленности России в течение календарного года не требуется. Также следует указать, что в случае стационарной заработной платы более высокое значение остатка денежных средств на конец календарного года связан с их накоплением на выплату заработной платы и годовой премии работникам предприятия в январе следующего календарного года (для данного примера январь 2027 года). Наибольший эффект подвижного начисления и выплаты заработной платы в составе общехозяйственных затрат достигается для показателя остаток собственных денежных средств на конец периода предприятия промышленности России.

Другим чувствительным показателем к изменению метода расчета, начисления и выплаты заработной платы в составе накладных затрат является

чистая прибыль предприятия промышленности России. На рис. 2 представлена динамика плановой чистой прибыли предприятия промышленности России на 2026 календарный год.

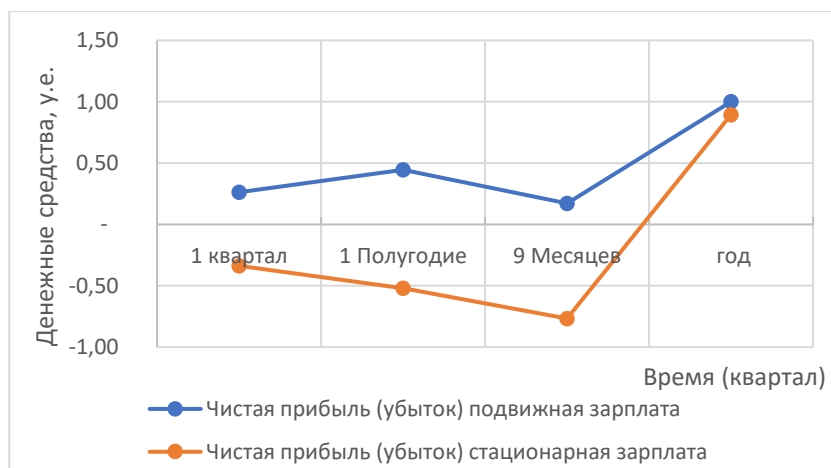


Рис. 2 Динамика плановой чистой прибыли (нарастающим итогом)

Из рис. 2 видно, что в случае применения метода изменяемой заработной платы в составе накладных расходов, предприятие промышленности России избегает получение трех кварталов убытков в течение календарного года согласно плановым данным. Можно сделать предварительный вывод, что предприятие промышленности России снижает риск получения убытков в течение календарного года от незапланированного события, влияющего на показатель чистой прибыли. Также необходимо указать на рост значения чистой прибыли предприятия промышленности России на 10,5% на конец календарного года за счет экономии средств на выплату процентов от пользования кредитом.

На рис. 3 представлена динамика начисления заработной платы в составе накладных затрат предприятия промышленности России.

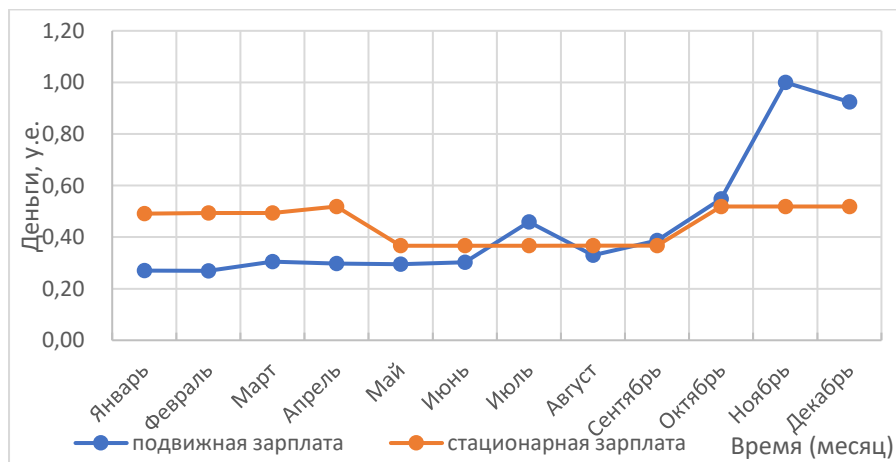


Рис. 3 Динамика начисления заработной платы в составе накладных затрат

Из рис. 3 видно, что размер начисленной заработной платы при подвижном начислении и выплаты заработной платы в составе накладных затрат приблизительно в два раза ниже суммы начисленной и выплаченной заработной платы в составе накладных затрат по сравнению со стационарной заработной платой. При этом при подвижной заработной плате наибольшие ее начисления и выплаты попадают на четвертый квартал календарного года.

Необходимо отметить об обязательности соблюдения законодательства о минимальной заработной плате и оценивать разумность размера минимальной заработной платы за первое полугодие при применении метода подвижной заработной платы в составе накладных затрат. Такой подход может быть непривлекательным для работников данных предприятий, однако установление общей средней заработной платы работников предприятия за календарный год выше средних значений на аналогичных предприятиях отрасли позволит сохранить кадры.

Одной из существенных отрицательных сторон данного мероприятия является трудоемкий процесс перехода всех указанных работников на новую систему начисления и выплаты заработной платы. Ввиду сложностей реализации перехода применение такой практики целесообразно для среднесрочного периода. Соответственно результат, который посчитан на основе эмпирического опыта на один календарный год целесообразно распространить на весь период стратегического планирования финансово-экономического состояния предприятия промышленности России. Возможно предусмотреть вариант временного применения такого мероприятия до стабилизации и улучшения состояния предприятия промышленности России.

Выводы

1. В настоящее время научное сообщество с области экономики сосредоточено на установлении закономерностей поддержания устойчивого экономического роста посредством разработки и внедрения инноваций.

2. , Для многих предприятий промышленности России, выпускающих сложную высокотехнологичную (наукоемкую) продукцию существует проблема финансово-экономического обеспечения инновационной деятельности, которая усугубляется под влиянием внешних неблагоприятиствований.

3. Существует метод концентрации и экономии финансово-экономических ресурсов предприятия промышленности России, основанный на изменении порядка расчета, начисления и выплаты заработной платы работников, относимых к общехозяйственным затратам.

4. Эмпирически установлено влияние представленного метода на два показателя состояния (на основе применения информационно-аналитического инструментария принятия управленческих решений): чистая прибыль предприятия и остаток денежных средств предприятия на конец периода.

5. Значения остатка собственных средств предприятия промышленности России на конец периода позволяют отказаться от использования заемных средств для финансирования выполнения текущих заказов согласно прогнозным расчетам на один календарный год.

6. Применение метода изменения порядка расчета, начисления и выплаты заработной платы, относимой на общехозяйственные расходы, позволяет увеличить прибыль предприятия на 10,5% на конец календарного года.

7. К негативным эффектам от применения данного мероприятия можно отнести: риск потери кадров предприятием, длительная процедура разработки и внедрения регламентов расчета заработной платы, целесообразность (вынужденность) применения данного метода расчета, начисления и выплаты заработной платы в течение длительного периода времени (среднесрочного, долгосрочного периода).

Литература

1. Xu, J., & Liu, F. The impact of intellectual capital on firm performance: A modified and extended VAIC model. *Journal of Competitiveness*, 2020, 12(1), 161-176.
2. Alvino, F., Di Vaio, A., Hassan, R. & Palladino, R. Intellectual capital and sustainable development: a systematic literature review. *Journal of Intellectual Capital*, 2021, Vol. 22 No. 1, pp. 76-94.
3. Shahwan, T. M., Habib, A. M. Does the efficiency of corporate governance and intellectual capital affect a firm's financial distress? Evidence from Egypt. *Journal of Intellectual Capital*, 2020, Vol. 21(3), pp. 403-430.
4. Aljuboori, Z. M., et al. Intellectual capital and firm performance correlation: The mediation role of innovation capability in Malaysian manufacturing SMEs perspective. *Sustainability*, 2022, 14(1), 154-181
5. Okunevičiūtė Neverauskienė, L., Ginevičius, R., & Danilevičienė, I. The influence of wage and employment on competitiveness: An assessment. *Journal of Competitiveness*, 2024, 16(4), 83-105.
6. Leoni R., Gritti P. Institutional wage setting, distinctive competencies and wage premia. *Italian Economic Journal*, 2017. 3(1), 71-111.
7. Bassier I., Ranchhod V. Can minimum wages effectively reduce poverty under low compliance? A case study from the agricultural sector in South Africa. *Review of Political Economy*, 2024, 36(2), 398-419.
8. Bargain O., Peichl A. Own-wage labor supply elasticities: Variation across time and estimation methods. *IZA Journal of Labor Economics*, 2016, 5(10), 1-31.
9. Leap B., Stalp M. C., Kelly K. Reorganizations of gendered labor during the COVID-19 pandemic: A review and suggestions for further research. *Sociological Inquiry*, 2023, 93(1), 179-200.
10. Zolotova V. A. Industrial Innovation in Russia Today. *Russian Engineering Research*. 2023, 43 (10), 1289-1293.
11. Кругляева А. Е. Анализ влияния трудоемкости выполнения НИОКР на структуру цены разработки изделий авиационной техники. *Вестник Академии знаний*, 2024, 2(61), 236-241.
12. Демченко О.Ф. Моделирование организационной структуры предприятия / Монография: М.: Доброе слово, МАИ, 2004 - 235 с.
13. Демченко О.Ф. Методология математического моделирования организационных структур авиационно-промышленного комплекса Российской Федерации / Монография – М.: КноРус, 2011 - 315 с.
14. Блошенко А.А. Технология интегрального оценивания устойчивости финансово-экономического состояния предприятия российской промышленности / Дисс. ... кандидата экономических наук: 08.00.05 – М.: Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), 2009 - 192 с.
15. Новиков С. В., Дмитриев О. Н. Проецирование программ перспективного научного развития в финансово-экономическое пространство. Наука в инновационном процессе: Материалы международной научно-практической конференции, Москва, 01–02 декабря 2021 года. – Москва: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем развития науки Российской академии наук, 2021. 246-252.
16. Дмитриев О.Н., Екшембиев С.Х., Любаева Ж.И., Ковальков Ю.А., Минаев Э.С. Стратегическое управление корпорацией (фундаментальные и прикладные проблемы) / 2-е издание (исправленное и дополненное) / Монография – М.: Доброе слово, 2013 – 573 с.

17. Бодрунов С.Д., Дмитриев О.Н., Ковальков Ю.А. Авиационно-промышленный комплекс России на рубеже XXI века: проблемы эффективного управления / В двух томах / Монография - СПб: Корпорация "Аэрокосмическое оборудование", 2002 – 549/472 с.
18. Дмитриев О.Н. Основы общей теории современной российской коммерческой организации // 2-ое издание, исправленное и дополненное, ISBN 5-89796-144-1 – М.: Доброе слово, 2005 - 440 с.
19. Новиков С. В. Трансформация механизма управления затратами на производственно-технических персонал. СТИН. 2023, № 10, С. 40-43.

УДК: 001.8; 338.24; JEL classification: O12; O33

Эволюция себестоимости как зеркало экономического развития

Косолап Е.Ю.

старший преподаватель кафедры «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана

Аннотация. Показано, что изменения в структуре себестоимости отражают развитие экономики, а эволюция техники формирует практический интерес к использованию искусственного интеллекта в экономике будущего. Информатизация процессов и производства, цифровизация технологий ставят в первый ряд проблемы важности учета структуры себестоимости без использования человека при организации труда.

Ключевые слова. Экономика, себестоимость, искусственный интеллект, промышленная революция, технологические уклады.

The evolution of cost as a mirror of economic development

Ekaterina Kosolap

senior lecturer of the Department Economics and industrial engineering, BMSTU.

Annotation. It is shown that changes in the cost structure reflect the development of the economy, and the evolution of technology creates a practical interest in the use of artificial intelligence in the economy of the future. Informatization of processes and production, digitalization of technologies put in the first row the problems of the importance of considering the cost structure without using a person in the organization of work.

Keywords. Economics, cost, artificial intelligence, industrial revolution, technological patterns.

Введение

Экономисты и менеджеры не задумываются в своей повседневной практике о том, что такое себестоимость и как, когда она появилась и какую роль играет в причинах создания товаров. Процесс формирования понятия себестоимость и превращение его в экономическую категорию длился всю вторую половину XIX в. И на рубеже XX в. себестоимость, в привычном для нас понимании как стоимость для себя, стала использоваться в научной экономической литературе. С развитием и усложнением технологий промышленного производства и проблем учета затрат, себестоимость

привлекала все большее внимание, постепенно обретая сложную структуру статей и разделившись на два самостоятельных направления: смету затрат и калькуляцию.

Себестоимость и ее основные показатели

В дореволюционной (до 1917 г.) литературе для определения категории себестоимость использовались понятия: своя цена, своя стоимость, фабричная стоимость и др. В 1916 г. Р.Я. Вейцман (1870-1936) ввел в обиход понятие калькуляция, как расчет себестоимости. Русский (и советский) ученый В.И. Стоцкий (1894-1941) разрабатывал теорию калькуляции. Д. Никольсон, Д. Рорбах (20-е годы XX в.) калькуляцией называли науку, задача которой являлся учет и анализ стоимости различных статей расходов. В 40-50-х годах появилось понятие калькулирование. И.И. Поклад в 1966 г. писал об исчисление (калькулировании) по статьям расходов себестоимости единицы продукции (вида работ) и называл это калькуляцией.

А. Кальмес (1881-1967) сформировал теорию калькуляции и теорию промышленного учета. Калькуляции, согласно Кальмесу, бывают 2-х видов [2]:

- единичные, когда все затраты относятся на определенный объект. В современном значении этот объект – объект отнесения затрат (ООЗ);
- валовые, в этом случае все затраты делятся на количество выработанной продукции. Сейчас – удельная себестоимость.

Самые первые попытки расчета себестоимости появились в начале XX в., но уже Г. Эмерсон (1853-1931) писал в 1911 г. [3] о «концепции естественных затрат», учитывающих самые существенные и естественные затраты. Он считал, что даже при одинаковой производительности труда себестоимость будет разной. В той работе одной из первых появляется понятие «себестоимость».

В своей основной работе проф. ИМТУ Н.Ф. Чарновский (1868-1938) писал, что себестоимость формируется из 3 слагаемых: израсходованного материала; оплаты труда рабочим; накладных расходов [4].

В настоящее время она представлена двумя информационными формами: сметой затрат и калькуляцией. Первая, смета затрат, представляет собой сумму расходов необходимых для производства планового объема продукции, конкретного заказа или выпуска продукции в течение года. Именно смету затрат чаще всего и называют, по умолчанию, себестоимостью.

Вторая, калькуляция, выражает расходы предприятия на производство и реализацию единицы продукции. Калькуляция приобрела свое место в экономике как основа для определения цены производства и определения эффективности управленческих решений.

Смета затрат является бюджетом (планом) расходов и определяет сумму денежных средств, необходимую для исполнения (производства, выполнения, оказания) запланированного объема продукции (изделий, работ или услуг). Сумма сметы является контрольной величиной для менеджера. Но внутри сметы возможно перераспределение расходов. А фактическое отклонение отдельных статей (как в сторону увеличения, так и при сокращении) от плановых показателей должно являться поводом для анализа менеджментом.

Калькуляция служит основой для: расчета расходов на единицу продукции

и установления ее цены по условиям производства; определения многих показателей эффективности использования издержек производства. Поэтому требования к точности и обоснованности определения статей калькуляции должны быть первоочередными задачами менеджмента.

Значение себестоимости нельзя переоценить не только для экономики, но и для других общественных наук. Одним из объяснений этого является тот факт, что при производстве продукции менеджмент первоначально осуществляет расходы, направление и величина которых определяют будущий размер прибыли.

Себестоимость, подчинена логике следования за прогрессом, отражением которого являются технологические уклады (ТУ).

Для понимания взаимосвязи чередования ТУ, становления и эволюции себестоимости необходимо:

- Проанализировать процесс формирования себестоимости и эволюцию ее расчета.
- Рассмотреть и выделить те статьи себестоимости, которые изменяла смена ТУ и возможность появления новых статей, при цифровизации экономики.
- Дать прогноз касательно дальнейшего изменения статей и структуры себестоимости продукции при использовании информационных технологий.

Закономерная смена технологических укладов

Технологический уклад – это совокупность сопряженных производств, имеющих единый технический уровень и развивающихся синхронно. Смену доминирующих в экономике технологических укладов предопределяет не только НТП, но и инерция мышления общества: новые технологии появляются значительно раньше их массового освоения.

Предполагается существование всего 6-ти технологических укладов. Авторы Д. Львов и С. Глазьев в своей классификации ТУ [5] отводят на существование каждого 150 лет, причем уже через 25 лет с начала распространения уклада, наступает доминирование воспроизводственных процессов, в дальнейшем характерных для всего уклада. И доминирование это длится примерно 100 лет, до полной смены следующим ТУ (рис. 1).

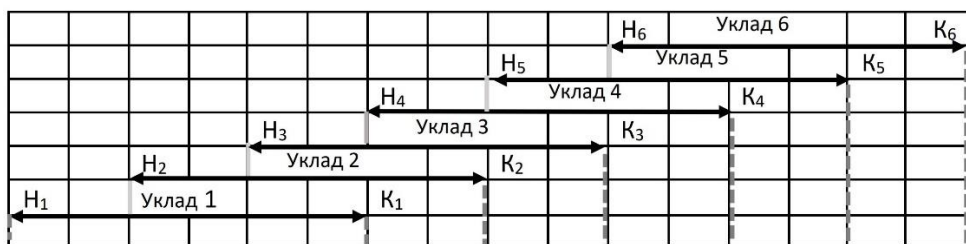


Рис. 1. Длительность технологических укладов по классификации Д. Львова и С. Глазьева.

↔ Длительность технологического уклада, | - Начало технологического уклада (Н), | - Окончание технологического уклада (К).

Технологические уклады, которые были сформулированы и сформированы еще в середине XX века, не предполагали быстрого ускорения технологического развития в связи с появлением новых информационных технологий, основанных на изобретении мобильного телефона, интернета и персонального компьютера. Данное ускорение ведет, уже в ближайшем будущем, к сокращению цикла текущего технологического уклада и появлению новых рынков, форм бизнеса и взаимодействия, которые не могут быть вписаны в традиционные схемы учета, а общепризнанные статьи себестоимости не могут быть применены в том формате, к которым мы привыкли.

Изменение в составе себестоимости при смене ТУ

Состав и структура себестоимости менялась вместе со сменой ТУ. Само понимание категории себестоимость устоялось только на рубеже XX века, хотя ее предпосылки появились еще во времена мануфактурного капитализма. Уже тогда предприниматель понимал, что производство продукции сопряжено с расходом некоторой фиксированной суммы денег. Превышение суммы выручки над этой суммой и считалось прибылью. Необходимость обозначения стоимости производства и реализации продукции как себестоимость возникла вместе с появлением конкуренции производителей на рынке товаров. Вторая Промышленная революция перевела машинное производство на использование электроэнергии, увеличив кратно производительность труда. Конкурентное производство, в своей основе, держится на двух ипостасях: постоянной смене выпускаемой продукции и углублении разделения труда. А. Смит начал свой труд о богатстве народов с главы о разделении труда, а К. Маркс – «Капитал» с раздела о товаре и деньгах. Общий итог этого (развития конкуренции) подвел Й. Шумпетер, когда писал о необходимости смены выпускаемой продукции.

Технологические революции, как составные части промышленных революций, требовали пересмотра к расходам, предшествующим производству и последующей, после реализации продукции, прибыли. Конкуренция и риски рыночного капитализма отложили свой отпечаток на возникновении и становлении структуры себестоимости. Первоначально в состав себестоимости входили труд и материалы и накладные затраты. Постепенно, с развитием промышленного капитализма изменился и состав себестоимости, и ее структур. Наиболее сложной структура будет сформирована во время функционирования 6-го ТУ. В ней будет значительная доля материальных затрат, затрат на обеспечение производства программными продуктами. А вот доля затрат на оплату труда будет неуклонно снижаться, это объясняется тем, что рост производительности труда будет стимулироваться все возрастающей ролью искусственного интеллекта. Изменение структуры себестоимости и наполнения ее элементов новым содержанием, обязательно приведет к пониманию категории труд, так, как это прописано у К. Маркса.

Дальнейшее развитие технологий на базе информатизации и ИИ предполагает еще более значительное усложнение себестоимости. В нее, при 6-м ТУ, предположительно будут входить, в качестве отдельного элемента, производительные интеллектуальные ресурсы на приобретение капитальных программных продуктов и текущего ПО. Важной частью этих ресурсов являются нематериальные активы (НМА) и информационные технологии (ИТ).

Предпосылки пересмотра статей калькуляции (на примере игровой индустрии)

Со второй половины XX века в мире не было сделано ни одного существенного открытия в науке, меняющего коренным образом технологию производства, кроме, пожалуй, аддитивной. Не открыто ни одного нового материала, даже графен (2004 г.) – это материал будущего. Но мир получил за последние 70 лет три значимых для науки и техники новшества: мобильный телефон, интернет и персональный компьютер. Эта тройка инноваций изменила не только повседневную жизнь человека, но дала повод говорить о 4-й промышленной революции (К. Шваб). Правда, позднее, выяснился спекулятивный характер таких заявлений и призыв Д. Трампа (2025 г.) о реиндустриализации США тому подтверждение.

В производстве продукции все более явно стали использоваться элементы информационных технологий, особенно в логистических операциях. Но наиболее ярко и эффективно информационные технологии стали использоваться в игровой индустрии, показывая, насколько предпринимательно успешно могут развиваться компьютерные игры: от Тетрис (1984г., А. Пажитнов) до Dota 2 (2010 г.). Так в 2021 г. призовой командный фонд (в команде 5 игроков) Dota 2 составил \$18,2 млн [6].

Но и в производстве продукции (изделий, работ и услуг) в последние годы (начиная с нулевых годов XX века до наших дней) происходят грандиозные преобразования при использовании интеллектуального капитала и НМА.

В последние годы производство информационных товаров и услуг – это одна из самых быстрорастущих отраслей экономики. Из 8 имеющихся стартапов с капитализацией в 10 млрд долл. и выше, – одна компания (SpaceX И. Маска) занимается производством материальных благ, одна компания (мобильные телефоны Xiaomi) – производством материальных продуктов со значительной информационной составляющей, остальные, включая Uber, AirBnB, Pinterest, DropBox, предоставляют информационные услуги [6].

Информационные технологии, широко внедряемые и в производство материальных продуктов, также сильно меняют наполнение элементов структуры себестоимости за счет перетекания затрат, ранее составляющих стоимость рабочей силы, в затраты на материалы, где и там многое изменилось. В активах предприятия, что отражается в балансе, большую долю составляют нематериальные активы (НМА). Искусственный интеллект и нейросети становятся неотъемлемой частью современного материального производства, это должно отражаться и в структуре себестоимости.

В устоявшихся предприятиях положение сходное, хотя по объективным причинам эти тенденции развиваются медленнее. Тем не менее крупнейшие по капитализации компании мира – это Apple (производство информационных продуктов, информационных услуг, товаров со значительной информационной составляющей), Google (информационные услуги), Microsoft (информационные продукты). В десятку также входят производители информационных услуг Amazon (5-я позиция) и Facebook (6-я позиция)» [6, стр. 9].

При рабовладении объектом эксплуатации является тело (человека), при феодализме – земля, при капитализме – овеществленный труд, то при

наступающей экономике информации, – цифровой человек, его информационный образ. И реальный продукт заменяется, для возможностей адекватного современным технологическим изменениям, цифровым двойником.

Основное место в структуре себестоимости приобретет информация в стоимостном выражении. Информация станет главной статьей расходов, как в смете затрат, так и в калькуляции. Скрипкин К.Г. пишет: «...львиной долей себестоимости микропроцессора являются затраты на разработку (а схема процессора, его топология – информационные продукты) и затраты на ПО» [1, стр.8].

Заключение

Успешное развитие и широкое использование технологий экономики информации скорее всего говорит о скором широком наступлении 6-ого ТУ.

На основании анализа смен ТУ, была выявлена тенденция существенного отставание методов расчета себестоимости продукции от потребностей бизнеса и общества.

Проанализировав капитализацию компаний, ведущих мировых лидеров, выявлена тенденция замещения предприятий производственной сферы, предприятиями, так называемыми интернет-компаниями, которые не производят материально-вещественную продукцию,

На основании выявленной тенденции изменения рынка, дан прогноз изменения статей калькуляции, учитывающий все изменения, происходящие на рынке. Возможное выделение статьи «оплата за ИИ» (искусственный интеллект) уже ожидается в скором будущем.

Возникает потребность в выводе о необходимости развития 6-го ТУ. Это подразумевает производство информационных технологий, и как производство людей, способных создавать эти технологии, организовывать условия жизни и формы сознания.

Литература

1. Скрипкин К.Г. Экономика информационных продуктов и услуг: Учебник. – М.: Экономический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, 2019. – 192 с.
2. Фабричная бухгалтерия. Проф. Альберт Кальмес / Пер. С.Г. Замойского. Под ред. и с предисл. А. Трояновского. М.: Экономическая жизнь, 1926. – 288с.
2. Г. Эмерсон. Двенадцать принципов производительности: Пер. с англ. Изд. 5-е. М.: ЛЕНАНД, 2019. – 224 с.
3. Чарновский Н.Ф. Организация промышленных предприятий по обработке металлов. Московское Научное Издательство, 1914. – 807 с.
4. Львов Д.С., Глазев С.Ю. Теоретические и прикладные аспекты управления НТП // Экономика и математические методы. – 1985. №5. – С. 793-804.
5. Топ-15. Крупнейшие компании мира по капитализации. [Электронный ресурс] URL: https://pikabu.ru/story/top15_krupneyshikh_kompaniy_po_ryinochnoy_kapitalizatsii_1993__2019__gg_6938448 (дата обращения 10.10. 2025).

УДК 658.75, JEL Classification: M11, C61

Цифровые модели как инструмент анализа обоснованности оперативных решений в управлении запасами предприятия

Кузнецов Я.В.¹, Чугунов В.С.²

¹студент магистратуры, МГТУ им. Н.Э. Баумана, kuznetsovyav@student.bmstu.ru;

²к.т.н., доцент кафедры экономики и организации производства МГТУ им. Н.Э. Баумана, ibm2-chugunov@mail.ru.

Аннотация. В статье рассматривается проблема повышения рациональности в управлении запасами на технологическом производстве. Предлагается подход, основанный на применении цифровых моделей, включая методы машинного обучения и математической оптимизации. Описывается разработка вспомогательного инструмента для поддержки принятия оперативных решений, который, основываясь на данных складского учета, формирует рекомендации по закупкам и управлению номенклатурой, снижая влияние человеческого фактора и повышая обоснованность решений.

Ключевые слова: управление запасами, цифровые модели, машинное обучение, система поддержки принятия решений, оптимизация, складская логистика, организация производства, предприятие, производство.

Digital models as a tool for analyzing the validity of operational decisions in enterprise inventory management

Kuznetsov Y.V.¹, Chugunov V.S.²

¹Master's degree student, Bauman Moscow State Technical University;

²Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Economics and Production Organization of the Bauman Moscow State Technical University.

Abstract. The article addresses the problem of improving inventory management efficiency in science-intensive production. An approach based on the use of digital models, including machine learning and mathematical optimization methods, is proposed. The development of a support tool for making operational decisions is described. This tool, based on warehouse accounting data, generates recommendations for procurement and inventory management, thereby reducing the influence of the human factor and increasing the validity of decisions.

Keywords: inventory management, digital models, machine learning, decision support system, optimization, warehouse logistics, organization of production, enterprise, production.

Введение

Эффективное управление запасами является одним из ключевых факторов конкурентоспособности современного наукоемкого предприятия. Необходимость поддерживать бесперебойность производственного процесса, минимизируя при этом затраты на хранение и заморозку оборотного капитала, ставит перед руководством сложные задачи [3]. Традиционные методы анализа, основанные на опыте и интуиции сотрудников отдела закупок или аналитического отдела, не всегда позволяют оперативно и точно реагировать на изменения спроса и условий поставок. В условиях цифровизации экономики актуальность приобретает разработка инструментов, способных автоматизировать анализ и предоставлять обоснованные рекомендации.

На многих предприятиях уже существуют информационные системы для автоматизации складского учета, которые накапливают большие объемы данных: остатки, сведения о пополнениях, оборачиваемость, срезы по позициям и т.д. Однако эти данные чаще всего используются для констатации фактов, в то время как принятие решений о дальнейших действиях (что, когда и в каком количестве закупать) остается за человеком. Целью данной работы является описание разработки и применения цифровой модели, интегрированной в существующую платформу складского учета, для анализа и поддержки принятия оперативных решений в сфере управления запасами.

Анализ подходов к управлению запасами

Классические модели управления запасами, такие как модель экономически обоснованного заказа (EOQ), хорошо изучены и описаны [4]. Они основываются на ряде допущений, например, о постоянстве и известности спроса, что редко выполняется на практике в условиях современного динамичного рынка. Развитие информационных технологий привело к появлению комплексных систем управления предприятием (ERP) и систем управления складом (WMS), которые значительно упростили сбор и обработку данных о движении товарно-материальных ценностей (Табл. 1).

Таблица 1. Сравнительный анализ подходов к управлению запасами

Метод	Ключевые особенности	Ограничения	Применимость
Классические модели (EOQ, ROP)	Простота расчетов, минимальные требования к данным	Жесткие допущения, не учитывают сезонность	Стабильное производство с постоянным спросом
ERP/WMS системы	Автоматизация учета, интеграция бизнес-процессов	Ограниченные возможности прогнозирования	Крупные предприятия с устоявшимися процессами
Машинное обучение	Высокая точность прогнозов, адаптивность	Требует больших объемов данных, сложность внедрения	Динамичные рынки с изменчивым спросом
Гибридные подходы	Комбинация оптимизации ML, баланс точности и практичности	Сложность настройки, требуются специалисты	Наукоемкие производства с разнородной номенклатурой

Большинство систем предоставляют в основном инструменты для учета и отчетности. Функционал предиктивной аналитики и выдачи рекомендаций зачастую ограничен или требует дорогостоящей настройки. Таким образом, сохраняется разрыв между сбором данных и их интеллектуальным использованием для принятия проактивных управленческих решений. Применение современных методов анализа данных, таких как машинное обучение, позволяет устранить этот разрыв, создавая модели, которые обучаются на исторических данных и способны предсказывать будущие потребности и предлагать оптимальные стратегии [2].

Математические модели оптимизации запасов

Для построения эффективной системы управления запасами предприятия необходим комплекс математических моделей, позволяющих учитывать как экономические параметры, так и специфику производственных процессов. В рамках исследования разработан подход, объединяющий классические методы оптимизации с современными методами анализа данных.

Модифицированная модель экономичного размера заказа - классическая модель Уилсона, несмотря на свою математическую строгость, имеет ограниченную применимость в условиях изменчивого спроса наукоемкого производства. Для устранения этого недостатка предлагается модифицированная формула:

$$Q = \sqrt{\left[\frac{2 \times D \times S}{H + p \times C_s} \right]}$$

где:

- Q - оптимальный размер заказа (ед.)
- D - прогнозируемый годовой спрос (ед./год)
- S - стоимость размещения одного заказа (руб.)
- H - стоимость хранения единицы запаса (руб./ед./год)
- p - вероятность возникновения дефицита
- C_s - стоимость дефицита единицы продукции (руб.)

Выбор данной модели обусловлен возможностью учета рисков дефицита, что особенно актуально для критически важных компонентов производственного процесса.

Вероятностная модель точки повторного заказа - для управления запасами в условиях неопределенности спроса разработана вероятностная модель:

$$\begin{aligned} ROP &= \mu_L + z \times \sigma_L \\ SS &= z \times \sigma_L \end{aligned}$$

где:

- ROP - точка повторного заказа (ед.)
- μ_L - средний спрос в течение времени поставки (ед.)
- σ_L - стандартное отклонение спроса за время поставки (ед.)
- z - коэффициент уровня обслуживания
- SS - страховой запас (ед.)

Модель позволяет балансировать между затратами на хранение и рисками дефицита через выбор соответствующего уровня обслуживания.

Комплексная модель ABC-XYZ анализа - для дифференцированного управления номенклатурой предложена интегральная модель классификации:

$$K_i = w_1 \times \left(\frac{\text{Оборот}_i}{\text{Общий оборот}} \right) + w_2 \times (\text{Маржинальность}_i) + w_3 \times (\text{Критичность}_i)$$

где:

- K_i - интегральный показатель значимости i -й позиции
- w_1, w_2, w_3 - весовые коэффициенты значимости факторов
- Критичность_i - показатель влияния дефицита на производственный процесс.

Модель прогнозирования спроса на основе машинного обучения - для преодоления ограничений традиционных методов прогнозирования предлагается использовать комбинированную модель:

$$\hat{y}(t) = \alpha \times ARIMA(t) + \beta \times LSTM(t) + \gamma \times Prophet(t)$$

где:

- $\hat{y}(t)$ - итоговый прогноз на период t
- $ARIMA(t)$ - прогноз по модели ARIMA
- $LSTM(t)$ - прогноз нейросетевой модели
- $Prophet(t)$ - прогноз по модели Facebook Prophet
- α, β, γ - весовые коэффициенты, оптимизированные на валидационной выборке.

Выбор комбинированного подхода обусловлен необходимостью учета различных паттернов спроса: стационарных компонентов (ARIMA), сложных нелинейных зависимостей (LSTM) и сезонных эффектов (Prophet).

Преимущество предложенного комплекса моделей заключается в способности адаптироваться к изменяющимся условиям функционирования предприятия, обеспечивая баланс между точностью прогнозов и практической реализуемостью.

Архитектура системы поддержки принятия решений

На текущем этапе разработанный инструмент решает задачу оптимизации закупочной деятельности. Он переводит процесс из реактивного (реагирование на снижение остатков до критического уровня) в проактивный (превентивные закупки на основе прогноза).

Разработанная система представляет собой интегрированную платформу контроллинга, построенную по трехуровневому принципу, где каждый уровень соответствует ключевым функциям контроллинга: учет, анализ и управление.

Уровень 1: Информационно-учетный модуль - данный модуль выполняет функцию оперативного контроллинга, обеспечивая сбор и консолидацию данных из различных источников:

- Интеграция с системой складского учета (остатки, движение товаров)
- Данные производственного планирования (графики выпуска продукции)
- Внешняя информация (рыночные тенденции, условия поставщиков)
- Финансовые параметры (себестоимость, стоимость хранения)

Особенностью модуля является реализация принципа единого информационного пространства, что обеспечивает согласованность данных для последующего анализа.

Уровень 2: Аналитико-оптимизационный модуль - на данном уровне реализуются функции аналитического контроллинга через систему взаимосвязанных расчетных блоков.

Блок прогнозирования использует комбинацию статистических методов и моделей машинного обучения для формирования обоснованных прогнозов спроса с учетом производственной специфики.

Блок оптимизационных расчетов реализует модифицированные модели управления запасами (EOQ, ROP), адаптированные к требованиям контроллинга через учет финансовых параметров и производственных ограничений.

Блок стратегического анализа выполняет многофакторную классификацию номенклатуры (ABC-XYZ анализ) с интегральной оценкой значимости позиций на основе взвешенных критериев.

Блок сценарного моделирования позволяет оценивать финансовые последствия управленческих решений через расчет альтернативных вариантов управления запасами.

Уровень 3: Управленческо-рекомендательный модуль - на стратегическом уровне система реализует функцию управленческого контроллинга через формирование целевых показателей и рекомендаций:

Для оперативного управления формируются конкретные рекомендации по объемам и срокам закупок с обоснованием экономической целесообразности.

Для тактического контроллинга предоставляются аналитические отчеты по оборачиваемости запасов, анализу отклонений и эффективности управления товарно-материальными ценностями.

Для стратегического управления разрабатываются нормативы и лимиты запасов, показатели KPI для мониторинга эффективности снабжения.

Архитектура системы обеспечивает сквозную интеграцию процессов контроллинга - от первичного учета до стратегического управления, что позволяет реализовать принцип "управления по отклонениям" и обеспечивает прозрачность принятия решений в области управления запасами [1].

Возможности практических расчетов и рекомендаций

Для демонстрации практической значимости разработанной системы рассмотрим детализированные примеры расчетов для различных категорий товарно-материальных ценностей (Табл. 2).

Таблица 2. Исходные данные для расчетов

Параметр	Микроконтроллер STM32F407 (AX)	Конденсаторы MLCC (BY)	Спецкомпонент (CZ)
Годовой спрос, ед.	1 200	8 000	150
Стоимость заказа, руб.	1 500	800	2 000
Стоимость хранения, руб./ед.год	250	45	180
Время поставки, дней	14	10	30
Стандартное отклонение спроса	15 ед./неделя	8% от спроса	25% от спроса
Уровень обслуживания	98%	95%	90%
Сезонность	-	+30% в III кв.	-
Минимальная партия	50	100	50
Критичность для производства	Высокая	Средняя	Низкая

Ниже приведены промежуточные расчеты рекомендательной системы (Табл.3):

Таблица 3. Расчетные параметры управления запасами

Параметр	Микроконтроллер STM32F407	Конденсаторы MLCC	Спецкомпоненты
EOQ, ед.	138	534	58
ROP, ед.	85	120	25
Страховой запас, ед.	35	45	10
Периодичность заказа, дней	42	21	140
Уровень обслуживания, %	98,2	95,1	90,3

Ниже приведены итоговые выводы рекомендательной системы (Табл.4):

Таблица 4. Рекомендации системы и их обоснование

Позиция	Рекомендация	Обоснование	Экономический эффект
Микроконтроллер STM32F407	Заказ 140 ед. до 15.06.2024	Текущий запас 60 ед. < ROP (85 ед.). EOQ = 138 ед. с округлением до минимальной партии	Снижение затрат на хранение на 28% (85 000 руб./год)
Конденсаторы MLCC	Увеличить заказ до 700 ед. в III квартале	Сезонный коэффициент 1,3. Корректировка EOQ: $534 \times 1,3 = 694$ ед.	Экономия 65 000 руб./квартал за счет оптимизации партий
Спецкомпоненты	Заказ 60 ед. с периодичностью 140 дней	EOQ = 58 ед. округляется до минимальной партии 60 ед. Период заказа = $365 \times 60/150 \approx 140$ дней	Снижение затрат на управление на 40%

Механизм формирования рекомендаций:

1. Для позиций категории АХ (высокая стоимость, стабильный спрос)
 - Расчет по модифицированной формуле EOQ с учетом стоимости дефицита
 - Приоритет обеспечения бесперебойности производства
 - Непрерывный мониторинг уровня запасов
2. Для позиций категории ВУ (средняя стоимость, переменный спрос)
 - Учет сезонных коэффициентов при расчете размера заказа
 - Адаптация точки заказа под изменяющийся спрос
 - Регулярная корректировка параметров
3. Для позиций категории CZ (низкая стоимость, нерегулярный спрос)
 - Упрощенный подход к управлению
 - Учет минимальных партий поставки
 - Периодический контроль уровня запасов

Система автоматически корректирует параметры управления при изменении исходных данных и формирует предикативные оповещения о потенциальных рисках нарушения производственного процесса.

Способ расчета экономического эффекта

Для количественной оценки эффективности используется модифицированная формула расчета совокупного экономического эффекта:

$$\Delta TC = (I_0 - I_1) \times C_h \times K + (D_0 - D_1) \times C_s + \Delta A \times P - C_i$$

где:

- ΔTC - годовой экономический эффект (руб.)
- I_0, I_1 - средний уровень запасов до и после внедрения (руб.)
- C_h - стоимость хранения (% от стоимости запасов)
- D_0, D_1 - количество случаев дефицита до и после внедрения (ед.)
- C_s - средняя стоимость одного случая дефицита (руб.)
- ΔA - изменение оборачиваемости запасов (дни)
- P - среднедневная прибыль от реализации (руб.)
- C_i - затраты на внедрение системы (руб.)

Внедрение системы поддержки принятия решений требует экономической оценки [1], учитывающей прямые финансовые результаты, стратегические преимущества для предприятия (Табл. 5).

На основе данных пилотного внедрения системы рассчитан экономический эффект для предприятия с объемом запасов 12,5 млн рублей:

$$\begin{aligned} \Delta TC &= (12,5 - 9,8) \times 0,25 \times 1\,000\,000 + (8 - 1) \times 15\,000 \times 12 \\ &\quad + (45 - 32) \times 85\,000 - 1\,200\,000 \\ &= 1\,840\,000 \text{ рублей/год} \end{aligned}$$

где:

- Экономия на хранении: $(12,5 - 9,8) \times 0,25 \times 1\,000\,000 = 675\,000$ руб./год

- Экономия от снижения дефицита: $(8 - 1) \times 15\,000 \times 12 = 1\,260\,000$ руб./год
- Эффект от ускорения оборачиваемости: $(45 - 32) \times 85\,000 = 1\,105\,000$ руб./год
- Затраты на внедрение: 1 200 000 руб.

Таблица 5. Сравнительные показатели управления запасами

Показатель	До внедрения	После внедрения	Изменение	Экономический эффект
Средний уровень запасов, млн руб.	12,5	9,8	-21,6%	675 000 руб./год
Оборачиваемость запасов, дней	45	32	-28,9%	1 105 000 руб./год
Количество случаев дефицита в месяц	8	1	-87,5%	1 260 000 руб./год
Итого годовой экономический эффект				1 840 000 руб.
Срок окупаемости				8 месяцев

Помимо количественных показателей, система обеспечивает значительные качественные улучшения.

Операционные преимущества: сокращение времени на принятие решений на 40-60%, стандартизация процессов управления запасами, повышение прозрачности и контролируемости операций.

Стратегические преимущества: улучшение прогнозирования и планирования, снижение зависимости от человеческого фактора, повышение гибкости и адаптивности управления.

Информационные преимущества: единое информационное пространство, автоматизация отчетности и мониторинга, возможность сценарного анализа и моделирования.

Перспективы и практическое применение

Оценка эффективности подтверждает целесообразность внедрения системы для предприятий с объемом запасов от 10 млн рублей, где достигается значительный экономический эффект при приемлемом сроке окупаемости инвестиций.

Срок окупаемости системы составляет:

$$T = \frac{C_i}{\Delta TC} = \frac{1\,200\,000}{1\,840\,000} \approx 0,65 \text{ года } (\approx 8 \text{ месяцев})$$

Дальнейшее развитие системы предусматривает интеграцию с ERP-системой предприятия и внедрение предиктивной аналитики. В течение 6–18 месяцев планируется реализация следующих этапов:

- Интеграция с ERP (6 месяцев) - автоматизация обмена данными.
- Внедрение предиктивных моделей (9 месяцев) - упреждающее формирование заказов.

- Подключение IoT-датчиков (12 месяцев) - мониторинг условий хранения.
- Создание цифрового двойника (18 месяцев) - оптимизация складских операций.

Развитие системы позволит сократить ошибки прогнозирования и повысить оборачиваемость запасов за счет более точного планирования и автоматизации рутинных процессов.

Заключение

Применение цифровых моделей на основе методов оптимизации и машинного обучения является перспективным направлением совершенствования процессов управления запасами. Описанный в статье подход позволяет создать на базе существующей учетной системы мощный инструмент для анализа и поддержки принятия решений. Его внедрение способствует повышению обоснованности закупочной деятельности, оптимизации уровня запасов и, как следствие, повышению экономической эффективности наукоемкого предприятия.

Литература

1. Ритзерт Р. Обязательная и произвольная программа в работе контроллера: требования в области управления данными (data governance) / Р. Ритзерт, С. Рикардс. – Москва : Контроллинг, 2011. – 38 с.
2. Ирина Васильевна Бородушко, Эвелина Карловна Васильева И. В Стратегическое планирование и контроллинг / И. В Ирина Васильевна Бородушко, Эвелина Карловна Васильева. – Санкт-Петербург : Питер, 2019. – 56 с.
3. Фалько, С.Г. Контроллинг на промышленном предприятии / С.Г. Фалько, И.Д. Грачев, А.М. Карминского. – Учебник. – М : Форум, 2020. – С. 47-55.
4. Сергеев И. В. Экономика предприятия / И. В. Сергеев. – Москва : Финансы и статистика, 2017. – С. 103-110.

УДК 332; JEL: D 22

Особенности формирования информационной базы прогнозирования твердых коммунальных отходов

Маева Л.С.

к.э.н., доцент кафедры цифровой экономики Дзержинского филиала ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», mals@bk.ru.

Аннотация: В статье рассматриваются актуальные вопросы информационного обеспечения процессов прогнозирования в сфере обращения с твердыми коммунальными отходами (ТКО) на муниципальном уровне. Обоснована ключевая роль достоверной и систематизированной информации для повышения эффективности деятельности органов власти и привлечения инвестиций. Особое внимание уделено статистическим методам анализа временных рядов как основному инструменту для выявления тенденций, построения прогнозов и моделирования развития системы ТКО. Исследованы виды неопределенностей, влияющих на процесс принятия управленческих решений, и предложены этапы прогностического процесса с использованием экономико-математических моделей. Доказана необходимость применения комплексного подхода, сочетающего сбор ретроспективных данных, экспертные оценки и современные аналитические методы для оптимизации планирования в данной сфере.

Ключевые слова: твердые коммунальные отходы (ТКО), информационное обеспечение, управление отходами, прогнозирование, временные ряды, неопределенность, экономико-математические модели, муниципальное образование.

Features of forming an information base for predicting solid waste

Larissa Maeva

PhD in Economics, UNN DF

Abstract. The article discusses the current issues of information support for forecasting processes in the field of municipal solid waste management at the municipal level. The key role of reliable and systematized information in improving the efficiency of government activities and attracting investments has been substantiated. Special attention is paid to statistical methods of time series analysis as the main tool for identifying trends, making forecasts, and modeling the development of the municipal solid waste system. The article explores the types of uncertainties that affect the management decision-making process and proposes stages of the forecasting process using economic and mathematical models. The need for a comprehensive approach that combines the collection of retrospective data, expert assessments, and modern analytical methods to optimize planning in this area has been proven.

Keywords: *solid municipal waste, information support, waste management, forecasting, time series, uncertainty, economic and mathematical models, municipality.*

Введение

Эффективное управление сферой твердых коммунальных отходов (ТКО) является одной из приоритетных задач обеспечения устойчивого развития муниципальных образований и экологической безопасности населения. Успешность решения этой задачи в значительной степени определяется качеством информационного обеспечения процессов планирования. Развитая информационная среда выступает ключевым ресурсом в системе муниципального управления для принятия эффективных решений [4]. Целью исследования является обоснование роли информации в прогнозировании, анализ временных рядов, выявление, влияющих на качество информации, факторов неопределенности.

Формирование информационной базы ТКО

Процесс формирования информационного обеспечения включает: сбор первичных данных; хранение данных; ведение информационных баз. Основными источниками данных являются [1] жилой сектор, учреждения торговли, услуг, коммунального хозяйства, образования, здравоохранения и другие (Рис. 1).

Ключевыми свойствами информации являются достоверность данных, полнота их представления и актуальность. При создании информационной базы необходимо учитывать источники первичной информации и потребность конечных пользователей для исключения дублирования [5].



Рис. 1. Основные источники образования твердых коммунальных отходов

Временные ряды

Временной ряд представляет собой последовательность значений показателя (например, объемов образования ТКО), упорядоченных во времени (Рис. 2).

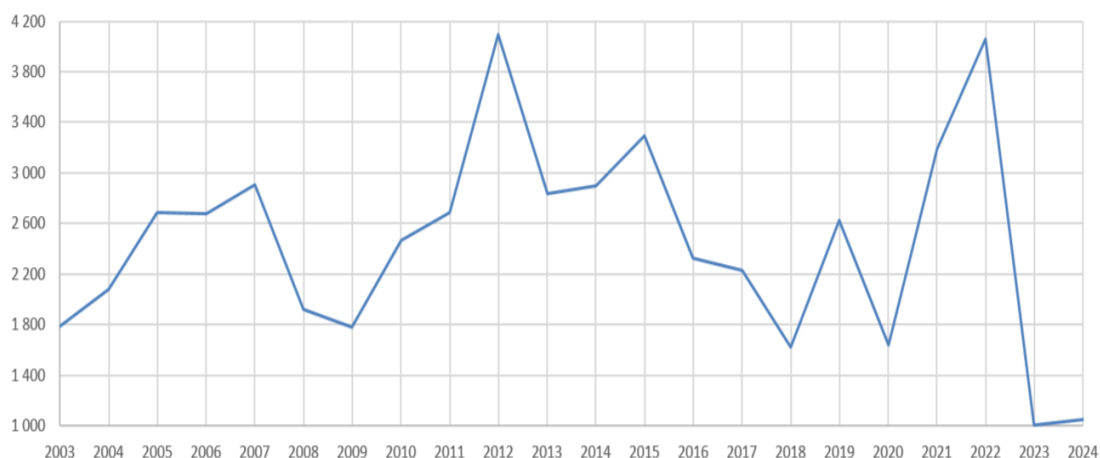


Рис. 2. Временной ряд объемов образования твердых коммунальных отходов в Нижегородской области, тыс. тонн (2003-2024 г.г.)

Анализ временных рядов позволяет решать следующие задачи:

- выявление и моделирование тенденций (трендов) с использованием моделей кривых роста;
- моделирование взаимодействий между показателями и влияющими факторами на основе корреляционно-регрессионного анализа;
- обнаружение аномалий, сегментация, кластеризация и классификация данных.

Перед анализом ряды необходимо привести к сопоставимому виду, устранив аномальные значения и проведя процедуру смыкания при изменении методик учета или единиц измерения. Выявление закономерностей осуществляется с помощью абсолютных, относительных и обобщающих аналитических показателей, характеризующих скорость, интенсивность и среднюю динамику процесса.

Учет неопределенности

Управление сферой ТКО осуществляется в условиях значительной неопределенности, порождающей риски [2]. Выделяют следующие виды неопределенностей (Рис. 3):

- по времени возникновения: ретроспективные, текущие и перспективные;
- по факторам возникновения: экономические (неопределенность спроса, цен, конкуренции), политические и природные.

Игнорирование факторов неопределенности и использование исключительно детерминированных моделей может привести к существенным экономическим и социальным потерям. Поэтому необходим механизм прогнозирования, позволяющий учитывать риски и разрабатывать альтернативные сценарии развития.

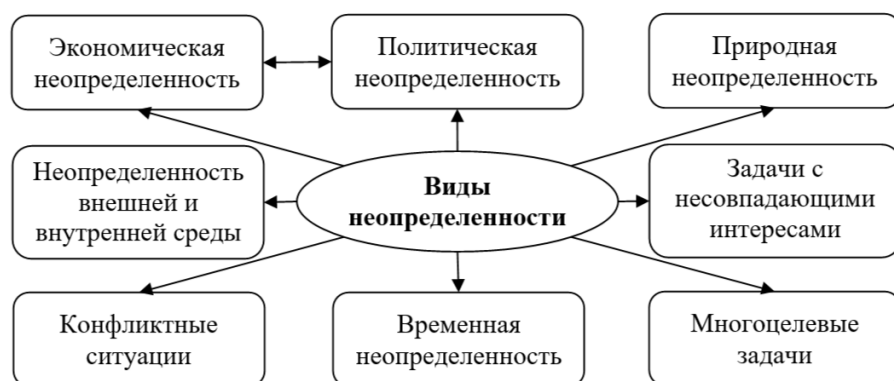


Рис. 3. Виды неопределенностей

Принципы и этапы прогнозирования

Прогнозирование основывается на принципах системности, адекватности и альтернативности. Реализация этих принципов предполагает построение моделей, адекватно отражающих реальные процессы и позволяющих имитировать различные тенденции.

Технологический процесс прогнозирования с использованием статистических методов включает следующие этапы:

1. Теоретическое обоснование прогноза.
2. Разработка моделей, отражающих показатели объекта и их взаимосвязи.
3. Сбор и анализ ретроспективных данных.
4. Оценка параметров моделей.
5. Расчет прогнозных показателей (точечный прогноз и доверительные интервалы).

В качестве базового метода часто применяется экстраполяционный, учитывающий устойчивые исторические тенденции. Для решения специфических задач используются экономико-математические методы, включая оптимизацию маршрутов транспортировки отходов и прогнозирование морфологического состава ТКО [3].

Заключение

Проведенное исследование подтвердило, что эффективное планирование в сфере ТКО невозможно без развитого информационного обеспечения, центральным элементом которого являются статистические данные. Анализ временных рядов позволяет выявлять объективные закономерности и строить обоснованные прогнозы, необходимые для стратегического управления. Учет факторов неопределенности и рисков является обязательным условием для повышения адекватности прогнозных моделей.

Перспективным направлением дальнейших исследований является интеграция методов анализа больших данных, искусственного интеллекта и геоинформационных систем для создания комплексных систем поддержки принятия решений в области управления твердыми коммунальными отходами, что позволит перейти к более эффективному и адаптивному управлению данной сферой.

Литература

1. Кемайкин Н.К., Клычкова Н.А. Состояние сферы жилищно-коммунального хозяйства // Бизнес. Образование. Право. 2020. № 1 (50). С. 142-147.
2. Ларионов В.Г., Павленков М.Н., Воронин П.М., Ларионов Г.В., Павленков И.М. Организация и управление твердыми коммунальными отходами города в рамках экологического менеджмента: монография (5-е издание) М.: "Дашков и К", 2023. 366 с.
3. Маева Л.С. Итеративный подход к прогнозированию объемов образования отходов // Экономика и менеджмент систем управления. 2021. № 1 (39). С. 43-49.
4. Павленков М.Н., Павленков И.М. Особенности разработки и применения технологии искусственного интеллекта в управлении городским хозяйством // Контроллинг. 2025. № 2 (96). С. 48-55.
5. Volochienko V., Falko S., Postnikova E. Recognition of the problematic situations in industrial systems with intellectual support // International Journal of Mathematical, Engineering and Management Sciences. 2019. T. 4. № 6. С. 1434-1447.

УДК 332.144, JEL Classification: L52

Разработка информационно-аналитической базы для прогнозирования социально-экономического развития муниципалитетов

Павленков М.Н.

доктор экономических наук, профессор, Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Дзержинский филиал, kaf-fin-df@yandex.ru.

***Аннотация.** В работе исследуются вопросы формирования информации для прогнозирования социально-экономического развития города в условиях недостоверности статистических данных. Приведены модели, обеспечивающие восстановление значений, которые пропущены, и формирование скорректированного временного ряда. Применение предложенного методического аппарата позволяет повысить обоснованность прогнозных расчетов за счет обеспечения полноты и достоверности информации.*

***Ключевые слова:** муниципалитет, статистические данные, прогнозирование, ретроспективный временной ряд, метод полиграммной оценки, экспертные оценки, модифицированная шкала Харрингтона, восстановление данных.*

Development of an information and analytical base for forecasting the socio-economic development of municipalities

Mikhail Pavlenkov

Doctor of Economics, Professor, N.I. Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Dzerzhinsky Branch

***Abstract.** This paper examines the generation of information for forecasting a city's socio-economic development in the face of unreliable statistical data. Models for recovering missing values and generating an adjusted time series are presented. Application of the proposed methodological framework improves the validity of forecast calculations by ensuring the completeness and reliability of information.*

***Keywords:** municipality, statistical data, forecasting, retrospective time series, polygram estimation method, expert assessments, modified Harrington scale, data recovery.*

Муниципальные власти взаимодействуют с органами государственной власти и хозяйствующими субъектами, что порождает значительные массивы информации, качество которой часто не соответствует требованиям, предъявляемым к аналитическому обеспечению управленческих решений [4]. Особую сложность представляет подготовка данных для прогнозных расчетов, которые традиционно опираются на ретроспективные временные ряды [1, 2, 3].

В условиях неполноты и противоречивости исходных данных был предложен усовершенствованный метод их интегрированной оценки. Целью исследования являлось развитие методического инструментария для повышения достоверности анализа и формирования репрезентативной информационной основы прогнозирования [5].

Методологической базой работы послужили научные и прикладные исследования в области информационного обеспечения муниципальной экономики. В процессе исследования применялся комплекс методов, включающий статистический анализ, процедуры экспертных оценок.

Новизна заключается в разработке комплексного подхода, интегрирующего методы восстановления пропущенных данных и экспертного анализа для формирования информационной базы прогнозирования муниципальных образований.

Прогнозирование развития территории требует привлечения данных из различных, в том числе внешних источников за ряд периодов. На практике некоторые ретроспективные данные характеризуются неполнотой, могут отсутствовать, что влияет на качество прогнозных моделей, а при больших объемах данных прямой контроль их достоверности становится чрезвычайно трудоемким [3,4].

Для решения этих проблем разработаны две модели: «Некомплектные данные» и «восстановленный ряд». Модель «Некомплектные данные» реализована с использованием метода полиграммной оценки [5], что позволяет заполнить пробелы в данных. Её ключевое отличие от стандартных методик заключается в двухпараметрической оценке (время t и источник j), что дает на выходе комплексную матрицу восстановленных значений.

Вторая модель нацелена на преобразование восстановленной матрицы в целостный временной ряд. На этом этапе к данным восстановленной матрицы применяются экспертные методы с использованием модифицированной шкалы Харрингтона. Результаты экспертной оценки ранжируются, что в итоге позволяет сформировать согласованный восстановленный временной ряд, который служит надежной основой для построения прогнозов.

Заключение

Разработана авторская модель «Некомплектные данные», с помощью которой проводится оценка по двум одновременно параметрам: период и источник.

Предложен метод создания восстановленного ряда с использованием модифицированной шкалы Харрингтона к данным восстановленной матрицы. Это обеспечивает переход от разрозненных восстановленных данных к целостному ряду, пригодному для прогнозного моделирования.

Предложен метод интегрированной оценки, который последовательно сочетает статистическое восстановление пробелов и последующую экспертную верификацию данных, что в комплексе повышает надежность исходной информации для прогнозирования.

Таким образом, предложенный комплекс моделей и методов позволяет эффективно решать проблему некомплектности исходной информации, обеспечивая формирование качественной информационной базы для прогнозирования социально-экономического развития муниципальных образований.

Литература

1. Загоруйко Н.Г., Елкина В.Н., Тимеркаев В.С. Алгоритм заполнения пропусков в эмпирических таблицах (алгоритм Zet) // Эмпирическое предсказание и распознавание образов. - Новосибирск, 1975. - Вып. 61: Вычислительные системы. - С. 3-27.
2. Орлов А. И. Новая парадигма анализа статистических и экспертных данных в задачах экономики и управления // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. Краснодар: Изд-во: КубГАУ 2014. № 98. С. 1254-1260.
3. Павленков М.Н., Маева Л.С. Временные ряды как источник моделирования полноты и достоверности эмпирических данных для прогнозирования объемов твердых коммунальных отходов// -Контроллинг.-2017.- № 66.- С.- 40-45.
4. Павленков М.Н., Маева Л.С. Алгоритм оценки полноты и достоверности информационного обеспечения прогнозирования объемов твердых коммунальных отходов// Контроллинг .- 2017.- № 70.- С.- 64-71.
5. Tarasenko, F.P. On the evaluation of an unknown probability density function, the direct estimation of the entropy from independent observations of a continuous random variable, and the distribution-free entropy test of goodness-of-fit. // Proc. IEEE. 1968, №56, Pp.2052-2053.

УДК 65.011, JEL Classification: D24, D81, L2

Управление затратами при производстве распределенных волоконно-оптических датчиков

Пилюгина А.В.¹, Потапова А.Д.², Сидорова М.А.³

¹доцент, к.э.н., доцент кафедры «Финансы» МГТУ им. Н.Э. Баумана, pilyuginaanna@bmstu.ru;

²студент кафедры «Финансы» МГТУ им. Н.Э. Баумана, potapova_ad@bmstu.ru;

³студент кафедры «Финансы» МГТУ им. Н.Э. Баумана, sidorovama@bmstu.ru.

Аннотация. В работе анализируются особенности формирования затрат при производстве распределенных волоконно-оптических датчиков (РВОД) в условиях научно-производственных предприятий университетов. Предлагается подход к моделированию затрат с учетом уровней готовности технологии, а также с учетом особенностей взаимодействия с заказчиками. Отличительной особенностью данного подхода является возможность прогнозирования затрат на этапах концептуального проектирования. На основе анализа научно-производственных структур университетов представлена структура процесса производства РВОД и проведено сравнение подходов к планированию затрат.

Ключевые слова: производственные системы, эффективность производства, затраты, моделирование экономических эффектов, волоконно-оптические датчики.

Cost management in the production of distributed fiber-optic sensors

Anna Pilyugina¹, Arina Potapova², Mariia Sidorova³

¹Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Finance, Bauman University, Moscow.

²Student of the Department of Finance, Bauman University, Moscow.

³Student of the Department of Finance, Bauman University, Moscow.

Abstract. The paper analyzes the features of cost formation in the production of distributed fiber-optic sensors (DFOS) in the conditions of scientific and production enterprises of universities. An approach to cost modeling is proposed, considering the levels of technology readiness, as well as the specifics of interaction with customers. A distinctive feature of this approach is the ability to predict costs at the stages of conceptual design. Based on the analysis of the scientific and production structures of universities, the structure of the DFOS production process is presented, and a comparison of approaches to cost planning is conducted.

Keywords: production systems, production efficiency, costs, modeling of economic effects, fiber-optic sensors.

Введение

В условиях цифровой трансформации промышленности одной из ключевых проблем в вопросах экономического анализа и прогнозирования производственных систем становится разработка методического аппарата оценки технологий и систем, особенно на этапе концептуального проектирования. В промышленности, государственном секторе, институтах развития и т.п. отсутствуют эффективные методы и исторические данные, с помощью которых можно было бы производить надежные оценки стоимости и выстраивать графические зависимости, начиная с ранних стадий жизненного цикла изделий. Эта неопределенность в оценке и прогнозировании часто может приводить к существенной неточности бюджетов и ожидаемых экономических показателей, как на уровне отдельных предприятий, так и на уровне государства. Особенности процессов закупок, внедрение контрольно-надзорных механизмов вносят свои особенности в процессы оценки. На сегодняшний момент точные оценки разработки технологий и производственных систем остаются нереализованными, что не позволяет планировать экономические результаты для развития инвестиционно-инновационной активности. Можно говорить об исключении в узкоспециализированных и зрелых технологических областях, где имеются обширные технические, эксплуатационные и стоимостные данные, однако и здесь отечественные методы и их инструментальная реализация характеризуются высокими рисками.

Сама природа новых или развивающихся технологий изначально предполагает отсутствие аналоговых систем, на основе которых можно было бы формировать базы для оценки. Традиционные микропараметрические модели оценки также основаны на фундаментальных инженерных, конструкторских или эксплуатационных критериях, которые, как правило, недоступны на ранних этапах проектирования и разработки. Более того, эти модели, как правило, ориентированы на узкие технологии, функциональные области или среды и часто основаны на ограниченных исторических данных по проектам. Эти проблемы дополнительно усугубляются нехваткой данных из-за защищенного характера разработки, которая часто содержит конфиденциальную информацию об интеллектуальной собственности, конфиденциальные данные о стоимостных параметрах и т.п.

Важность и актуальность обозначенной задачи позволили сформировать цель исследования как моделирование процесса управления затратами при производстве распределенных волоконно-оптических датчиков (РВОД). В качестве объекта исследования выбраны научно-исследовательские подразделения при университетах, на базе которых организовано производство РВОД. Среди решаемых в исследовании задач были обозначены вопросы организации процесса производства РВОД, а также взаимодействия с заказчиками, партнерами, что обозначено как один из ключевых факторов оптимизации затрат на производство.

Особенности производства РВОД в научно-исследовательских подразделениях университетов

В условиях усложнения производственных процессов и повышения

требований к экономической эффективности наукоемкой продукции в оптоэлектронике особое значение приобретает проблема обоснованного формирования затрат на разработку и производство продукции. Специфика затрат на производство изделий в оптоэлектронике определяет уровень конкурентоспособности, экономическую устойчивость научно-производственных предприятий и точность управленческих решений. [1] Современные методы планирования, расчета и анализа затрат по этапам разработки продукции позволяют научно-производственным компаниям не только фиксировать расходы, но и выявлять причинно-следственные связи, формировать ориентиры для оптимизации процессов и стратегического планирования.

В работе рассматривается процесс производства распределённых волоконно-оптических датчиков (РВОД), возможность применения которых для решения задач периметральной сигнализации расширяется и связана с приемами использования в качестве чувствительного элемента всего участка оптоволоконного кабеля, а не отдельных точечных извещателей. [6]

Потребность в РВОД возрастает для предприятий, имеющих потребность в непрерывном контроле, мониторинге систем (например, трубопроводов), контроль которых невозможен без применения подобных решений. Основными заказчиками РВОД выступают крупные государственные компании, такие как: СИБУР, Газпром, Росатом и т.д. Преимущества РВОД заключаются в возможности контроля с высокой точностью, данные решения также нечувствительны к экстремальным температурам, радио и электрическим помехам, не требуют подведения питания и в готовом решении легко устранять неполадки на этапе эксплуатации. [11]

При формировании заказов на продукцию РВОД учитываются такие параметры, как непрерывность защиты, степень детализация, электроэнергия на рубеже, электромагнитная восприимчивость, дальность и масштабируемость, multifunctionality и возможность перестройки решения (один и тот же кабель можно использовать одновременно для охраны периметра, мониторинга состояния сооружения/заграждения, иногда как коммуникационный канал (при наличии запасных волокон)).

На российском рынке присутствует порядка десяти компаний, производящих и внедряющих подобные решения: ПАО «ИНППК», ГК «Т8» / ООО «Т8 СЕНСОР», Завод «Инкаб», ООО «ПетроЛайт», ООО «ОптоМониторинг», ООО «Прикладная радиофизика», НПП «Альт-Свет» / Ассоциация «Еврокабель». [4]

В последнее время на рынок выходят научно-исследовательские центры при университетах. Преимуществами данных площадок являются обеспеченность оборудованием (научно-производственная база), наличие квалифицированных кадров (студенты как сотрудники научно-исследовательских организаций), возможность привлечения грантового финансирования, взаимодействие с другими научно-образовательными подразделениями, сконцентрированными в университете (заводы и лаборатории), наличие ресурсов по привлечению заказчиков. [7, 8]

Университеты при создании подобных структур (табл.1) решают задачи вовлечения студентов и молодых ученых не только в решение

исследовательских задач, но и в реализацию проектов во взаимодействии с коммерческими компаниями-заказчиками. [5] Данный опыт нуждается в отдельном анализе, но одним из основных моментов становится необходимость учета особенностей ценообразования.

Таблица 1. Основные научно-образовательные структуры при университетах

№ п/п	Название университета	Структурное подразделение
1	Университет ИТМО (Санкт-Петербург)	Научно-образовательный центр и лаборатории фотоники и оптоинформатики
2	Пермский национальный исследовательский политехнический университет (ПНИПУ)	Студенты проходят практику и остаются работать в Пермскую научно-производственную приборостроительную компанию (ПНППК)
3	МФТИ	Центр фотоники и двумерных материалов, др. лаборатории
4	МГТУ им. Н.Э. Баумана	НИИ РЛ, НОЦ «Фотоника и ИК-Техника» и НИЦ «Прикладная фотоника»
5	КНИТУ-КАИ	НОЦ «Волоконно-оптические технологии»
6	СПбПУ Петра Великого	Исследовательские лаборатории

При определенной непрозрачности процесса ценообразования при работе с университетами коммерческий заказчик получает возможность доступа к высококласным производителям, обладающим исследовательскими компетенциями. Подходы к ценообразованию таковы, что у заказчика есть возможность регулировки затрат на выполнение итогового проекта за счет выбора отдельных, необходимых ему характеристик итогового продукта (на одном физическом принципе (схеме) можно построить разные приборы с разными функциями). При моделировании затрат возможно устанавливать две группы: затраты, которые можно назвать базовыми, и затраты, связанные с дополнительным функционалом прибора, который возникает из обсуждения требований заказчика и потенциала сотрудничества.

Ценообразование возможно через установку фиксированной цены и подбор функционала РВОД на ее основе (тем самым заказчик может уложиться в выделенный им бюджет). Компании также работают на основе удовлетворения полного перечня требований клиента, и тем самым итоговая цена напрямую зависит от выстраивания взаимодействия с клиентами (от долгосрочного партнерства, до подрядчика, выполняющего постоянные функции у заказчика).

Анализ подходов к управлению затратами на производство

Факторы, влияющие на затраты при производстве РВОД в университетской среде, можно представить следующим образом [2, 10]:

- прямые затраты и их структура (материалы, оборудование, заработные платы исследователей и инженеров);
- косвенные затраты (амортизация научного оборудования, коммунальные расходы, административные услуги);
- финансирование и его структура (госпрограммы, гранты, целевые субсидии, частные инвестиции);
- роль междисциплинарных центров и лабораторий в оптимизации затрат.

В работе представлены результаты сравнения методов (табл. 2).

Таблица 2. Сравнительный анализ методов

Метод	Преимущества	Недостатки	Критерий эффективности
Full Costing	Полнота данных	Нет причинно-следственных связей	Достоверность - высокая
Standard Costing	Контроль и анализ отклонений	Требует обновления норм	Управляемость - средняя
Direct Costing	Простота анализа	Игнорирует косвенные расходы	Гибкость - высокая
DBC (Driver-Based Costing)	Причинно-следственная точность	Требует цифровизации	Управляемость - высокая
ABC (Activity-Based Costing)	Детализация и фокус на процессах	ИТ-зависимость	Достоверность - высокая
ФСА (Функционально-стоимостной анализ)	Оптимизация функций	Сложность оценки	Гибкость - высокая

Эффективность системы контроллинга затрат при производстве РВОД определяется не только точностью расчётов, но и глубиной понимания природы затрат.

Моделирование затрат на производство РВОД

Двумя ключевыми факторами стоимости, сроков и риска являются масштаб и сложность проекта, этим продиктовано деление затрат на базовые и дополнительные. Точность моделей управления затратами определяется методами агрегирования составных показателей макропараметров РВОД. [3]

В работе проведено исследование типичного профиля затрат на разработку РВОД и его связь с контрольными показателями уровня готовности технологий (УГТ). Встраивание параметров УГТ в структуру оценки затрат предоставляет функцию для разбивки или экстраполяции затрат по основным этапам процесса разработки. Также необходимо уточнение параметрических затрат на достижение УГТ, что может осуществляться на основе дискретных корректировочных коэффициентов по соответствующим УГТ.

Управление затратами для каждой конфигурации проекта обеспечивает комплексный, интегрированный набор решений для оценки затрат на этапе концептуальной разработки технологий и систем.

При рассмотрении всего цикла технологии при производстве РВОД наблюдается значительное изменение затрат получаемых результатов на каждой стадии разработки и снижение полных затрат. Разработка технологии на ранних УГТ, а именно с 1 по 4, в основном осуществляется за счет государственного финансирования в виде грантов, компенсаций расходов и средств образовательных организаций. Большую долю затрат на этих УГТ составляет заработная плата и расходы на материалы, комплектующие и проведение экспериментов. Поскольку уровень неопределенности кратно снижается после прохождения УГТ 4, и не требуются повторные переработки базовой технологии, аппроксимируя зависимость себестоимости от УГТ, можно сказать, что себестоимость линейно снижается и при прохождении УГТ 6-7 выходит на плато.

На рис.1 представлена структура затрат на производство РВОД, изменение которой моделировались при наращении УГТ.

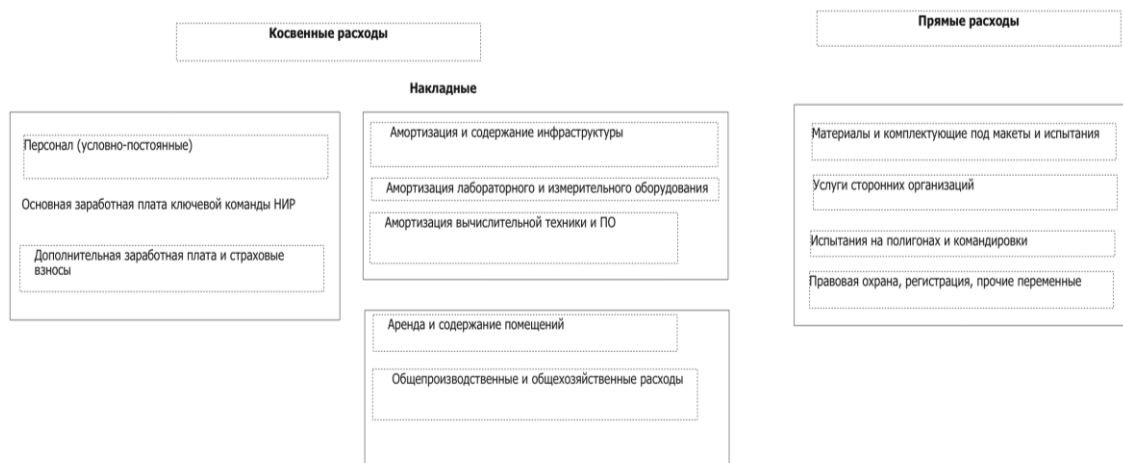


Рис. 1. Примерная структура затрат при изменении УГТ

В табл. 3 представлены основные этапы процесса производства РВОД с учетом особенностей взаимодействия с заказчиками. Длительность и последовательность осуществления этапов являются одними из ключевых параметров при расчете прямых и косвенных затрат. [9]

Таблица 3. Процесс реализации производства РВОД

Название этапа	Неделя начала	Количество недель	Неделя окончания
Формирование команды	0	2	2
Анализ требований, написание ТЗ	4	4	8
Формирование первичной закупки	2	1	3
Полевые испытания текущей версии	3	3	6
Разработка усилителей с удаленной накачкой (ROPA)	9	8	17
Создание макета линии	4	18	22
НИР линейная часть (ЛЧ)	0	12	12
ОКР линейная часть	13	24	37
Адаптация аппаратной части DAS (Distributed Acoustic Sensing) для работы с ЛЧ	2	44	46
Адаптация программной части DAS для работы с ЛЧ	13	8	21
Разработка алгоритмов локации событий	7	16	23
Разработка интерфейса визуализации	5	8	13
Разработка общего программного обеспечения	24	16	40
Проведение испытаний	47	6	53
Доработка по результатам испытаний	49	4	53
Разработка технологии серийного выпуска	54	12	66

Основные особенности процесса моделирования затрат связаны со следующими соображениями:

- состояние базовой технологии РВОД всегда находится на УГТ 6;
- состояние на УГТ 6 регистрируется как результат интеллектуальной деятельности (РИД);
- при продаже технологии заказчику всегда происходит доработка УГТ 6-9;
- РИД с УГТ 6-9 может передаваться заказчику;
- весь цикл может быть разбит на три стадии: НИР (УГТ до 4), ОКР (УГТ

- 4-6) и продажа (УГТ 7-9). При прохождении этих стадий структура затрат будет меняться в процентном соотношении в сторону снижения;
- заказчик должен предоставить свои требования (описываются в техническом задании) для доработки технологии от базовой к готовой.

График зависимости затрат на производство РВОД от УГТ представлен на рис. 2

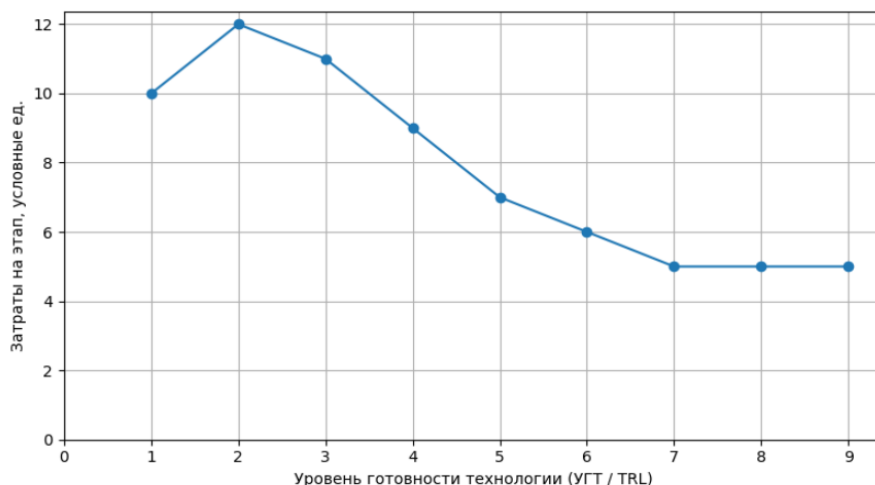


Рис. 2. Затраты на производство РВОД (в условных единицах) в зависимости от уровня готовности технологии

Маржинальность при выполнении заказов на производство РВОД держится на высоком уровне 55-60% за счет высокой цены продукта и ограниченного спроса на продукцию научно-образовательных центров университетов.

Для УГТ меньше шести затраты будут практически равны цене продукта за счет компенсирования рисков и многократном повторе решений из-за возможности неработки технологии, а при переходе на УГТ 6 и выше затраты будут постепенно снижаться.

Заключение

При производстве РВОД в условиях научно-исследовательских подразделений университетов важно прогнозировать затраты, обеспечивая возможность формирования ресурсного потенциала для научного развития подразделений. Привлечение студентов для выполнения работ, решая вопросы развития их как специалистов отрасли, формирует высокий уровень интеграции с предприятиями партнерами.

Накопление данных по результатам процессов выполнения заказов позволяет выстраивать модели прогнозирования затрат для следующих взаимодействий. Подготовка технологий (или работа с ранее созданными базисными, готовыми решениями) может осуществляться в рамках выполнения

текущих и перспективных научно-исследовательских работ, а также за счет грантов, в том числе привлекаемых молодыми исследователями.

Риски при реализации проектов РВОД необходимо сокращать за счет расширения количества внедрений, с учетом резервирования на возможные несрабатывания технологических решений. Условиями договоров с заказчиками может быть предусмотрены вопросы разделения рисков, но возможности расширения тестирования научных решений (условных НИР) позволяют компенсировать риски неудач.

Особенности рынка оптоволоконных изделий и наработка компетенций университетов с предприятиями-партнерами демонстрирует потенциал для формирования стратегических научно-производственных коопераций.

Литература

1. Thierry Robin, B. d'Humières, Jacques Cochard (2022). An overview of global and European photonics markets and industry. PhotonicsViews. <https://doi.org/10.1002/phvs.202200020>
2. Fuchs, E. R. H., Bruce, E. J., Ram R. J. and Kirchain, R. E. Process-based cost modeling of photonics manufacture: the cost competitiveness of monolithic integration of a 1550-nm DFB laser and an electroabsorptive modulator on an InP platform. *Journal of Lightwave Technology*, vol. 24, no. 8, pp. 3175-3186, Aug. 2006, doi: 10.1109/JLT.2006.875961.
3. Taleb, A., Maine, E., Kjeang, E., Technical-Economic Cost Modeling as a Technology Management Tool: A Case Study of Membranes for PEM Fuel Cells, *Journal of Manufacturing Technology Management* 25 (2014) 279-298, doi: 10.1108/JMTM-09-2013-0136
4. Ковш, И.Б.. Отечественное производство продукции фотоники. *Фотоника*, том 18, №2, 2024. С. 90-97. DOI: 10.22184/1993-7296.FRos.2024.18.2.90.96
5. Osadchiy, I. S. Competency model of an optical communication systems engineer / I. S. Osadchiy, A. E. Serezhkina // *Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering*, Samara, 17–20 ноября 2020 года. – Samara, 2021. – P. 117931D. – DOI 10.1117/12.2592022. – EDN RSGXKQ.
6. Tatiana U. Matveeva, Igor S. Osadchiy, Marina N. Husnutdinova, "The program of training sessions on the development of creative abilities in the system of training specialists in the field of optical and fiber-optic communication system", *Optical Technologies for Telecommunications* 2022, 13, (2023); doi:10.1117/12.2679264
7. Скоков Р. Ю. Современный опыт взаимодействия предприятий и вузов в сфере прикладных научных исследований // *Взаимодействие предприятий и вузов-наука, кадры, новые технологии*. – 2022. – С. 9-11.
8. Манахов М. А. Выявление и оптимизация моделей управления в отношении научных центров мирового уровня // *Московский экономический журнал*. – 2024. – №. 5. – С. 674-687.
9. Chaudhari, M., Katti, V., Yadav, M. (2025). Investment Dynamics in Photonics and Electronics. In: Katti, V., Pande, M., Jadhav, P., Katti, A. (eds) *Innovations and Dynamics in Photonics and Electronics. Studies in Infrastructure and Control*. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-96-3065-3_2
10. Chukhray, N., Shakhovska, N., Mrykhina, O. (2021). Method for Estimation of R&D Products Cost Taking into Account Their Technological Readiness. In: Shakhovska, N., Medykovskyy, M.O. (eds) *Advances in Intelligent Systems and Computing V. CSIT 2020. Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 1293. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-63270-0_62
11. Головастик, Н.В. Интеллектуальные технические системы на основе фотоники / Н.В. Головастик, П.С. Дорожкин, В.А. Сойфер // *Онтология проектирования*. – 2021. – Т.11, №4(42). – С.422-436. – DOI: 10.18287/2223-9537-2021-11-4-422-436.

УДК 330, JEL Classification: F61

Классификация экономических эффектов от использования данных дистанционного зондирования Земли

Смекалова Е.Э.¹, Матвеев С.Г.²

¹студентка 2-го курса магистратуры кафедры «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана, smekalovaeaa@student.bmstu.ru;

²доцент, к.т.н., доцент кафедры «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана, matveevsg@bmstu.ru.

Аннотация. Данная статья направлена на создание классификации экономических эффектов от применения данных дистанционного зондирования Земли из космоса. Предложены классификации, основу которых составляют: разделение по направлениям (сферам) применения данных ДЗЗ, механизм получения экономического эффекта в различных областях хозяйственной деятельности, масштаб потенциального воздействия и тип решаемой бизнес-задачи. Полученные результаты позволяют сформировать систему координат для формирования методических подходов, направленных на определение инвестиционной привлекательности создания спутниковых группировок

Ключевые слова: предприятие, дистанционное зондирование Земли, классификация, экономические эффекты.

Classification of economic effects from the use of Earth remote sensing data

Elizaveta Smekalova¹, Matveev S.G.²

¹Student of the Magistracy of the Department of Economics and Organization of Production, Bauman University, Moscow.

²Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Economics and Organization of Production, Bauman University, Moscow.

Abstract. This article aims to create a classification of the economic effects of using remote sensing data from space. The proposed classifications are based on the following: the division of areas (spheres) of application of remote sensing data, the mechanism of obtaining an economic effect that generates an economic effect, the scale of potential impact, and the type of business problem being solved. The results obtained make it possible to form a coordinate system for the formation of methodological approaches aimed at determining the investment attractiveness of creating satellite groupings.

Keywords: enterprise, remote sensing of the Earth, classification, economic effects.

Введение

Дистанционное зондирование Земли из космоса – это процесс получения информации о поверхности Земли путем наблюдения и измерения из космоса собственного и отраженного излучения элементов суши, океана и атмосферы в различных диапазонах электромагнитных волн в целях определения местонахождения, описания характера и временной изменчивости естественных природных параметров и явлений, природных ресурсов, окружающей среды, а также антропогенных факторов и образований [1].

Использование технологий дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса находит широкое применение в различных секторах экономики и демонстрирует значительный потенциал развития, что способствует росту числа промежуточных и конечных пользователей данных ДЗЗ в государственном, предпринимательском и общественном секторах [2], заинтересованных в конкретных и измеримых оценках экономического эффекта.

Для удовлетворения указанных потребностей, а также формирования методики, направленной на определение инвестиционной привлекательности создания спутниковых группировок, необходимо провести систематизацию и классификацию экономических эффектов от использования данных ДЗЗ.

Подходы к классификации экономических эффектов по областям хозяйственной деятельности

Для определения направлений получения экономических эффектов необходимо выделить области хозяйственной деятельности, в которых целесообразно применение данных ДЗЗ с прикладной точки зрения.

Судоходство. Использование атомных ледоколов для проводки судов по Северному морскому пути не может быть качественно спланировано без подробной оценки ледовой обстановки в регионе и решения сопутствующих навигационных задач. В качестве основного источника данных о ледовой обстановке в Арктике выступают различные космические системы ДЗЗ. Результатом обработки соответствующих данных ДЗЗ является бумажная или электронная карта ледовой обстановки в интересующем регионе, а основная цель такой деятельности – выдача карты конечному потребителю (начальнику порта, экспедиторским компаниям, капитану и судна и т. д.) и рекомендаций по навигации [3].

Также можно отметить проблему планирования ледокольной проводки для Азовского моря. Особенность ледовых условий Азовского моря — активное торошение льда, в результате которого образуются ледяные торосистые образования (ЛТО): торосы и барьеры торосов, а в некоторых случаях — стамухи. Эти ледяные образования могут препятствовать судоходству, нарушать безопасную эксплуатацию морских и прибрежных инженерных и гидротехнических сооружений. Совместное использование радиолокационных и оптических спутниковых снимков высокого разрешения позволяет получить новые данные о ЛТО Азовского моря для современных гидроклиматических условий — площадь, поперечную длину, а также сроки образования и разрушения, оценить местоположение обнаруженных объектов [4].

Картография. Традиционные наземные исследования состояния ландшафтов очень трудоёмки, их периодичность обычно невелика, а ретроспективный анализ при отсутствии наблюдений невозможен. Частота дистанционного мониторинга ограничивается только периодичностью получения необходимых данных спутниковых или воздушных съёмок. Также существуют другие факторы, влияющие на сложность проведения работ в части картографии, например, высокая скорость процесса изменения площадей опустынивания требует детального и оперативного его исследования в сезонном аспекте, что наиболее оправдано с использованием дистанционных методов оценки [5].

Строительство и эксплуатация инфраструктуры. Методы дистанционного контроля процессов на земной поверхности на основе спутниковой съемки могут эффективно применяться как часть комплексной системы геотехнического мониторинга железнодорожной инфраструктуры на участках со сложными инженерно-геологическими условиями, обеспечивающей периодический контроль экзогенных процессов и оценку состояния инфраструктурных объектов, прогноз развития неблагоприятных процессов и назначение мероприятий по предотвращению разрушительных воздействий. Анализ данных спутниковой съемки позволяет осуществлять контроль ситуации в полосе отвода и охранных зонах, а также на прилегающих (в том числе труднодоступных) территориях, выявляя области развития природных и антропогенных процессов, которые оказывают или могут оказать неблагоприятные или разрушительные воздействия на объекты железнодорожной инфраструктуры. При этом выявляются источники так называемых внезапных деформаций, располагающиеся за пределами полосы отвода, вне зоны контроля методами, предусмотренными в системе текущего содержания пути [6].

Также данные ДЗЗ позволяют организовать информационное обеспечение для оперативного эффективного мониторинга протяженных зон, через которые проходят магистральные трубопроводы, так как изучение территории прохождения магистральных трубопроводов, оценка современного состояния природно-технической среды уже не могут осуществляться традиционными методами из-за величины масштабов и темпов изменения природной среды [7].

Чрезвычайные ситуации (ЧС). Особое значение в настоящее время приобретают глобальные проблемы, связанные с возможностью проявления природных и техногенных чрезвычайных ситуаций, обусловленных активизацией природных процессов и техническим прогрессом:

- оперативный поиск места локализации ЧС, оперативный мониторинг развития ЧС на всех стадиях;
- выявление локальных ЧС – оползни, осыпи, обвалы, лавины, просадки, пучения, эрозия, а также связанные с этим разрывы трубопроводов, железных дорог, обрушения зданий по оптической съемке и радиолокационной интерферометрии [8].

Наличие оперативной и объективной информации с мест происшествий является неотъемлемой частью проведения работ по их ликвидации. Данные

ДЗЗ благодаря большому пространственному охвату и высокой оперативности проведения съёмки позволяют получать информацию о состоянии подстилающей поверхности Земли и применять её для решения задач по предупреждению и ликвидации ЧС.

Сельское хозяйство. Данные дистанционного зондирования земли и сервисы на их основе могут использоваться для решения следующих задач:

- распознавание типов сельскохозяйственных культур. Дистанционное зондирование предлагает эффективные средства сбора информации для картирования типа сельскохозяйственных культур и площадей. Спектральные отражения меняются в зависимости от изменений фенологии и здоровья сельскохозяйственных культур. Это можно измерить и контролировать с помощью мультиспектральных датчиков;
- мониторинг посевов и оценка ущерба. Оценка состояния засеянных сельскохозяйственных культур, а также раннее обнаружение заражений сельскохозяйственных культур имеют решающее значение для обеспечения высокой продуктивности сельского хозяйства. Стресс, связанный, например, с недостатком влаги, заражением насекомыми, грибами и сорняками, должен быть обнаружен достаточно рано, чтобы дать фермеру возможность смягчить его последствия. Этот процесс требует, чтобы изображения дистанционного зондирования предоставлялись на регулярной основе (как минимум, еженедельно) и быстро доставлялись агроному, обычно в течение 2 дней [9].

Также ДЗЗ может использоваться в целях животноводства для составления технологических карт выпаса животных с наименьшими временными и материальными затратами [10] или подготовки рекомендаций по использованию пастбищных участков [11].

Разведка и добыча полезных ископаемых (ПИ). ДЗЗ применяется как для помощи при поиске ПИ, так и для обнаружения нелегальной добычи. Первое направление связано с применением для актуализации данных о состоянии местности при предпроектных обследованиях, для ландшафтного картографирования, при батиметрических исследованиях на шельфе и при решении многих других задач. Для северных регионов, с учетом их труднодоступности и сложной ландшафтной структуры, эти возможности технологий дистанционного зондирования особенно актуальны. Для арктической зоны также особенно важна возможность оценки активности природных процессов, связанных с мерзлотными явлениями, таких, как термокарст, морозное пучение, динамика изменений водных объектов. Второе направление является не менее важным, так как разработка нелегальных карьеров оказывает значительное негативное воздействие на окружающую среду: снимается плодородный слой почвы, нередко сносятся лесные насаждения, на месте добычи песка и гравия периодически появляются нелегальные свалки мусора, нарушается гидрологический режим [12]. Не меньше вреда и для экономики – недополученные налоги, разбитые дороги, некачественные строительные материалы [13].

Мониторинг природных ресурсов. Многочисленные лесные пожары, строительство автодорог, вызывающее подтопление и усыхание лесных массивов, незаконные вырубки и отклонения от строительных проектов, биологическое повреждение и усыхание лесных насаждений в результате химического загрязнения почв и атмосферного воздуха причиняют значительный ущерб лесному хозяйству. В связи с этим актуальным вопросом является организация оперативного мониторинга лесов [14].

Аналогичные проблемы наблюдаются и для водных объектов. Эффективный мониторинг водных ресурсов является основой для устойчивого развития при ограниченных запасах воды, особенно учитывая проблемы снижения уровня рек и роста антропогенного развития. Данные спутникового мониторинга обладают высокой точностью и позволяют получать информацию о динамике водной поверхности, изменения уровня воды и состоянии прилегающих территорий [15].

Мониторинг загрязнения окружающей среды. Свалки являются экологически опасным объектом, оказывающим негативное влияние как на окружающую среду, так и на здоровье человека, поэтому упрощение их поиска и ликвидации несет не только экономическое, но и экологическое, и социальное последствия. Использование данных ДЗЗ позволяет фиксировать отклонения от разрешенного поведения, выявляя правонарушения, связанные с загрязнением, заражением и иными видами деградации земель и его данные, в этом случае, служат доказательством при привлечении нарушителей к ответственности [16].

Также мониторинг загрязнений особенно актуален для водоёмов. Использование ДЗЗ позволяет проводить исследования и получать информацию о состоянии водной поверхности, окружающей среды оперативнее и с наименьшими затратами по сравнению с традиционными методами мониторинга, например, при поиске областей загрязнения нефтью [17].

Для представленных направлений применения информации, полученной с использованием средств ДЗЗ, можно выделить следующие механизмы получения экономического эффекта:

- снижение затрат (использование ДЗЗ обходится компаниям в некоторых случаях дешевле использования традиционных методов мониторинга (например, аэросъемки) или привлечения специалистов для выполнения задач);
- увеличение объема штрафов в пользу бюджета государства (при использовании ДЗЗ для мониторинга объектов обнаруживается большее число нарушений);
- увеличение выручки или рост активов предприятий (использование данных ДЗЗ способствует принятию более обоснованных стратегических решений, что приводит к увеличению выручки в долгосрочной перспективе и снижает риски);
- предотвращенный ущерб (использование ДЗЗ может помочь своевременно реагировать при ЧС, тем самым снижая ущерб природе и сумму компенсационных выплат).

Помимо представленных типов механизма получения экономического эффекта в различных областях хозяйственной деятельности можно выделить еще несколько подходов к категоризации экономических эффектов.

Искусственные и естественные классификации экономического эффекта

Различают искусственные и естественные классификации. Естественная классификация предназначена для раскрытия истинных свойств вещей и основывается вследствие этого на признаках важных и существенных. Искусственная классификация кладёт в основу классификации какие-либо произвольные признаки [18].

К естественной можно отнести классификацию по масштабу воздействия экономического эффекта. Данная классификация показывает на каком уровне экономики проявляется эффект:

- локальный уровень (выгодоприобретатель – одно предприятие, ферма, региональный или федеральный орган исполнительной власти);
- отраслевой уровень (выгодоприобретатель – вся отрасль);
- национальный уровень (выгодоприобретатель – страна или крупный регион).

К искусственной можно отнести классификацию по типу бизнес-задачи, при решении которой получен экономический эффект:

- мониторинг и контроль, подразумевающие непрерывное или регулярное наблюдение за объектами, процессами и территориями для обеспечения их соответствия установленным нормам, планам или законодательству;
- оценка и аудит, направленные на получение точных и документально подтвержденных данных для анализа ситуации и определения ущерба;
- планирование и совершенствование, подразумевающие использование актуальных данных для принятия более обоснованных решений по распределению ресурсов и организации процессов;
- прогнозирование и управление рисками, позволяющие на основе ретроспективных и оперативных данных моделировать будущие события с целью проактивного снижения потенциальных убытков.

Заключение

Предложенные направления применения данных ДЗЗ для получения экономических эффектов в рассмотренных областях хозяйственной деятельности позволяют сформировать систему координат для формирования методических подходов, направленных на определение инвестиционной привлекательности создания спутниковых группировок.

Каждая предложенная классификация может быть использована для широкого круга задач, таких как расширение сферы использования данных ДЗЗ и определение требований к перспективным спутниковым группировкам.

Литература

1. ГОСТ Р 59753 – 021 "Данные дистанционного зондирования Земли из космоса. Термины и определения".
2. Аношин М. И. Управление правами на данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ): теория и практика / М. И. Аношин, И. Н. Егорова, Т. А. Игнатова, В. О. Калятин // Экономика космоса. 2025. Т. 4. № 3(13). С. 53-62.
3. Цветков М. В., Смирнова О. В., Гальяно Ф. Р., "Система мониторинга ледовой обстановки и обеспечения безопасного судоходства по Северному морскому пути на базе интеллектуальной ГИС", Тр. СПИИРАН. 2014. № 36. С. 28–43.
4. Магаева А. А., "Спутниковый мониторинг ледяных торосистых образований Азовского моря в 2015–2024 гг.". Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2025. Т. 22. № 2. С. 256–266.
5. Биарсланов А. Б. Картографирование и анализ сезонной динамики площадей опустынивания на севере Дагестана по ежемесячным композитам Sentinel-2 / А. Б. Биарсланов, С. С. Шинкаренко, И. Р. Гаджиев // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2023. Т. 20, № 1. С. 160-175.
6. Духин С. В. Возможности применения спутникового дистанционного зондирования в системе геотехнического мониторинга железнодорожной инфраструктуры Восточного полигона / С. В. Духин, А. С. Василейский // Труды АО "НИИАС" : Сборник статей. Том 2. Выпуск 11. – Москва : Типография АО "Т 8 Издательские Технологии". 2021. С. 137-155.
7. Долгополов Д. В. Использование данных дистанционного зондирования земли при формировании геоинформационного пространства трубопроводного транспорта // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). 2020. №3. С. 151-159.
8. Михеев П. Д. Оценка экономической эффективности решения тематических задач МЧС с использованием космических технологий / П. Д. Михеев // Проблемы и перспективы экономического развития высокотехнологичных отраслей промышленности. Управление, ресурсное обеспечение и кооперация в условиях новых вызовов: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Москва, 09 апреля 2015 года. – Москва: Российский университет дружбы народов (РУДН), 2015. С. 75-83.
9. Тураков А. А. Применение данных ДЗЗ в сельском хозяйстве / А. А. Тураков // Актуальные научные исследования: сборник статей III Международной научно-практической конференции. В 2 частях, Пенза, 05 декабря 2021 года. Том Часть 1. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.). 2021. С. 154-158.
10. Олейник С. А., Лесняк Т. С., Проказин С. А., Литвин Д. Б. Применение спутниковых технологий для эффективного развития пастбищного животноводства // Аграрный вестник Северного Кавказа. 2023. №4 (52). С. 32-38.
11. Трухачев В. И., Олейник С. А., Лесняк Т. С., Литвин Д. Б., Лесняк А. В. Дистанционное зондирование пастбищ для прогнозирования продуктивности овец // Известия ТСХА. 2022. №3. С.129-132.
12. Михайлов С. Возможности использования данных ДЗЗв интересах предприятий нефтегазового комплекса / С. Михайлов // Земля из космоса: наиболее эффективные решения. 2015. № 4(20). С. 11-15.
13. Клепицкая Я. С., Понтус А. Р. Особенности идентификации по данным дистанционного зондирования земли карьеров по добыче полезных ископаемых. // Структура и морфогенез почвенного покрова в условиях антропогенного воздействия: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 17 – 20 сент. 2013 г. / редкол.: И.И. Пирожник (гл. ред.), Н.В. Клебанович (отв. ред.) [и др.]. Минск: Изд. центр БГУ. 2013. С. 367–370.
14. Копылов В. Н., Кочергин Г. А., Полищук Ю. М., Хамедов В. А. Использование данных ДЗЗ при решении региональных задач рационального природопользования / В. Н. Копылов, Г. А. Кочергин, Ю. М. Полищук, В. А. Хамедов // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2009. Т. 6. № 1. С. 33-41.
15. Романюк Ю. А. Применение данных космических съемок для ведения мониторинга водохранилищ в республики Узбекистан // Теория и практика современной науки. 2024. № 12 (114). С. 125-131

16. Зайцева Д. В. Разработка геоинформационной системы мониторинга земель, нарушенных несанкционированными свалками (г. Северск): бакалаврская работа / Д. В. Зайцева; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт природных ресурсов (ИПР), Кафедра гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии (ГИГЭ); науч. рук. Н. В. Кончакова. Томск. 2017. 83 с.
17. Гулиев А. Ш., Хлебникова Т. А., Каленицкий А. И. Разработка методики аэрокосмического мониторинга нефтяных загрязнений на основе интеграции данных дистанционного зондирования Земли (на примере акватории азербайджанского сектора Каспийского моря) // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). 2024. № 6. С.53-61.
18. Учебник логики (Для гимназий и самообразования): С 31 рис. в тексте / Проф. Г. Челпанов. - 9-е изд. Т-во «В.В. Думнов - Насл. бр. Салаевых» - Москва: Типо-лит. Рус. тов-ва печ. и изд. дела, 1917. VIII. 196 с.

УДК 330.341; JEL Classification: M15

Предпосылки внедрения системы бизнес-аналитики на предприятии

Тарасенко А.О.¹, Матвеев С.Г.²

¹студентка магистратуры кафедры «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана, tarasenko.alisha@yandex.ru;

²доцент, к.т.н., доцент кафедры «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана, matveevsg@bmstu.ru.

Аннотация. Обосновано использование системы бизнес-аналитики в цикле управления на этапе контроля и план-факт анализа показателей результативности деятельности производственных систем. Сформулированы предпосылки внедрения систем бизнес-аналитики на предприятиях: увеличение объемов первичной информации, наличие множества разрозненных источников данных и рост числа пользователей отчетности. Рассмотрены ограничения внедрения, включая проблемы качества данных, интеграции с ИТ-инфраструктурой и оценки эффективности внедрения таких систем.

Ключевые слова: производственная система, предприятие, системы бизнес-аналитики, цикл управления, контроллинг, информационные панели.

Prerequisites for the introduction of a business intelligence system in an enterprise

Tarasenko A.O.¹, Matveev S.G.²

¹Student of the Magistracy of the Department of Economics and Organization of Production, Bauman University, Moscow.

²Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Economics and Organization of Production, Bauman University, Moscow.

Abstract. The use of a business intelligence system in the management cycle at the control stage and a plan-fact analysis of performance indicators of production systems are substantiated. The prerequisites for the introduction of business intelligence systems in enterprises are formulated: an increase in the volume of primary information, the presence of many disparate data sources and an increase in the number of reporting users. The limitations of the implementation are considered, including problems of data quality, integration with IT infrastructure and evaluation of the effectiveness of the implementation of such systems.

Keywords: production system, enterprise, business intelligence systems, management cycle, controlling, dashboard.

Введение

В современных производственных системах возникает насущная необходимость обработки возрастающих объемов данных, что обусловлено динамичным развитием рынков, усложнением бизнес-процессов и усилением конкуренции. Эффективное управление информационными потоками становится критически важным для принятия стратегических и операционных решений. Рост количества данных нередко приводит к проблемам их агрегации, анализа и интерпретации, особенно в условиях отсутствия единой информационной системы на предприятии, что замедляет реакцию руководства на изменения, снижает прозрачность процессов и увеличивает риски ошибок из-за человеческого фактора.

Для решения всех этих проблем могут быть использованы системы бизнес-аналитики (Business Intelligence или BI) – это инструменты и методы по переводу транзакционной деловой активности предприятия в форму, удобную для восприятия пользователем и пригодную для бизнес-анализа. BI может быть определена также как система инструментов, предназначенных для автоматизированного перевода первичных данных в агрегированную информацию для принятия управленческих решений посредством последовательной обработки данных, ее визуализации и возможности интерактивного взаимодействия [1].

Система бизнес-аналитики в цикле управления предприятием

Деятельность по управлению предприятием можно представить в виде цикла, включающего следующие этапы: определение целей, декомпозиция и формализация целей через систему показателей, планирование мероприятий и бюджетирование для достижения целей, исполнение плановых мероприятий; контроль показателей и анализ отклонений; принятие управленческих решений. Система бизнес-аналитики создается с целью обеспечения информационно-аналитической и методической поддержки принятия управленческих решений руководством предприятия, поэтому является одним из инструментов контроллинга [2, 3, 4]. Графически цикл управления представлен на Рис. 1.

В цикле управления наиболее явную роль BI, заключающуюся в информационно-аналитической поддержке, можно выделить для этапов контроля фактических значений и их отклонений, а также при принятии решений.

Важным инструментом и составляющей BI являются информационные панели (dashboards, «дашборды» или BI-панели) – наглядные отчёты, представляющие уже подготовленную информацию в виде диаграмм, графиков и индикаторов.

На этапе контроля фактических значений информационные панели выполняют функцию непрерывного мониторинга, автоматически выявляя отклонения через настраиваемые индикаторы. Пример разработанной информационной панели «Отчет руководителя» для коммерческого отдела предприятия приведен на Рис. 2.

Приведенный пример информационной панели позволяет руководителю быстро ознакомиться с результатами деятельности подразделений

коммерческого отдела и укрупнено изучить проблемные области. Динамические информационные панели в режиме реального времени сопоставляют плановые и фактические показатели, а интегрированные алгоритмы выделяют проблемные области, требующие оперативного вмешательства.

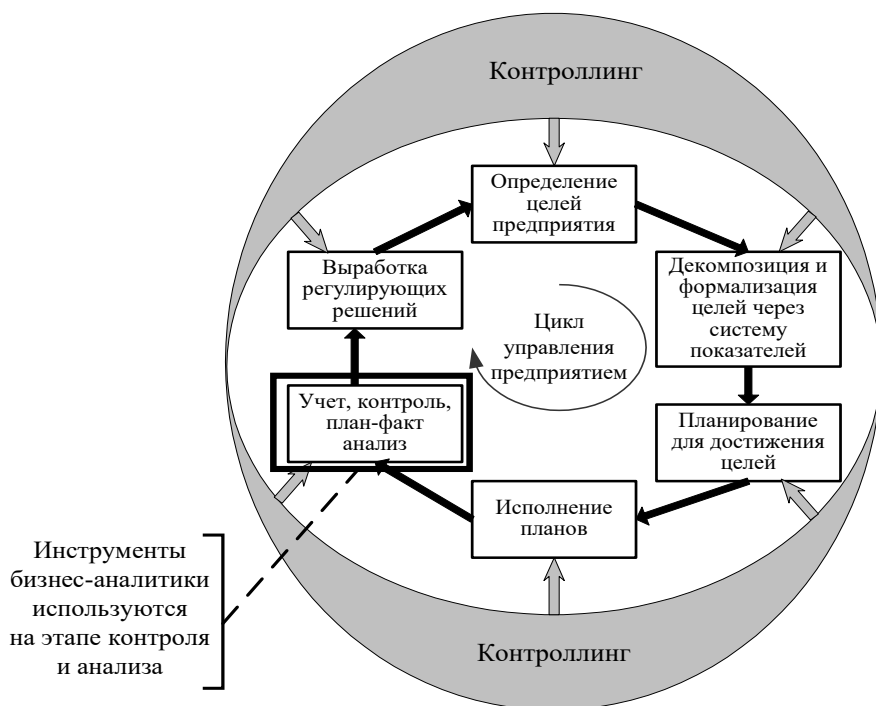


Рис. 1. Схема информационно-аналитической и методической поддержки системой контроллинга управленческого цикла на предприятии.

Источник: составлено авторами

В процессе подготовки и принятия управленческих решений руководители получают возможность опираться на всестороннюю, актуальную и достоверную информацию о состоянии бизнеса, что позволяет им принимать обоснованные решения, способствующие росту эффективности и конкурентоспособности компании. Кроме того, использование ВІ-систем дает возможность оперативно реагировать на отклонения и быстро адаптировать бизнес-процессы. ВІ-система также обеспечивает централизованный доступ к единому, достоверному источнику данных, автоматизирует рутинные процессы формирования стандартной отчетности, высвобождая время аналитиков для более сложных задач.

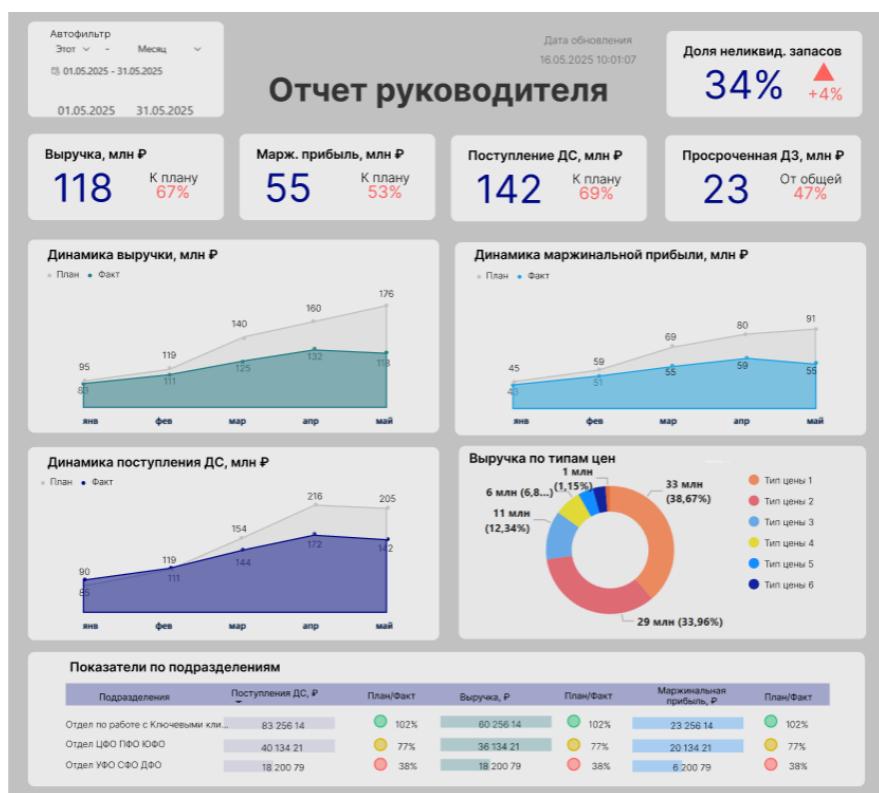


Рис. 2. Пример информационной панели «Отчет руководителя» для коммерческого отдела предприятия.

Источник: составлено авторами

Предпосылки внедрения систем бизнес-аналитики на предприятии

Первая предпосылка – увеличение объемов первичной информации в результате роста и развития предприятия. Масштабирование бизнеса характеризуется возрастающим объемом данных, в том числе за счет расширения направлений деятельности, введения нового ассортимента, выхода на новые рынки и увеличения клиентской базы, усложнения структуры бизнес-процессов.

В результате затрачиваемое время на обработку и анализ информации растет. В случаях использования ручной агрегации и консолидации данных дополнительно также растет риск допущения ошибок в связи с человеческим фактором [5]. Длительное время на подготовку отчетов также приводит к снижению актуальности информации, что для отдельных процессов может быть критически важно при принятии решений [6].

Современные BI-системы предоставляют широкие возможности для сбора, обработки и визуализации больших объемов разнохарактерных данных, позволяя выявлять неявные взаимосвязи и тенденции, оказывающие влияние на процесс принятия управленческих решений.

Вторая предпосылка – наличие нескольких разнородных источников данных, в частности информационных систем. Это одна из важных причин

применения BI [7]. Необходимость сопоставления и совмещения информации, к примеру из ERP и CRM-систем, приводит к увеличению времени на подготовку отчетов.

Инструменты BI позволяют осуществить сбор и очистку данных из различных внутренних и внешних источников, таких как ERP-системы, CRM, базы данных и другие корпоративные информационные системы. Такой подход устраняет разрозненность данных из различных источников, исключает дублирование, несогласованность и ошибки, обеспечивая целостность и согласованность информации.

Третья предпосылка – рост числа сотрудников, вовлеченных в процессы анализа данных и принятия решений. Необходимость быстрой реакции на изменения приводят к тому, что доступ к актуальной и релевантной информации требуется уже не только топ-менеджменту и узкому кругу аналитиков. Все большее число специалистов ключевых подразделений становятся активными потребителями управленческой отчетности и участниками принятия операционных и тактических решений на своем уровне ответственности. Такой количественный рост пользователей данных напрямую трансформируется в качественно новые требования к информационной инфраструктуре компании.

Ручной сбор данных из разрозненных источников, их консолидация в электронных таблицах и последующая рассылка по запросу становятся неэффективными, если количество пользователей отчетности превышает 5-10 человек, а частота обновления данных требуется более 1 раза в неделю [8].

Внедрение BI-системы позволяет кардинально изменить принципы доступа к информации. Растущее число пользователей получает возможность самостоятельного, интерактивного взаимодействия с данными через интуитивно понятные интерфейсы – дашборды, инструменты аналитики и самообслуживания (Self-Service BI).

Ограничения при внедрении систем бизнес-аналитики

Одной из основных сложностей является низкое качество исходных данных, включающее пропуски информации, ошибки учета. Это создает фундаментальные препятствия для корректной работы системы, так как BI-инструменты опираются на достоверность и полноту входных данных.

Еще одним ограничением остается сложность интеграции BI-решений с существующей ИТ-инфраструктурой компании. Во многих отраслях используются узкоспециализированные системы сбора данных, для которых отсутствуют готовые коннекторы, что вынуждает заказывать дорогостоящие разработки [1].

Кроме того, наблюдается дефицит квалифицированных кадров бизнес-аналитиков, специалистов по моделям данных и специалистов в области статистики, способных эффективно использовать инструменты BI. Для малого и среднего бизнеса отсутствие собственных специалистов приводит к необходимости использовать аутсорсинговые услуги компаний-интеграторов.

BI-решения с момента появления на рынке стали значительно доступнее, в том числе и для среднего бизнеса, однако высокие объемы необходимых затрат на создание собственных BI-систем все еще выступают в качестве ограничения. Это приводит к затруднениям расчета показателя возврата инвестиций (ROI) от

внедрения BI-систем из-за преобладания качественных эффектов над количественными, что осложняет обоснование затрат на создание BI-систем перед руководством.

Выводы

Предпосылками для создания систем бизнес-аналитики являются: необходимость обработки больших массивов разрозненной информации из множества источников, потребность в ускорении подготовки управленческой отчетности и минимизации ошибок ручного анализа, а также рост числа сотрудников, вовлеченных в принятие решений на оперативном и тактическом уровнях. Система бизнес-аналитики на предприятии интегрируется в цикл управления предприятием, обеспечивая информационную поддержку на этапах контроля и план-факт анализа показателей деятельности предприятия и принятия решений за счет автоматизированной агрегации данных, визуализации отклонений и предоставления актуальной аналитики через интуитивные графические отчеты (информационные панели). Несмотря на преимущества, получаемые предприятием при создании собственных систем бизнес-аналитики, их внедрение сопряжено с ограничениями: низкое качество исходных данных, сложность интеграции со специализированным ИТ-окружением, дефицит квалифицированных кадров в этой области знаний и трудности в оценке ROI от вложенных инвестиций в создание таких систем из-за преобладания качественных эффектов над количественными.

Литература

1. Цуканова О. А., Ярская А. А. Сущность и роль BI-систем в современной экономике // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. 2021. № 2. С. 79-85.
2. Фалько С.Г. Построение системы показателей. // Управляем предприятием. 2012. 8(19). С. 1-11.
3. Фалько С.Г. Контроллинг для руководителя. М.: Институт Контроллинга, 2006. 196 с.
4. Матвеев, С.Г. Математическое моделирование инновационных процессов : учебное пособие / С.Г. Матвеев, О.П. Матвеева, Е.В. Алексеева ; под редакцией С.Г. Фалько. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2023. 275 с.
5. Пашнин, М. О. Внедрение BI-систем в практику деятельности белорусских предприятий: проблемы и перспективы / М. О. Пашнин, М. В. Молохович // Беларусь - 2030: государство, бизнес, наука, образование : Материалы VI Международной научной конференции, Минск, 16 декабря 2019 года. Минск: Белорусский государственный университет, 2019. – С. 478-480.
6. Ростова О. В. Обоснование необходимости использования BI-систем в организациях с большим объемом динамических данных / О. В. Ростова, А. Д. Тихонова // Актуальные вопросы устойчивого развития систем управления в условиях трансформации социально-экономических процессов : Сборник материалов международной научно-практической конференции, Курск, 24–25 ноября 2022 года / Под редакцией С.А. Гальченко. Курск: Курский государственный университет, 2022. С. 87-92.
7. Бердников, В. В. Информационно-аналитические проблемы развития контроллинга эффективности в агробизнесе // Экономический анализ: теория и практика. 2010. №16 (181). С.42-52.
8. Колоколов А. Дашборд для директора: Как делать управленческие отчеты красивыми и понятными / Алексей Колоколов, 2019. 108 с URL: <https://alexkolokolov.com/ru/dashboardbook> (дата обращения 24.10.2025).

УДК 330.341; JEL Classification: M15

Разработка системы информационных панелей для мониторинга деятельности предприятия-поставщика электротехнической продукции

Тарасенко А.О.¹, Матвеев С.Г.²

¹студентка магистратуры кафедры «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана, tarasenko.alisha@yandex.ru;

²доцент, к.т.н., доцент кафедры «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана, matveevsg@bmstu.ru.

Аннотация. Разработана система информационных панелей для информационно-аналитической поддержки руководителей предприятия при подготовке и принятии организационно-управленческих оперативных решений. Построена процессная модель деятельности предприятия, на основании которой выбраны показатели деятельности и параметры проблемных областей для ключевых бизнес-процессов. Разработана структура и система информационных панелей для предприятия-поставщика электротехнической продукции во многие отрасли промышленности. Приведены примеры разработанных информационных панелей.

Ключевые слова: производственная система, предприятие, моделирование процессов, принятие организационно-управленческих решений, контроллинг, системы бизнес-аналитики, информационная панель.

Development of a system of information panels for monitoring the activities of a supplier of electrical products

Tarasenko A.O.¹, Matveev S.G.²

¹Student of the Magistracy of the Department of Economics and Organization of Production, Bauman University, Moscow.

²Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Economics and Organization of Production, Bauman University, Moscow.

Abstract. A system of information panels has been developed for information and analytical support of enterprise managers in the preparation and adoption of organizational and managerial operational decisions. A process model of the company's activities has been built, on the basis of which performance indicators and parameters of problem areas for key business processes have been selected. The structure and system of information panels has been developed for an enterprise that supplies electrical products to many industries. Examples of the developed information panels are given.

Keywords: production system, enterprise, process modeling, organizational and managerial decision-making, controlling, business intelligence systems, dashboard.

Введение

В условиях динамично изменяющихся современных рынков производственным предприятиям необходимо решать проблему обработки и агрегирования постоянно возрастающего объема данных о внешней и внутренней среде производственной системы.

Обоснование вариантов организационно-управленческих решений, является одной из наиболее важных актуальных задач в области информационно-аналитической и методической поддержки руководителя предприятия. Разработка инструментов решений задач в этой осуществляется в рамках создания систем контроллинга на предприятии [1, 2]. Одним из таких инструментов, используемых для решения рассматриваемых проблем, является создание систем информационных панелей.

Предприятие, на базе которого проводилось моделирование процессов – российский поставщик электротехнической продукции во многие отрасли промышленности. Можно выделить три группы объективных предпосылок, обусловивших необходимость внедрения системы информационных панелей на предприятии.

Первая группа предпосылок – это увеличение объемов первичной информации в результате роста и развития предприятия. На предприятии количество заказов за период 2022-2024 гг. выросло в 2 раза, а клиентская база увеличилась в 2,5 раза. В результате затрачиваемое время на обработку и анализ информации существенно возросло. В условиях использования ручной агрегации и консолидации данных дополнительно также возрос риск допущения ошибок в связи с человеческим фактором. Длительное время на подготовку отчетов также приводит к снижению актуальности информации, что для отдельных процессов может быть критически важно при принятии решений.

Вторая группа предпосылок состоит в том, что с ростом и развитием предприятия увеличилось и количество сотрудников, принимающих решение, и пользователей управленческой отчетности. Это формулирует новые требования к информационной системе предприятия.

Третья группа предпосылок заключается в том, что на предприятии одновременно и параллельно используются несколько источников данных, формируемых в нескольких автономных информационных системах. Необходимость проверки и совмещения такой информации увеличивает длительность подготовки сводных отчетов.

На предприятии используются две информационные системы CRM и ERP-класса. Оба класса систем относятся к транзакционным, представляющим источники первичной информации, используемой для аналитической обработки данных. Системы формируют информацию о состоянии бизнес-процессов в режиме реального времени.

Одним из этапов, предшествующих созданию систем информационных панелей, является разработка процессной модели деятельности предприятия.

Анализ процессов деятельности предприятия

В качестве инструмента описания бизнес-процессов использована

нотация стандарта IDEF0 – методология структурно-функционального моделирования, предназначенная для формализации и описания бизнес-процессов [3].

Диаграмма первого уровня декомпозиции (A0) процессной модели деятельности предприятия в нотации стандарта IDEF0 приведена на Рис. 1.

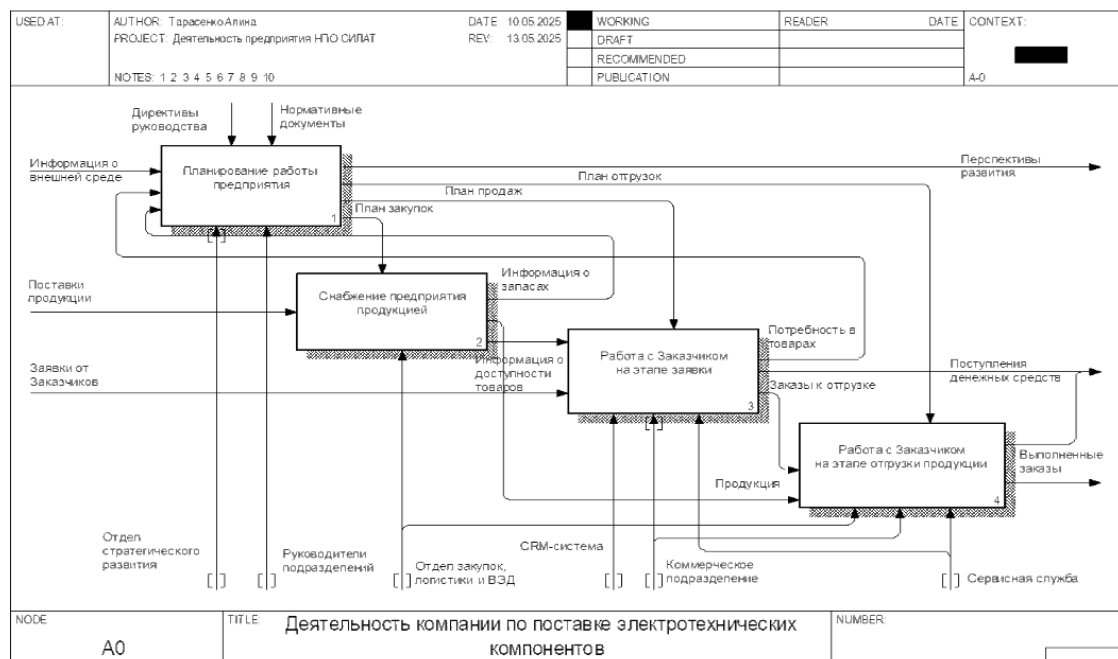


Рис. 1. Диаграмма первого уровня декомпозиции (A0) процессной модели деятельности предприятия в нотации стандарта IDEF0

Основная деятельность компании заключается в поставке электротехнических компонентов клиентам в связи с чем были выделены следующие функциональные блоки:

- снабжение предприятия включает в себя процессы закупки продукции у поставщиков, выбор способа доставки и контроль сроков поставки, управление складскими запасами;
- работа с заказчиком на этапе заявки предусматривает обработку заявок клиентов от получения запроса и вплоть до получения оплаты от клиента;
- работа с заказчиком на этапе отгрузки включает в себя подготовку заказа к передаче клиенту, оформление сопроводительной документации и контроль сроков доставки;
- планирование работы предприятия осуществляется на основании информации о внешней среде и внутренних данных, предоставляемых подразделениями, и охватывает разработку долгосрочных и оперативных планов.

Директивы руководства определяют стратегические приоритеты, включая цели развития и финансовые ориентиры, и во многом служат основой

для формирования планов предприятия.

Нормативные документы регламентируют внутренние процессы, обеспечивая соответствие законодательным требованиям и стандартам отрасли. Они включают внутренние политики в области закупок, логистики, взаимодействия с клиентами и другие.

Ключевые показатели деятельности и параметры проблемных областей предприятия

Ключевые показатели деятельности и параметры проблемных областей выделены в рамках подразделений и основных выполняемых ими процессов, базируясь на результатах процессного моделирования деятельности организации.

При выборе показателей учитывались общие требования к качеству измерителей и измерительной системы такие, как точность, полнота и исчерпывающий характер, уникальность и взаимоисключающий характер, (за исключением случаев, когда данные действия носят преднамеренный характер), надежность, контролируемость, экономическая оправданность [4].

Для рассмотрения выбраны следующие подразделения предприятия:

- коммерческое подразделение – как центр доходов организации в декомпозиции по отделам;
- отдел маркетинга и реализуемые в нем процессы по привлечению клиентов посредством рекламы;
- отдел по управлению продуктом, осуществляющий процессы ценообразования и управления ассортиментом;
- сервисная служба, оказывающая техническую поддержку коммерческому подразделению в виде подбора продукции под требования клиента;
- отдел закупок, логистики и внешнеэкономической деятельности, обеспечивающий коммерческое подразделение продукцией и поддерживающий ее запасы в необходимом количестве.

Выбранные подразделения осуществляют поддержку коммерческого подразделения, то есть напрямую влияют на результат деятельности подразделения и предприятия в целом.

Результаты сопоставления подразделения и его основных процессов с ключевыми показателями и проблемными областями представлены в Табл. 1.

Для отражения состояния показателей результативности деятельности предприятия и его подразделений на современных предприятиях создаются системы информационных панелей, ситуационные центры, «дашборды» (dashboards) [5.6]. На основании данных Табл. 1 с выбранными показателями построена схема структуры информационных панелей для предприятия (Рис. 2).

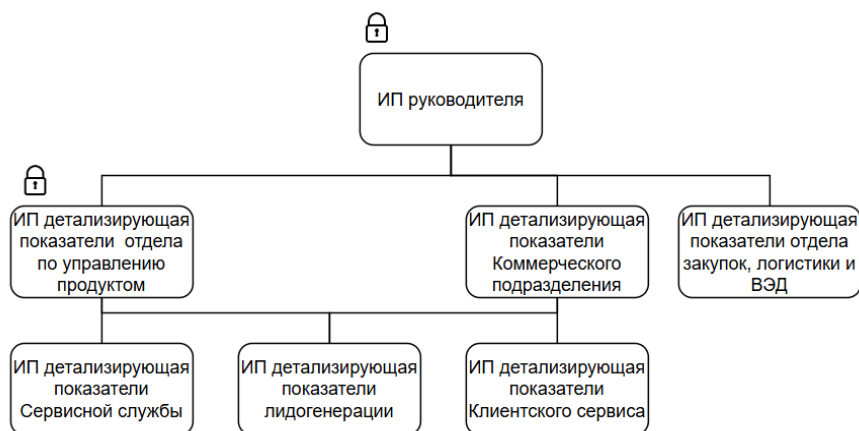


Рис. 2. Схема структуры информационных панелей предприятия

Информационная панель по управлению продуктом и сводный отчет руководителя предприятия содержат данные, предназначенные только для конкретных руководителей, и потому имеют ограниченный доступ.

Примеры информационных панелей для Коммерческого подразделения и Сервисной службы приведены на Рис. 3 и Рис. 4.

При разработке макетов экранов выдержаны уровни построения информационных панелей [6]. Первый уровень представляет собой обобщенное представление информации о статусе ключевых показателей эффективности и отклонениях, второй – представляет данные, на основании которых в первом верхнем слое появились те или иные графические показатели или предупреждающие сигналы («светофоры»), третий – обеспечивает доступ к детальной информации.

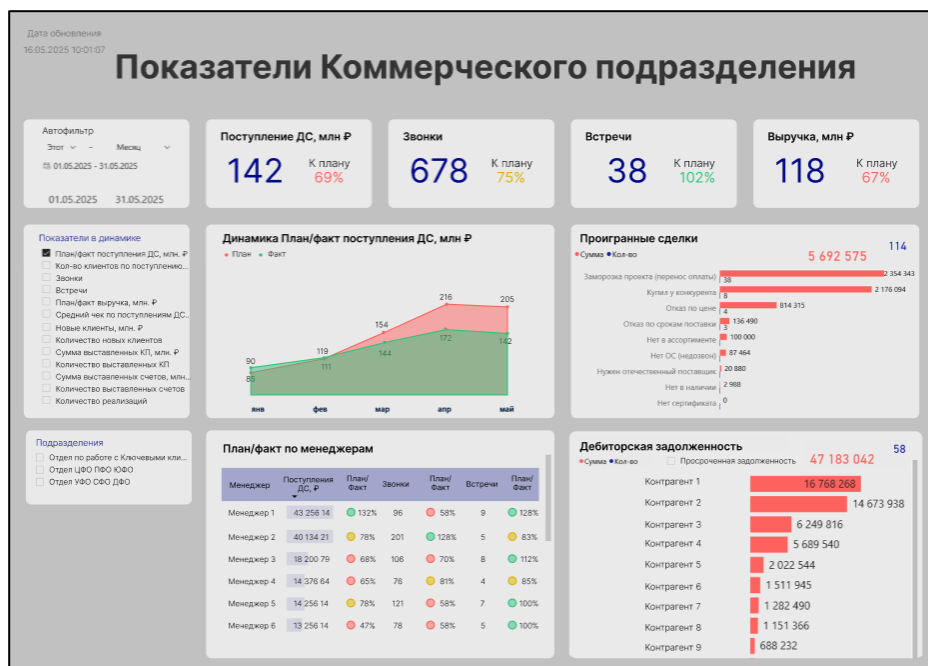


Рис. 3. Информационная панель, детализированная по показателям Коммерческого подразделения

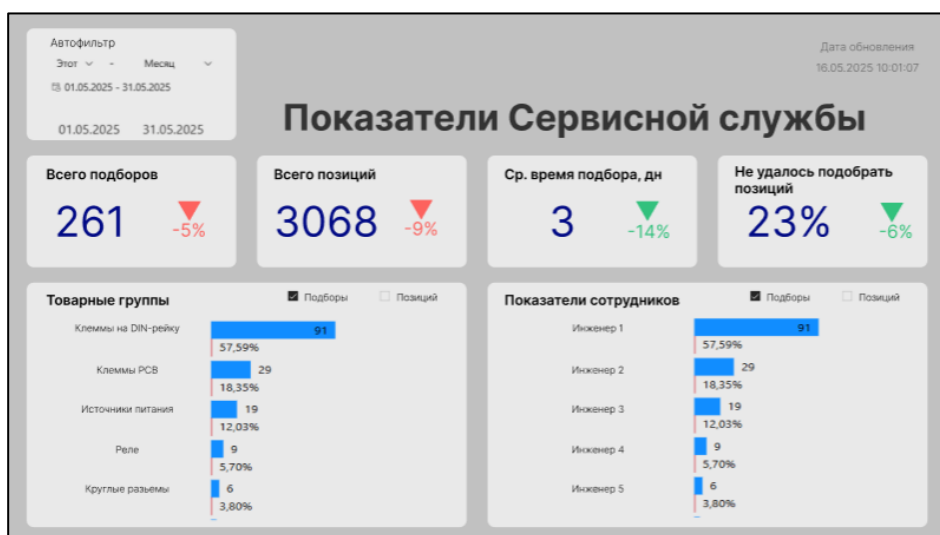


Рис. 4. Информационная панель «Показатели Сервисной службы»

Таблица 1. Показатели деятельности предприятия и параметры проблемных областей

Подразделение	Процессы	Показатель	Проблемные области	Показатель
Коммерческое подразделение	Работа с заказчиком на этапе обработки заявки	Поступление денежных средств	Отсрочка оплаты для клиентов	Дебиторская задолженность, в том числе просроченная
	Работа с заказчиком на этапе отгрузки заказа	Выручка	Соблюдение сроков поставки заказа клиенту	Просроченные заказы
Отдел продаж, Отдел ключевых клиентов	Работа с клиентами	Звонки	Упущенные заказы	Сумма отказных сделок
		Встречи		
		Сумма и количество коммерческих предложений		
		Сумма и количество счетов на оплату		
Отдел продаж, Отдел маркетинга	Работа с новыми клиентами	Качественные лиды	Конверсия лидов	Рентабельность затрат на маркетинг
		Оплаты от новых клиентов		
Клиентский сервис	Поддержка менеджеров в процессе работы с клиентами	Число обработанных документов	Загруженность специалистов в внутри отдела	Количество строк в документах
			Претензии от клиентов	Число рекламаций
Управление продуктом	Управление ассортиментом	Наценка по товарным группам	Не соответствие ценового позиционирования условиям рынка	Соотношение выручки по типам цен
		Маржинальная прибыль по товарным группам		

Структура системы информационных панелей

Структура системы информационных панелей включает в себя 7 подсистем, она схематично представлена на Рис. 5.

Подсистема информационного обеспечения определяет порядок сбора хранения и подготовки данных для их последующего анализа и визуализации. Информация может поступать из двух источников: ERP и CRM-систем.

Подсистема технического обеспечения включает в себя мониторы, как средства видеоизображения на каждом рабочем месте, а также аппаратную инфраструктуру, включая серверы и облачные хранилища для обработки и хранения данных, каналы связи для передачи информации.

Подсистема инструментов для решения задач визуализации включает в себя средства для преобразования данных в интуитивно понятные визуальные форматы, такие как инструменты построения графиков, диаграмм и других элементов для статичного или интерактивного отображения.

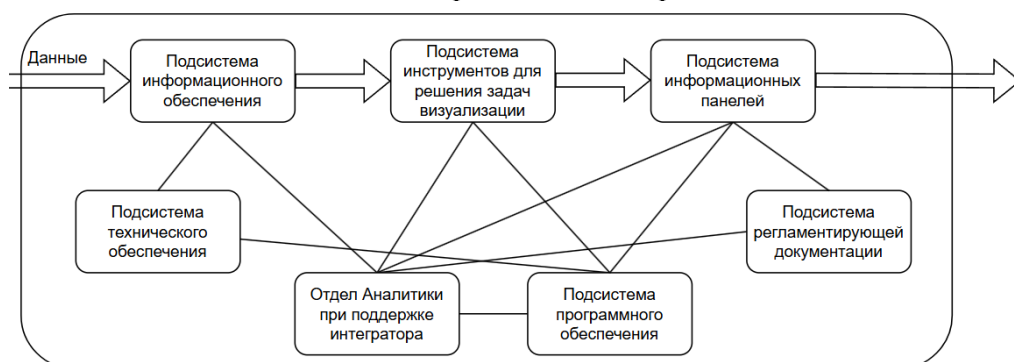


Рис. 5. Схема структуры системы информационных панелей предприятия

В качестве службы по управлению информационными панелями выступит отдел аналитики предприятия при поддержке внешнего подрядчика-интегратора. Сбор требований, подготовка форм необходимых данных, написание технического задания и тестирование после реализации входят в обязанности отдела аналитики.

Подсистема программного обеспечения определяет необходимость использование программных продуктов для успешной реализации проекта. В качестве BI-продукта используется программа Microsoft Power BI.

Подсистема регламентирующей документации включает себя положения и инструкции, обеспечивающие корректную эксплуатацию системы: техническую документацию, руководства по интеграции, настройке и обновлению компонентов; пользовательские инструкции, рекомендации по работе с информационными панелями, в частности, с интерактивными элементами и фильтрами; правила разграничения доступа и т.д.

Данная структура обеспечивает целостность системы, гибкость адаптации под бизнес-задачи и удобство взаимодействия пользователей с аналитическими инструментами.

Выводы

В результате анализа работы предприятия-поставщика электротехнической продукции на российском рынке, выявлена существенная проблема – увеличение затрат времени на агрегирование массивов информации, циркулирующей на предприятии, и выделение данных, отражающих ключевые результаты работы и проблемные области. Это замедляет подготовку и принятия вариантов организационно-управленческих решений, что снижает эффективность работы всего предприятия.

Для решения выявленной проблемы проанализированы процессы деятельности предприятия, построена процессная модель его работы в нотации стандарта IDEF0, собрана необходимая исходная информация для обоснования внедрения системы информационных панелей; выделены ключевые бизнес-процессы, сформирована система показателей результативности деятельности предприятия в разрезе подразделений и параметры, характеризующие их проблемные области.

Сформирована структурная схема из семи взаимосвязанных информационных панелей, для каждой из которых разработано графическое представление в виде макета для реализации в программном продукте Microsoft Power BI. Разработана и описана система информационных панелей предприятия.

Практические результаты внедрения разработанной системы информационных панелей заключаются в снижении затрат труда высококвалифицированных сотрудников на подготовку типовой отчетности. Это позволяет сократить время на выявление проблемных областей, на анализ причин возникших проблем и на принятие руководством предприятия организационно-управленческих решений по устранению производственных проблем.

Результаты работы могут быть применены не только в рамках исследуемой компании, но и адаптированы для других организаций в системах информационно-аналитической поддержки принятия организационно-управленческих решений в производственных системах.

Литература

1. Фалько С.Г. Контроллинг в процессе внедрения и оптимизации производственных систем. Контроллинг, 2017. - №1. С. 2-5.
2. Матвеев С.Г. Контроллинг производственных систем и формирование комплекса показателей эффективности их работы. Экономика и управление: проблемы, решения, 2017, май, том IV-II, С. 238-242.
3. Маклаков С.В. Моделирование бизнес-процессов с AllFusion Process Modeller (BPWin 4.1). М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2003. 240 с.
4. Фалько С.Г. Контроллинг для руководителя. – М.: Институт Контроллинга, 2006. – 196 с.
5. Фалько С.Г. Концепция построения ситуационного центра в ракетно-космической отрасли. Инновации в менеджменте. 2018. № 18. С.2-3.
6. Уэйн У. Эккерсон. Панели индикаторов как инструмент управления: ключевые показатели эффективности, мониторинг деятельности, оценка результатов. М.: Альпина Бизнес Букс, 2007. 396 с.

УДК 330.46123; JEL Classification: D81

Методы активации интуиции для решения задач управления промышленным предприятием

Чернявская А.Ю.¹, Орлов А.А.², Орлов А.И.³

¹студент магистратуры МГТУ им. Н.Э. Баумана, *nastya.andreevna.2018@inbox.ru*;

²ассистент кафедры «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана, *antorlov-mstu@mail.ru*;

³профессор, доктор экономических и технических наук, профессор кафедры «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана, *prof-orlov@mail.ru*.

Аннотация. Разработана процедура определения и ранжирования ключевых показателей успеха (на примере предприятия «ДС-Групп»). Проведён анализ экспертных мнений специалистов предприятия о значимых конечных точках с использованием коэффициента конкордации Кендалла. Разработан и реализован метод нахождения медианы Кемени, позволяющей определить приоритетные направления развития предприятия. Полученные результаты демонстрируют высокую согласованность экспертных оценок, что свидетельствует о единой корпоративной культуре.

Ключевые слова: производственная система, предприятие, производство, экспертные оценки, интуиция, конечные точки, медиана Кемени, коэффициент конкордации Кендалла.

Methods of intuition activation for solving problems of industrial enterprise management

Anastasia Chernyavskaya¹, Anton Orlov², Alexander Orlov³

¹graduate student of Bauman Moscow State Technical University;

²assistant of the Department of Economics and Organization of Production at Bauman Moscow State Technical University;

³Professor, Doctor of Economics and Technical Sciences, Professor of the Department of Economics and Organization of Production at Bauman Moscow State Technical University.

Abstract. A procedure has been developed for determining and ranking key success indicators (using the example of the DS-Group enterprise). The analysis of the expert opinions of the company's specialists on significant endpoints using the Kendall concordance coefficient is carried out. A method for finding the Kemeni median has been developed and implemented, which makes it possible to determine the priority directions of the company's development. The results obtained demonstrate a high consistency of expert estimators, which indicates a unified corporate culture.

Keywords: production system, enterprise, production, expert estimation, intuition, endpoints, Kemeny median, Kendall concordance coefficient.

Введение

В современных условиях высокой конкуренции и быстро меняющейся бизнес-среды промышленные предприятия сталкиваются с необходимостью принятия решений в условиях неопределённости и ограниченного времени. В таких ситуациях традиционные аналитические (расчётные) методы не всегда эффективны, что актуализирует поиск альтернативных подходов к управленческим решениям. Всё большее распространение получают экспертные методы сбора и анализа субъективных мнений специалистов, полученных интуитивным путём [1]. Методы принятия решений, основанных на использовании интуиции, проанализированы в [2]. Присущую специалистам интуицию можно и нужно развивать с целью повышения качества применяемых ими управленческих решений. Для этого разработан ряд технологий [3]. Методы сравнения технологий активации интуиции разработаны в [4].

Цель данной статьи – разработать подходы к определению ключевых показателей успеха промышленного предприятия и оценить эффективность методов активации интуиции для повышения результативности их достижения (на примере предприятия «ДС-Групп»).

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

1) разработать методы идентификации и систематизации ключевых показателей успеха (конечных точек) предприятия на основе экспертных оценок;

2) создать систему ранжирования и взвешенной оценки значимости выявленных показателей с применением статистических методов согласования мнений экспертов;

3) разработать методы расчёта медианы Кемени для получения итогового согласованного ранжирования конечных точек;

4) сформировать экспериментальную и контрольную группы сотрудников с использованием подхода стратифицированной рандомизации;

5) разработать и провести программу тренингов по активации интуиции для экспериментальной группы;

6) провести сравнительный анализ изменений в достижении конечных точек между экспериментальной и контрольной группами;

7) выполнить статистическую оценку эффективности применения методов активации интуиции с использованием критерия Вилкоксона проверки однородности двух независимых выборок;

8) предложить практические рекомендации по внедрению эффективных методов активации интуиции в деятельность предприятия «ДС-Групп».

Практическая значимость исследования заключается в эмпирической проверке эффективности методов активации интуиции в корпоративной среде, что вносит вклад в теорию принятия решений и управления персоналом.

Описание предприятия ООО «ДС-Групп»

Вид деятельности – разработка проектной документации для различных новых и модернизируемых систем, поставка, монтаж и наладка оборудования, сборка и программирование систем автоматизации технологического процесса.

Основные цели предприятия: увеличение количества заказов и

повышение качества и количества предоставляемых услуг. Задачи предприятия: увеличение количества специалистов в области АСУТП, снижение издержек, уменьшение количества ошибок среди сотрудников в рабочих процессах.

Среди выполненных предприятием проектов: АСУТП люберецких очистных сооружений, системы промышленных вентиляций на теннисных кортах в Лужниках, АСУТП складов ГХН на западной станции водоподготовки, модернизация АСУТП на восточной станции водоподготовки и др. Ключевым клиентом предприятия ООО «ДС-Групп» является АО «Мосводоканал» - крупнейшая водная компания в России.

Производственные мощности: предприятие располагает собственным производственным участком площадью 850 кв. м., оснащённым современным оборудованием для сборки и программирования систем автоматизации. Производственная мощность составляет до 200 систем автоматизации малых и средних объектов в месяц.

Устойчивое финансовое положение предприятия подтверждается ростом основных экономических показателей: за период 2020-2023 гг. выручка увеличилась на 78%, а численность персонала возросла в 2,1 раза, что свидетельствует об активном развитии компании и расширении сферы деятельности.

Основные цели предприятия: увеличение количества заказов и повышение качества и количества предоставляемых услуг. Задачи предприятия: увеличение количества специалистов в области АСУТП, снижение издержек, уменьшение количества ошибок среди сотрудников в рабочих процессах.

Сценарий сбора и анализа экспертных оценок

Опишем процедуру сбора и анализа экспертных оценок, которая была использована в исследовании. Она включает этапы формирования экспертной комиссии, сбора индивидуальных оценок, их кластеризации и согласования с использованием медианы Кемени.

Для проведения исследования была сформирована экспертная комиссия из сотрудников компании «ДС-Групп». Основные критерии отбора экспертов [1]:

1. Компетентность в области автоматизации технических систем.
2. Опыт работы в компании не менее 3 лет.
3. Представительство различных подразделений компании.

Сбор данных осуществлялся в два этапа:

1. Первичный опрос: экспертам было предложено сформулировать 5–6 ключевых показателей успеха (конечных точек согласно [4]), которые они считают важными для достижения целей предприятия. Ответы собирались в свободной форме.

2. Вторичный опрос: после систематизации ответов экспертов был составлен список из 15 обобщённых конечных точек. Экспертам было предложено ранжировать конечные точки по степени их важности и распределить 100 баллов между конечными точками, отражая их относительную значимость.

Для обработки собранных данных была применена процедура

кластеризации, которая включала следующие этапы:

1. Группировка схожих показателей: показатели, имеющие схожий смысл (например, «Финансовое благополучие компании» и «Рентабельность проектов»), были объединены в группы.

2. Определение центроидов кластеров: для каждого кластера был вычислен центр (центроид), представляющий среднее значение всех показателей внутри кластера.

3. Проверка согласованности внутри кластеров: для оценки согласованности мнений экспертов внутри каждого кластера использовались коэффициенты ранговой корреляции Спирмена и Кендалла [5, 6].

В качестве коллективного мнения комиссии экспертов была использована медиана Кемени. Её получают методом агрегирования индивидуальных ранжировок в единую коллективную ранжировку, для которой минимально суммарное расстояние до всех индивидуальных ранжировок [7].

Алгоритм применения медианы Кемени включал следующие этапы:

1. Построение матрицы попарных сравнений для каждого эксперта.

2. Суммирование индивидуальных матриц для получения групповой матрицы предпочтений.

3. Поиск итогового ранжирования, минимизирующего суммарное расстояние до всех индивидуальных ранжировок.

Для расчёта медианы Кемени был использован программный пакет MATLAB R2023b с собственным скриптом, реализующим алгоритм ветвей и границ. Выбор MATLAB обусловлен его эффективными возможностями для работы с матрицами и решения оптимизационных задач, что критически важно при поиске медианы Кемени, поскольку данная задача является NP-трудной.

Медиана Кемени – решение оптимизационной задачи:

$$R^{\text{ОПТ}} = \underset{R}{\operatorname{argmin}} \sum_{k=1}^n d(R, R_k),$$

где $R^{\text{ОПТ}}$ – искомая оптимальная ранжировка (медиана Кемени), R – произвольное возможное ранжирование объектов, n – количество экспертов, d – расстояние Кемени между ранжировками, R_k – ранжировка, предложенная k -м экспертом, $k = 1, 2, \dots, n$.

Выбранная процедура сбора и анализа экспертных оценок обладает следующими преимуществами:

1. Гибкость: позволяет учитывать широкий спектр мнений экспертов.

2. Анонимность: исключает влияние авторитетных мнений на результаты.

3. Структурированность: использование кластеризации и медианы Кемени обеспечивает объективность итоговых результатов.

4. Простота интерпретации: Итоговое ранжирование легко интерпретируется руководством компании для принятия решений.

Процедура исследования

В данном разделе представлена процедура исследования результативности методов активации интуиции (для решения задач предприятия «ДС-Групп»). Она включает формирование выборки, определение

конечных точек, их ранжирование и взвешивание, а также описание проведённых тренингов.

Формирование выборки. Целью формирования выборки является обеспечение репрезентативности данных для оценки эффективности методов активации интуиции [4]. Выборка должна включать сотрудников компании «ДС-Групп», представляющих различные категории специалистов, чтобы результаты исследования можно было обобщить на всю организацию.

Для проведения исследования была сформирована выборка из сотрудников компании «ДС-Групп» со следующими характеристиками:

1. Целевая аудитория: сотрудники компании «ДС-Групп», работающие в различных подразделениях (инженеры, руководители проектов, технические специалисты).

2. Размер выборки: 20 человек, разделённых на две группы:

- Экспериментальная группа (10 человек): участвует в тренингах по активации интуиции.
- Контрольная группа (10 человек): не участвует в тренингах, продолжает работать в обычных условиях.

Тип исследования: рандомизированное контролируемое испытание с экспериментальной и контрольной группами.

Для формирования выборки была использована стратифицированная рандомизация с блоковым методом:

1. Стратификация по ключевым параметрам.

Каждый сотрудник был классифицирован по следующим характеристикам:

- Пол (мужской/женский).
- Возраст (до 30 лет / 30-45 лет / старше 45 лет).
- Должностной уровень (руководители / специалисты / технический персонал).
- Стаж работы в компании (до 3 лет / более 3 лет).
- Образование (высшее техническое / высшее гуманитарное / среднее специальное).

2. Процедура блоковой рандомизации.

Участники были разделены на блоки по 4 человека. Это позволяет обеспечить равномерное распределение характеристик между экспериментальной и контрольной группами.

В каждом блоке использовался генератор случайных чисел для распределения участников: AABV или ABVA (где A — экспериментальная группа, B — контрольная группа). Следует пояснить, что последовательности AABV и ABVA были выбраны намеренно, поскольку они обеспечивают сбалансированную блочную рандомизацию, которая имеет ряд преимуществ:

- Снижение временных эффектов: последовательности AABV и ABVA обеспечивают равномерное распределение экспериментальных и контрольных условий во времени, что минимизирует влияние временных трендов.
- Контроль эффекта переноса: при использовании последовательности ABVA (в отличие от BABA) обеспечивается симметричный дизайн, что позволяет лучше контролировать эффекты переноса между условиями.

Последовательности типа ВАВА не использовались, поскольку они могут создавать систематическую погрешность из-за частой смены условий эксперимента, что потенциально увеличивает эффект интерференции между экспериментальными воздействиями.

После завершения рандомизации была проведена проверка сбалансированности групп по ключевым параметрам, т.е. сравнение распределения пола, возраста, должностей и стажа между группами. Установлено, что статистически значимых различий между группами нет.

Обоснование выбора метода:

1. Репрезентативность: Стратификация позволяет учитывать разнообразие характеристик сотрудников и минимизировать влияние случайных факторов.
2. Сравнимость групп: Рандомизация обеспечивает сопоставимость экспериментальной и контрольной групп.
3. Эффективность: Блочный метод упрощает процесс распределения участников и гарантирует равномерное представительство.

Формирование выборки было проведено с соблюдением всех требований к научным исследованиям [1]. Полученные группы обеспечивают возможность объективного сравнения результатов между участниками тренингов и сотрудниками, работающими в обычных условиях.

Определение конечных точек. Конечные точки (endpoints) — это измеримые критерии успеха, используемые для оценки эффективности методов активации интуиции. Процедура их определения включала три этапа, которые рассмотрены далее.

1. Первичный опрос экспертов.

Цель: выявление индивидуальных показателей успеха, значимых для сотрудников предприятия.

Метод: анкетирование 20 экспертов (руководителей, инженеров, техников) с открытыми вопросами.

Для определения конечных точек был проведён первичный опрос всех участников исследования, который включал следующие этапы:

1.1. Каждому участнику было предложено сформулировать 5-6 конкретных показателей, достижений или ситуаций, которые он считает успехом в контексте работы компании.

1.2. Для каждого из указанных показателей участники оценивали его важность по 10-балльной шкале (где 1 - совсем не важен, 10 - крайне важен).

1.3. Также участники указывали факторы, которые, по их мнению, мешают достижению указанных показателей успеха.

Примеры ответов участников приведены в табл.1.

Таблица 1. Ответы участников (примеры)

№ п/п	Профиль	Показатели успеха	Оценка важности (по 10-бальной шкале)
1	мужчина, 42 года, высшее техническое образование, руководитель отдела разработки, стаж работы в компании 7 лет	1) Выполнение проектов в срок без срывов дедлайнов 2) Отсутствие рекламаций от клиентов по реализованным проектам 3) Увеличение прибыли компании минимум на 15% в год 4) Получение патентов на разработанные системы автоматизации 5) Снижение зависимости от импортных комплектующих на 30% 6) Формирование команды высококвалифицированных специалистов	1) Выполнение проектов в срок – 9 2) Отсутствие рекламаций – 8 3) Увеличение прибыли – 10 4) Получение патентов – 7 5) Снижение зависимости от импорта – 9 6) Формирование команды – 8
2	женщина, 38 лет, высшее экономическое образование, финансовый директор, стаж работы в компании 5 лет	1) Рост чистой прибыли компании на 20% за год 2) Снижение операционных расходов на 10% 3) Привлечение крупных клиентов с долгосрочными контрактами 4) Отсутствие претензий со стороны налоговых органов 5) Повышение рентабельности проектов на 15%	1) Рост прибыли – 10 2) Снижение расходов – 9 3) Привлечение клиентов – 8 4) Отсутствие претензий от налоговой – 10 5) Повышение рентабельности – 9

2 Систематизация ответов на основе применения алгоритма группировки схожих по смыслу ответов:

2.1. Сбор 112 индивидуальных показателей от экспертов.

2.2. Объединение в смысловые группы (кластеры) методом иерархической кластеризации:

В качестве расстояния между кластерами использовался коэффициент сходства Жаккара

$$J(A, B) = \frac{|A \cap B|}{|A \cup B|},$$

где A и B – множества ключевых слов из ответов экспертов, а две вертикальные черты вокруг символа множества обозначают число его элементов. Это расстояние между множествами выведено из некоторой системы аксиом в статье [8] (см. также [9, разд. 1.8]). Затем проводилась визуализация дендрограммы для определения оптимального числа кластеров.

Результат: выделено 15 обобщённых конечных точек, представленных в табл. 2.

Таблица 2. Систематизация конечных точек

№	Обобщённые конечные точки (показатели успеха)
1	Финансовое благополучие компании (рост прибыли, увеличение объема продаж, снижение расходов)
2	Технологическое лидерство (создание инновационных решений, превосходящих импортные аналоги)
3	Качество и надёжность продукции (минимум рекламаций, соответствие стандартам)
4	Профессиональное развитие сотрудников (обучение, освоение новых технологий)
5	Комфортные условия труда (гибкий график, возможность удаленной работы)
6	Достойная оплата труда (конкурентоспособная зарплата, премии за успешные проекты)
7	Благоприятный психологический климат в коллективе
8	Отсутствие претензий со стороны контролирующих органов
9	Расширение клиентской базы и выход на новые рынки
10	Оптимизация производственных и бизнес-процессов
11	Карьерный рост и возможность влиять на принимаемые решения
12	Баланс между работой и личной жизнью
13	Признание достижений компании профессиональным сообществом
14	Информационная безопасность и стабильность ИТ-инфраструктуры
15	Снижение зависимости от импортных комплектующих

Формирование матрицы значимости. После кластеризации индивидуальных показателей успеха, предложенных экспертами, формируется матрица значимости – инструмент количественной оценки важности конечных точек.

Этап 1: сбор исходных данных. Процедура включает:

1. Фиксацию частоты упоминаний каждого показателя: для каждой конечной точки подсчитывается, сколько экспертов включили её в свой список.
2. Расчёт средней оценки важности по 10-бальной шкале: для каждого показателя вычисляется среднее арифметическое оценок, данных экспертами.

Этап 2: расчёт индекса важности (значимости). Индекс важности i -й конечной точки равен числу упоминаний этой точки, умноженному на среднюю арифметическую оценок важности и делённому на число экспертов. Число упоминаний точки – это количество экспертов, назвавших эту точку. Общее число экспертов – 20 человек. Результаты приведены в табл. 3.

На основе ранжирования выделяются три категории конечных точек:

- Высокий индекс важности ($>5,0$): критические показатели, требующие приоритетного внимания.
- Средний индекс важности ($2,0-5,0$): значимые, но не первостепенные показатели.
- Низкий индекс важности ($<2,0$): показатели с относительно низкой значимостью.

Анализ матрицы значимости показывает четкую дифференциацию конечных точек по их важности для предприятия "ДС-ГРУПП":

1. Ключевые приоритеты (индекс $> 5,0$):
 - Финансовое благополучие компании (8,25)
 - Технологическое лидерство (6,85)

- Качество и надежность продукции (6,45)
 - Профессиональное развитие сотрудников (5,40)
2. Вторичные приоритеты (индекс 2,0-5,0):
- Оптимизация производственных процессов (3,95)
 - Расширение клиентской базы (3,80)
 - Информационная безопасность (3,80)
 - Комфортные условия труда (2,60)
 - Достойная оплата труда (2,55)
3. Дополнительные факторы (индекс < 2,0):
- Благоприятный психологический климат (1,95)
 - Карьерный рост (1,85)
 - Снижение зависимости от импорта (1,75)
 - Отсутствие претензий от контролирующих органов (1,45)
 - Баланс работа-личная жизнь (1,30)
 - Признание профессиональным сообществом (1,05)

Такое ранжирование имеет практическую ценность для руководства компании при распределении ресурсов и разработке стратегических программ развития, позволяя сосредоточиться на наиболее значимых для сотрудников аспектах деятельности.

Таблица 3. Индексы важности (значимости) конечных точек

Ранг	Конечная точка	Число упоминаний	Средняя оценка	Индекс важности
1	Финансовое благополучие компании	18	9,17	8,25
2	Технологическое лидерство	15	9,13	6,85
3	Качество и надежность продукции	14	9,21	6,45
4	Профессиональное развитие сотрудников	12	9,00	5,40
5	Оптимизация производственных и бизнес-процессов	10	7,90	3,95
6	Расширение клиентской базы и выход на новые рынки	9	8,44	3,80
7	Информационная безопасность и стабильность ИТ-инфраструктуры	8	9,50	3,80
8	Комфортные условия труда	7	7,43	2,60
9	Достойная оплата труда	6	8,50	2,55
10	Благоприятный психологический климат	5	7,80	1,95
11	Карьерный рост и возможность влиять на принимаемые решения	5	7,40	1,85
12	Снижение зависимости от импортных комплектующих	4	8,75	1,75
13	Отсутствие претензий со стороны контролирующих органов	3	9,67	1,45
14	Баланс между работой и личной жизнью	4	6,50	1,30
15	Признание достижений компании профессиональным сообществом	3	7,00	1,05

Ранжирование и взвешивание конечных точек. Для определения относительной значимости выявленных конечных точек предприятия «ДС-Групп» был проведён вторичный опрос экспертов. Экспертам ($n = 20$) было предложено выполнить две задачи:

1. Ранжирование — расположить 15 конечных точек в порядке их важности от 1 (наиболее важная) до 15 (наименее важная).

2. Распределение баллов — распределить 100 баллов между всеми конечными точками пропорционально их значимости для предприятия.

Данный подход позволяет получить как порядковые данные (ранги), так и метрические (баллы), что обеспечивает более точную оценку относительной важности показателей.

Для проведения опроса была разработана специальная анкета, включающая полный список из 15 конечных точек с описаниями; столбец для указания ранга (от 1 до 15), столбец для распределения баллов (в сумме 100). Для экспертов была составлена инструкция по заполнению анкет.

Для определения степени согласованности мнений экспертов был рассчитан коэффициент конкордации Кендалла [5, 6]:

$$W = \frac{12S}{n^2(m^3 - m)},$$

где S – сумма квадратов отклонений рангов от среднего значения, n – число экспертов (20), m – число объектов (15). Коэффициент конкордации оказался равным 0,9311.

Для проверки статистической значимости коэффициента конкордации используется критерий хи-квадрат (χ^2):

$$\chi^2 = n(m - 1)W.$$

Для полученных в ходе данного исследования данных $\chi^2 = 260.4$.

Для определения статистической значимости полученного значения необходимо сравнить его с критическим значением для заданного уровня значимости $\alpha = 0.01$ и числа степеней свободы: $df = 15 - 1 = 14$. Для рассматриваемого случая критическое значение равно 29.14 (табличное значение согласно [6]). Так как рассчитанное значение критерия (260.4) значительно превышает критическое значение (29.14), то нулевая гипотеза об отсутствии согласованности мнений экспертов отвергается. Коэффициент конкордации Кендалла $W = 0.93$ является статистически значимым на уровне $\alpha = 0.01$.

Интерпретация результатов. Полученный коэффициент конкордации Кендалла $W = 0.93$ и подтверждение его статистической значимости позволяют сделать ряд важных выводов о согласованности мнений экспертов и надёжности результатов ранжирования. Основные выводы данного раздела таковы.

1. Уровень согласованности: значение $W = 0.93$ свидетельствует об очень высокой согласованности мнений экспертов предприятия «ДС-Групп» относительно важности различных конечных точек (согласно шкале Чеддока [10]).

2. Достоверность ранжирования: высокий коэффициент конкордации указывает на то, что полученное ранжирование конечных точек отражает коллективное мнение экспертов, а не является результатом случайных факторов.

3. Организационная культура: такая высокая согласованность может свидетельствовать о наличии единой корпоративной культуры и общего понимания приоритетов компании среди экспертов.

4. Приоритетные направления: анализ сумм рангов показывает, что эксперты единодушно признают первостепенную важность:

- финансового благополучия компании;
- технологического лидерства;
- качества и надёжности продукции.

Второстепенные направления: с высокой степенью согласованности эксперты относят к наименее важным точкам:

- снижение зависимости от импортных комплектующих;
- признание достижений профессиональным сообществом;
- отсутствие претензий от контролирующих органов.

Практическое значение полученных результатов:

1. Принятие управленческих решений: результаты можно использовать в качестве обоснованной базы для распределения ресурсов, разработки стратегии компании и формирования системы KPI.

2. Планирование развития: компания может сосредоточить усилия на развитии направлений, получивших наивысшие приоритеты, с уверенностью, что эти приоритеты отражают согласованное мнение экспертной группы.

3. Организационные изменения: выявленные приоритеты могут служить основой для реорганизации структуры предприятия и оптимизации бизнес-процессов.

4. Система мотивации: результаты ранжирования можно интегрировать в систему вознаграждения сотрудников, стимулируя достижение целей, признанных наиболее важными.

Ограничения исследования:

1. Изменение приоритетов: следует учитывать, что приоритеты могут изменяться с течением времени, особенно в условиях быстро меняющейся внешней среды.

2. Состав экспертной группы: результаты отражают мнение конкретной группы экспертов и могут отличаться при изменении состава экспертной комиссии.

Полученное значение коэффициента конкордации $W = 0.93$ согласно шкале оценки корреляционных связей характеризует очень высокую согласованность мнений экспертов [10]. Это делает их ценным инструментом для стратегического планирования деятельности предприятия «ДС-Групп».

Нахождение медианы Кемени

После подтверждения высокой согласованности мнений экспертов был произведён расчёт медианы Кемени для определения итогового ранжирования конечных точек.

Поскольку задача нахождения медианы Кемени является NP-трудной, для ее решения был использован алгоритм ветвей и границ, реализованный в программном пакете MATLAB R2023b. Программа последовательно строила

возможные ранжирования и отсекала неперспективные ветви, если их штраф (расстояние) превышал уже найденное лучшее решение.

В процессе решения задачи алгоритм исследовал 42 810 807 возможных частичных ранжировок. Из них только 51 были доведены до полных перестановок. Время выполнения расчётов составило 311,15 секунд (около 5.2 минут). Эффективность алгоритма подтверждается тем, что из $15! \approx 1.3$ триллиона возможных перестановок, алгоритм проверил полностью только 51, что стало возможным благодаря эффективному механизму отсека неперспективных ветвей.

В результате была найдена медиана Кемени. Полученная ранжировка конечных точек (итоговое мнение комиссии экспертов) представлена в табл. 7.

Медиана Кемени – одно из центральных понятий нечисловой статистики (статистики объектов нечисловой природы, статистики нечисловых данных) [9] и современной теории экспертных оценок [1]. Разработанный в ходе описанного в статье исследования алгоритм нахождения медианы Кемени может найти широкое применение в научных и прикладных исследованиях, а также использоваться в учебном процессе.

Таблица 4. Итоговое ранжирование конечных точек методом медианы Кемени

Ранг	Конечная точка
1	Финансовое благополучие компании
2	Технологическое лидерство
3	Качество и надежность продукции
4	Профессиональное развитие сотрудников
5	Расширение клиентской базы
6	Оптимизация производственных процессов
7	Достойная оплата труда
8	Комфортные условия труда
9	Информационная безопасность
10	Карьерный рост
11	Психологический климат в коллективе
12	Баланс работа-личная жизнь
13	Отсутствие претензий от контролирующих органов
14	Признание достижений профессиональным сообществом
15	Снижение зависимости от импортных комплектующих

Анализ полученного ранжирования позволяет сделать следующие выводы:

1. Приоритетные направления: Полученный порядок подтверждает выявленные ранее приоритеты компании. Финансовое благополучие, технологическое лидерство, качество продукции и профессиональное развитие сотрудников занимают первые четыре позиции, что согласуется с ранее рассчитанным коэффициентом конкордации Кендалла.

2. Средний приоритет: Конечные точки со средним приоритетом (ранги 5-9) включают расширение клиентской базы, оптимизацию процессов, условия труда и информационную безопасность, что отражает тактические цели предприятия.

3. Низший приоритет: наименее важными признаны конечные точки, связанные с внешним признанием (ранг 14) и импортозамещением (ранг 15). Это что может указывать на более практический, ориентированный на внутренние потребности подход компании ДС-Групп.

4. Согласованность с ранее полученными результатами: Высокое значение коэффициента конкордации Кендалла ($W = 0.93$) нашло отражение в четкой структуре итогового ранжирования без существенных противоречий между различными методами оценки.

Полученное ранжирование представляет собой надёжную основу для установления весовых коэффициентов значимости конечных точек, которые могут быть использованы при разработке системы комплексной оценки эффективности деятельности предприятия «ДС-Групп».

Выводы

В ходе выполнения данной научно-исследовательской работы, продолжающей исследование [11], была разработана и частично реализована процедура исследования эффективности интуитивных методов принятия решений в корпоративной среде.

Основные результаты исследования:

1. Разработан комплексный метод экспертного оценивания. Создана система сбора и анализа экспертных мнений, включающая формирование репрезентативной выборки из сотрудников предприятия с использованием стратифицированной рандомизации и блокового метода распределения на экспериментальную и контрольную группы.

2. Идентифицированы ключевые показатели успеха предприятия. На основе первичного опроса экспертов выявлены и систематизированы 15 обобщённых конечных точек, отражающих приоритеты развития компании «ДС-Групп». Сформирована матрица значимости с расчётом интегральных индексов важности для каждого показателя.

3. Получено согласованное ранжирование приоритетов (конечных точек). Применение коэффициента конкордации Кендалла продемонстрировало очень высокую согласованность экспертных мнений ($W = 0,93$), что свидетельствует о единой корпоративной культуре и общем понимании стратегических целей предприятия.

4. Предложен метод нахождения Кемени. Разработан и программно реализован в MATLAB R2023b алгоритм поиска медианы Кемени с использованием метода ветвей и границ. Получено оптимальное итоговое ранжирование конечных точек с минимальным суммарным расстоянием до всех индивидуальных экспертных оценок.

5. Выявлены приоритетные направления развития компании «ДС-Групп». Установлено, что ключевыми приоритетами предприятия являются: финансовое благополучие компании, технологическое лидерство, качество и надёжность продукции, профессиональное развитие сотрудников.

Научная и практическая значимость: разработанная процедура определения и ранжирования ключевых показателей успеха может быть адаптирована и применена на других предприятиях технического профиля.

Высокий коэффициент конкордации подтверждает надёжность полученных результатов и их пригодность для стратегического планирования.

Полученное ранжирование представляет собой обоснованную основу для распределения ресурсов, разработки системы KPI и формирования программ развития предприятия «ДС-Групп».

Ограничения и направления дальнейших исследований: данное исследование ограничивается этапом определения и ранжирования конечных точек. Для полной реализации поставленной цели необходимо:

1. Провести серию тренингов по активации интуиции для экспериментальной группы с применением методов синектики, ТРИЗ и деятельности игр.

2. Осуществить повторную оценку достижения конечных точек участниками обеих групп после завершения тренингов.

3. Выполнить статистический анализ различий между экспериментальной и контрольной группами с применением критерия Вилкоксона.

4. Провести взвешенный анализ результатов с учётом установленной значимости конечных точек.

5. Сформулировать практические рекомендации по внедрению методов активации интуиции в деятельность предприятия.

Выполненная часть исследования создаёт надёжную методологическую основу для завершения экспериментальной работы и получения окончательных выводов об эффективности методов активации интуиции в корпоративной среде (на примере предприятия «ДС-Групп»).

Литература

1. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование: учебник: в 3 частях. Часть 2: Экспертные оценки. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. 486 с.
2. Орлов А.И., Орлов А.А. О методах принятия решений, основанных на использовании интуиции // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2022. № 179. С. 178-196.
3. Орлов А.А., Орлов А.И. Методы развития интуиции для принятия управленческих решений // Инновации в менеджменте. 2022. № 2 (32). С. 40-47.
4. Орлов А.А. Методы сравнения технологий активации интуиции в принятии управленческих решений // Инновации в менеджменте. 2023. № 1(35). С. 22-30.
5. Кендэл М. Ранговые корреляции. М.: Статистика, 1975. 216 с.
6. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. Таблицы математической статистики. Изд. 3-е. М.: Наука, 1983. 417 с.
7. Кемени Дж., Снелл Дж.Л. Кибернетическое моделирование: некоторые приложения. М.:Советское радио, 1972. 192 с.
8. Орлов А.И., Раушенбах Г.В. Метрика подобия: аксиоматическое введение, асимптотическая нормальность // Статистические методы оценивания и проверки гипотез. Межвузовский сборник научных трудов. - Пермь: Изд-во Пермского государственного университета, 1986. С. 148-157.
9. Орлов А.И. Искусственный интеллект: нечисловая статистика. М.: Ай Пи Ар Медиа, 2022. 446 с.
10. Орлов А.А., Орлов А.И. Коэффициенты корреляции: шкала Чеддока и значимость // Контроллинг. 2024. №4(94). С. 28-37..
11. Орлов А.И., Чернявская А.Ю. Методы идентификации и ранжирования ключевых показателей успеха предприятия (на примере «ДС-Групп») // Контроллинг в экономике, организации производства и управлении: сборник научных трудов XIV международного конгресса по контроллингу (Коломна, 24 мая 2025 г.). М.: НП «Объединение контроллеров», 2025. С.148-154.

УДК: 332.1 ; JEL Classification: R11

Подход к построению модели оптимизации размеров муниципальных образований

Шкарабейников М.А.

глава г. Прокопьевск, Кемеровской области, uprawdelm@mail.ru.

***Аннотация.** Рассмотрен подход к построению модели оптимизации размеров муниципальных образований, учитывающий экономические преимущества и недостатки в демократизации процессов управления при укрупнении и разукрупнении муниципальных образований. Предложенный подход предполагает построение графической модели, учитывающей динамику экономических выгод и уровень демократизации процессов управления в зависимости от размера территории и численности населения муниципального образования*

***Ключевые слова:** модель, муниципальное образование, подход, оптимизация размеров.*

An approach to constructing a model for optimizing the size of municipalities

Maxim Shkarabeinikov

Head of Prokopyevsk, Kemerovo Region.

***Abstract.** An approach to constructing a model for optimizing the size of municipal entities is considered, taking into account the economic advantages and disadvantages of democratizing governance processes during the consolidation and disaggregation of municipal entities. The proposed approach involves constructing a graphical model that accounts for the dynamics of economic benefits and the level of democratization of governance processes depending on the territorial size and population of the municipal entity.*

***Keywords:** model, municipal entity, approach, size optimization.*

Введение

Задача определения оптимальных размеров муниципальных образований тесно связана с решением проблемы их интеграции или дезинтеграции. Анализ отечественной и зарубежной литературы, посвященной решению задачи определения оптимальных размеров муниципальных образований, свидетельствует о том, что в настоящее время практически отсутствуют не только модели оптимизации, но и существенно отличаются концептуальные

подходы к их построению.

Цель статьи заключается в попытке разработать и обосновать подход к построению модели оптимизации размеров муниципальных образований с учетом отечественных реалий.

Концептуальные подходы к проведению муниципальных реформ

Муниципальная реформа в России, начатая в первой половине 90-х годов прошлого века, характеризуется полярностью принимаемых решений. В начале реформы количество муниципальных образований существенно сократили. По данным профессора Швецова А.Н. сокращение составило 2,5 раза [8]. Спустя примерно 10 лет было принято диаметрально противоположное решение: количество территорий, наделяемых статусом муниципальных образований, должно было радикально возрасти. В результате этих решений значительно менялись параметры муниципальных образований: площади, численность населения, состав предприятий, производственная и транспортная инфраструктура, социальные объекты и т.д. Это не могло не сказываться на трансформации органов управления, изменении бюджетов доходов и расходов, а также состава и структуры населения муниципальных образований.

Следует отметить, что при принятии решения по слиянию или разделению отдельных муниципальных образований не учитывался такой важный фактор как «ментальная модель территории». Подходы к учету этого фактора в целях практического использования в управлении муниципальным образованием рассмотрены в работе С. Л. Байдакова [9].

По-прежнему не совсем ясно, какие соображения и теоретические посылы были положены разработчиками реформы в основу принятия за короткий период времени полярных решений, имеющих неоднозначные последствия. Вполне возможно, что на эти решения оказали влияние различные политические тенденции, имевшие место в те годы. С одной стороны, говорилось о необходимости и полезности укрепления демократических начал. С другой, не менее энергично отстаивалась концепция укрепления вертикали власти на местном уровне. Речь даже шла об отмене выборности мэров в некоторых городах.

Вполне возможно, что требование ускорить муниципальные реформы вошло в противоречие с требованием тщательно проработать теоретические и методические основы оптимизации размеров муниципальных образований. Таким образом, реформа была начата без достаточной теоретико-методической проработки, что, естественно, привело в большинстве случаев к ошибочным решениям. К сожалению, в очередной раз реформаторы стали действовать методом «проб и ошибок», который не является научным.

Процессы реструктуризации муниципальных образований идут во многих странах. Если говорить о федеративных государствах, то речь идет прежде всего о таких странах как Канада, ФРГ и др. Похожие реформы проводятся и в унитарных государствах: Великобритания, Дания, Франция и др. [6, 8]. Если кратко охарактеризовать суть проводимых перемен, то они сводятся к уменьшению количества муниципальных образований и увеличению их размеров по численности населения и площадям.

Мотивы слияния как у высших органов власти, так и на уровне муниципальных образований схожие: повышение результативности и эффективности оказания муниципальных услуг за счет эффектов масштаба и централизации функций управления территорией. Преимущества и риски слияния муниципальных образований детально рассмотрены в работе [9]

В работе [8, 2007] отмечается, что для экономической оценки результатов слияния необходимо иметь достаточный объём достоверных статистических данных, полученных посредством применения обоснованных методик, который трудно собрать за короткий период времени.

Например, опыт Дании [3] и Германии [10] свидетельствует о позитивных результатах реформирования. В частности, снижение затрат на содержание административно-управленческого персонала составляет примерно 5-6%.

Существующие подходы к оптимизации размеров муниципальных образований

В современной экономической и управленческой науке отсутствует консенсус относительно теоретической концепции и методических подходов к определению оптимальных размеров муниципальных образований.

Например, в западной литературе известен концептуальный подход, основанный на достижении финансово-экономических целей посредством эффективного распределения ограниченных ресурсов [7]. Следует отметить, что выдвигание на первый план стоимостных критериев без учета других факторов, вряд ли можно считать обоснованным. Получается слишком однобокий взгляд на решение проблемы формирования пространственной организации муниципального образования.

В отечественной литературе также известны подходы к формированию «оптимальной системы муниципальных образований». В частности, под оптимальной системой муниципального образования понимается такая система, которая обеспечивает благоприятные условия для долгосрочного устойчивого социально-экономического развития поселений [4, с.70]. Подход не может быть основан лишь на соблюдении законодательных норм по численности жителей и пешеходной доступности органов управления. Необходим учет более широкого спектра факторов с учетом географической, климатической, экологической, исторической и предпринимательской специфики интегрируемых муниципальных образований.

Предлагаемый подход к построению модели определения оптимальных размеров муниципальных образований

В основу предлагаемого подхода положена гипотеза о том, что с увеличением численности населения интегрированного муниципального образования (чел.) и его территории (кв.м.) растут экономические выгоды, которые включают целый ряд финансово-стоимостных показателей: доходы предприятий и населения, рост налоговой базы, рост объема инвестиций в инфраструктуру, строительство, жилищно-коммунальное хозяйство и т.п. Предполагается также, что с ростом экономических выгод будет следовать улучшение состояния социальной сферы, здравоохранения, образования,

культуры, спорта и т.д.

Однако укрупнение муниципального образования, как показывает отечественная и зарубежная практика, противоречит целям демократизации жизни населения. Происходит отдаление муниципальных властей от населения, затрудняются коммуникации, может расти недовольство населения работой органов муниципального управления и, как следствие, социальное недовольство и даже протестные настроения.

Предположим в первом приближении, что динамика роста экономических выгод и динамика снижения уровня демократизации жизни населения в зависимости от численности и размеров территории носят линейный характер. По мере накопления экономической и социальной статистики можно уточнить геометрический вид кривых динамики.

Вполне вероятно, что кривая роста экономических выгод будет иметь характер логистической кривой, то есть кривой с насыщением. Для кривой снижения уровня демократизации жизни предположительно может подойти парабола. Но это лишь предположения, которые требуют дополнительных экономико-статистических, экспертных и социологических исследований.

Точку пересечения кривых роста экономических выгод и снижения уровня демократизации будем считать оптимальным размером муниципального образования в координатах: размер территории и численность населения.

Как видно из Рис.1. вокруг точки оптимальности нарисован круг, в пределах которого находятся так называемые субоптимальные значения. Диаметр круга будет зависеть от ограничений, определяемых из необходимости учитывать возможность достижения показателей оценки эффективности деятельности муниципальных образований, приведенных в Указе Президента №607 от 28 апреля 2008 г. [1].

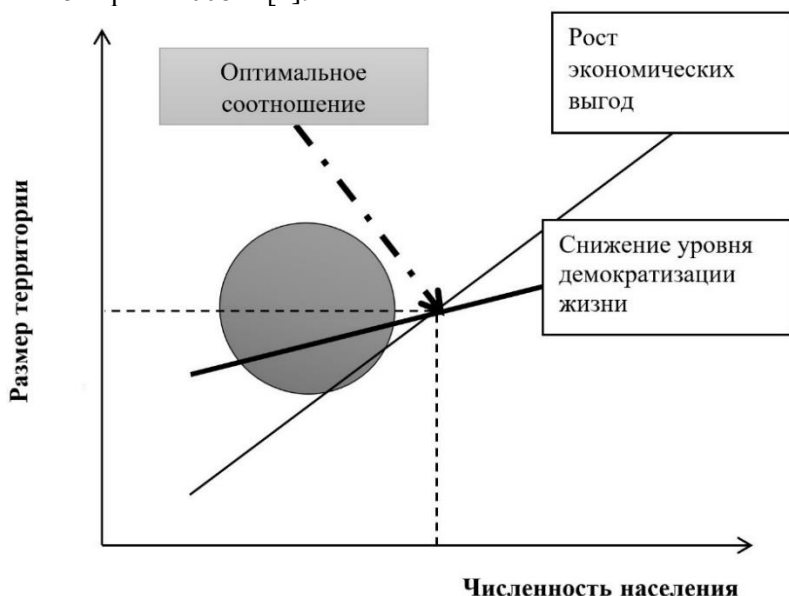


Рис.1. Модель нахождения оптимальных размеров муниципального образования

Эти показатели можно классифицировать по следующим категориям: экономика, молодежная политика, образование, социальная защита, здравоохранение, культура, жилищное строительство, жилищно-коммунальное хозяйство, муниципальное управление.

Целевые количественные значения этих групп показателей должны быть взяты из стратегии интегрированного муниципального образования, которую необходимо разработать еще до принятия решения об интеграции с учетом особенностей интегрируемых поселений.

Оптимальное значение не может быть дискретным, так как численность населения и площадь территории в модели необходимо задавать в интервальном виде. То есть значение будет в виде интервальной оценки, например: население [50 000 – 70 000 чел.]; территория [30 - 50 тыс. га].

Нахождение величины интервальной оценки возможно и целесообразно проводить с помощью методов экспертной оценки, изложенных в работе А.И. Орлова, профессора МГТУ им. Н.Э. Баумана [5].

Выводы

В настоящее время в работах отечественных и зарубежных ученых и специалистов практически отсутствуют не только модели оптимизации размеров муниципальных образований, но и существенно отличаются концептуальные подходы к их построению.

Большинство подходов к поиску оптимальных размеров муниципальных образований строятся на двух китах: рост размеров муниципальных образований способствует росту экономических выгод, хотя это не всегда подтверждается на практике, и снижению уровня демократизации жизни населения.

Вполне очевидно, что при решении задачи нельзя ограничиваться только этими посылами. Необходимо учитывать многообразие других факторов, в особенности тех, которые специфичны для рассматриваемых территорий.

Предложенный в статье подход к построению модели оптимизации размеров муниципальных образований в значительной мере носит концептуально-постановочный характер, однако, на наш взгляд, он имеет хорошую перспективу для дальнейшей углубленной проработки и доработки до уровня методики и алгоритма.

Литература

1. Указ Президента РФ от 28 апреля 2008 г. №607 «Об оценке эффективности деятельности органов местного самоуправления городских округов и муниципальных районов» (в ред. от 04.11.2016)
2. Байдаков С.Л. Умный регион с точки зрения управленца-практика: монография. М.: ИТК «Дашков и К^О», 2025. 194 с.
3. Корсби П. Реформы местного самоуправления –опыт Дании и возможности его применения в России // Институциональный, правовой и экономический федерализм в Российской Федерации. 2006. №3.
4. Лапин В.А., Любовный В.Я. Реформа местного самоуправления и административно-территориальное устройство России. М.: Дело, 2005. 240 с.
5. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование: Учебник: в 3 ч. Ч. 2: Экспертные оценки. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. 486 с.
6. Ушаков Е.В. Реформы муниципального управления: поиск оптимальной величины муниципальных единиц //Сб. научн. трудов РАНХиГС при Президенте РФ «Тенденции

- развития науки и образования». 2023. С. 30-32.
7. Циммерман Х. Муниципальные финансы: учебник/ Пер. с нем. М.: Дело и сервис, 2003. 352 с.
 8. Швецов А.Н. Экономические основания выбора размеров муниципальных образований // Пространственная экономика. 2007. №3. С.43-61.
 9. Шкарабейников М.А. Оценка преимуществ и рисков слияния муниципальных образований // Контроллинг. 2023. №2(88). с. 30-35.
 10. Vöhringer B., Stahl-Polziehn B. Städtefusion Sindelfingen-Boblingen: Die Antwort auf die zunehmende Volatilität des kommunalen Umfelds/ In Sammelband „Controlling und Finance: Steuerung im volatilen Umfeld“. Stuttgart: Schaffer-Poeschel Verlag, 2012. S.215-226.

Раздел III

Студенческая секция

УДК 338.242.4: 347.77, JEL Classification: O34, O25

Интеллектуальная собственность как инструмент контроллинга инноваций: государственное управление технологическим обменом в условиях реализации стратегических проектов без нарушения конкуренции

Ильенко Н.И.

студент кафедры «Сварка, диагностика и специальная робототехника» МГТУ им. Н.Э. Баумана, инженер-технолог ООО «ЭвоКарго», ilyenko14@ya.ru.

***Аннотация.** Предложен новый подход к государственному управлению инновационной деятельностью в стратегических отраслях, подразумевающий активное управление потоками интеллектуальной собственности (ИС). На примере трубной промышленности показано, как технологическая изоляция предприятий, обусловленная институциональным диссонансом патентной системы, замедляет реализацию инфраструктурных проектов и препятствует накоплению устойчивых технологических активов. На основе личного опыта автора на ЧТПЗ и ВМЗ сформулирована модель, ориентированная на создание условий для добровольного обмена технологиями без ущерба для конкуренции. Практическая значимость – рекомендации для Минпромторга по трансформации ИС из барьера в стратегический ресурс национального технологического развития.*

***Ключевые слова:** контроллинг инноваций, интеллектуальная собственность, обмен патентами, правовое регулирование ИС, патентная система, технологический обмен.*

Intellectual property as an instrument of innovation controlling: state management of technological exchange in the implementation of strategic projects without undermining competition

Nikolay Ilyenko

student of the Department of Welding, Diagnostics and Special Robotics, Bauman University, Moscow, Process Engineer, LLC “EvoCargo”.

***Abstract.** The article proposes a novel approach to state governance of innovative activity in strategic sectors, based on active management of intellectual property (IP) flows. Using the Russian pipe manufacturing industry as a case study, it demonstrates how technological isolation among enterprises—stemming from institutional dissonance within the patent system—hinders the implementation of*

infrastructure projects and impedes the accumulation of sustainable technological assets. Drawing on the author's professional experience at Chelyabinsk Pipe Plant (ChTPZ) and Vyksa Steel Works (VSW), a model is developed to foster voluntary technology exchange without compromising market competition. The practical relevance of the study lies in actionable recommendations for the Ministry of Industry and Trade of the Russian Federation aimed at transforming intellectual property from a barrier into a strategic resource for national technological development.

Key words: innovation controlling, intellectual property, patent exchange, legal regulation of IP, patent system, technological exchange.

Введение

В условиях реализации стратегических инфраструктурных проектов национального значения, таких как строительство газопровода «Сила Сибири – 2», технологическая готовность отечественной трубной промышленности становится критически важным фактором. Стержневыми участниками в этой отрасли являются Челябинский трубопрокатный завод (ЧТПЗ), Выксунский металлургический завод (ВМЗ) и Ижорский трубный завод (ИТЗ), обладающие уникальными разработками в области сварки труб большого диаметра (ТБД) для магистральных газопроводов. Однако эти технологии защищены патентами, которые редко подлежат открытому обмену между предприятиями, что препятствует формированию единой технологической платформы для выполнения государственного заказа. Выбор методов защиты результатов НИОКР и интеллектуальной собственности зависит от приоритетов национальной инновационной стратегии [1]. В условиях реализации масштабных инфраструктурных проектов, требующих межкорпоративной кооперации, прежняя модель ИС, ориентированная на изоляцию и монополизацию, становится контрпродуктивной.

Эта проблема имеет глубокие институциональные корни. В 1990-х годах Россия механически переняла западную модель охраны интеллектуальной собственности – Договор по торговым аспектам прав ИС (ТРИПС), принятый в рамках ВТО. Эта модель устанавливает единые высокие стандарты патентной защиты, ориентированные на рыночные механизмы и частную коммерциализацию. Однако в России не были созданы соответствующие поддерживающие институты – развитые рынки лицензий, эффективные механизмы коммерциализации, культура доверия между компаниями. Это привело к так называемому институциональному диссонансу: формальные правила действуют, но фактически способствуют консервации технологий в руках крупных компаний, а не их распространению [2].

Научная новизна настоящей статьи заключается в предложении комплекса инструментов государственного контроллинга инновационной деятельности, направленных на преодоление технологической изоляции системообразующих предприятий. В отличие от традиционных подходов, основанных на прямом финансировании или принудительном лицензировании, предлагаемые меры базируются на принципе «не давать рыбу, а дать удочку» – то есть предоставлять компаниям не деньги, а условия для долгосрочного развития через участие в стратегических контрактах при обмене ИС.

Цель статьи – рассмотреть теоретические основы проблемы, проанализировать текущее состояние технологического обмена в отечественной промышленности, предложить инструменты государственного контроллинга, оценить риски их внедрения и сформулировать практические рекомендации для Министерства промышленности и торговли Российской Федерации.

Причины технологической изоляции: институциональные и рыночные барьеры

Институциональный диссонанс в системе охраны ИС обусловлен не только импортом чуждой модели, но и внутренней структурой российской экономики. Особую роль в этом процессе играет феномен кумовского капитализма, при котором крупные промышленные группы используют патенты не столько для защиты своих разработок от подделок, сколько для консервации технологического превосходства и недопущения конкуренции [2]. В таких условиях патентная система способствует «социализации затрат и приватизации прибыли»: государственные средства направляются на создание инноваций, но полученные технологии остаются в руках отдельных компаний, не распространяясь по отрасли и не создавая системного эффекта. Как отмечает Славянов, прямое бюджетное финансирование зачастую «предусматривает возмещение затрат на содержание зданий, сооружений, лабораторий, заработную плату», а не на разработку и внедрение новых технологий [3].

Под конкуренцией здесь понимается состязательные, сопернические отношения между двумя или несколькими экономическими субъектами хозяйственной деятельности, проявляющиеся в виде стремления каждого из них обойти других в достижении единой цели, получить более высокий результат, оттеснить соперника. Конкуренция – есть особый вид по замыслу честной экономической борьбы, в которой при наличии в принципе равных шансов у каждой из претендующих сторон верх одерживает более умелая, предприимчивая, способная сторона [4].

Доминирующим препятствием для технологического сотрудничества является недоверие между компаниями. Как отмечают исследователи, «основной проблемой является отсутствие доверительных отношений между участниками передачи технологий» [5]. В отсутствие эффективных механизмов гарантированного обмена и защиты коммерческой тайны предприятия предпочитают сохранять свои разработки в закрытом режиме. Это особенно актуально для высокотехнологичных отраслей, где передача знаний может происходить только через совместную работу над сложными техническими задачами – например, при сварке труб большого диаметра (ТБД). Каждое предприятие вынуждено самостоятельно решать одни и те же задачи, что увеличивает сроки выполнения заказов и снижает общую эффективность отрасли, подтверждая тезис о том, что изобретение в России остаётся «одиноким делом» [6].

Таким образом, сложившаяся система охраны ИС в России не способствует формированию единой инновационной экосистемы. Напротив, она усиливает технологическую изоляцию системообразующих предприятий,

что особенно опасно в условиях реализации стратегических проектов, требующих максимальной кооперации и синергии между участниками отрасли.

Приоритетными участниками этого процесса являются Челябинский трубопрокатный завод (ЧТПЗ), Выксунский металлургический завод (ВМЗ) и Ижорский трубный завод (ИТЗ). Каждое из этих предприятий обладает уникальными запатентованными компетенциями. Так, ЧТПЗ демонстрирует технологическое преимущество в области лазерно-гибридной сварки (ЛГС), позволяющей производить трубы ТБД с высокого качества при сохранении производительности, что делает его продукцию конкурентоспособной по цене и надёжности. При этом другие предприятия, такие как ВМЗ и ИТЗ, могут располагать собственными запатентованными разработками, направленными на снижение себестоимости, повышение скорости производства или улучшение показателей качества готовой продукции.

Это создает благоприятную почву для внедрения новых инструментов государственного контроллинга. Государственный заказ на поставку труб для «Силы Сибири – 2» – это идеальная возможность создать адресность инвестиций в технологии. Однако в текущей версии тендерной документации нет стимулов для технологического сотрудничества: победителем становится тот, кто предложит наименьшую цену, а не тот, кто продемонстрирует синергию с другими отечественными производителями.

Таким образом, сложившаяся система управления государственными закупками не учитывает специфику высокотехнологичных проектов, где ключевым ресурсом является не капитал, а знание. В отсутствие институтов, способных преодолеть недоверие между компаниями и организовать обмен технологиями производства, государство теряет возможность использовать полный потенциал отрасли для ускорения выполнения госзаказа, снижения его себестоимости и повышения прибыли компаний.

Предлагаемые инструменты государственного контроллинга инновационной деятельности

Государственное управление инновациями требует перехода от пассивного финансирования к активному контроллингу – управлению потоками интеллектуального капитала между системообразующими предприятиями. На основе анализа международного опыта и российской специфики предлагается комплекс из семи инструментов для Минпромторга, направленных на преодоление технологической изоляции.

1. Обмен патентами в рамках стратегических госзаказов. Доступ к государственному контракту на поставку продукции предоставляется только при условии взаимного обмена патентами между предприятиями. Например, ЧТПЗ получает заказ на поставку труб для «Силы Сибири – 2» только при условии передачи ВМЗ части технологий производства труб большого диаметра (ТБД) в обмен на компетенции в области контроля качества. Как отмечают исследователи, «основной проблемой является отсутствие доверительных отношений между участниками передачи технологий» [5]. Государство выступает гарантом такого обмена, минимизируя риски утечки коммерческой тайны. Данная модель воспроизводит принцип «правила ответственности»

(liability rule) из советской системы инженерных свидетельств, когда «государство не владело изобретением, но обязывалось платить за его использование» [2].

2. Предоставление госзаказа в обмен на лицензирование патентов. Государство может предложить компании крупный контракт в обмен на предоставление неисключительной лицензии на использование её запатентованных технологий другим отечественным производителям. Это не принудительное изъятие прав, а добровольный обмен: компания сохраняет патент, но получает гарантированный рынок сбыта. Как показывает исследование, «финансовое стимулирование способствует увеличению числа патентов и их коммерциализации» [7], однако важно не просто давать деньги, а создавать условия для развития. Данный инструмент реализует принцип «не давать рыбу, а дать удочку» – компания получает не субсидию, а реальные заказы.

3. Гибкая, этапная система оплаты государственных контрактов. Государство отказывается от авансирования и вместо этого вводит многоэтапную оплату, привязанную к достижению конкретных технологических результатов. Например, при закупке труб для стратегических проектов финансирование распределяется следующим образом: 30% – при старте производства, 30% – при прохождении промежуточного контроля качества, 40% – после финальной поставки и подтверждения соответствия техническим требованиям. В случае контрактов на разработку новых технологий (например, методов контроля сварных швов) финальная оплата производится только при условии передачи технологии минимум двум другим отечественным производителям. Такой подход «гарантирует адресность инвестиций», поскольку «наиболее важным предиктором радикальных технологических инноваций является именно объём инвестиций в НИОКР» [8], и снижает риски нецелевого использования средств.

4. Выделение земельных участков под модернизацию в обмен на передачу компетенций. Государство может предоставлять компании земельные участки под строительство или модернизацию производств при условии обязательной передачи части компетенций другим отечественным предприятиям. Например, предприятие получает участок под расширение производства труб в обмен на проведение обучающих семинаров для специалистов конкурирующих предприятий по вопросам автоматизации производственных процессов. Такой подход реализует рекомендацию о необходимости «государственно-частного партнерства в сфере патентования и коммерциализации» [7], при этом сохраняя конкурентную среду.

5. Налоговые преференции за технологический обмен между предприятиями. Государство может стимулировать кооперацию через систему налоговых льгот для компаний, участвующих в обмене патентами и ноу-хау в рамках выполнения стратегических заказов. Например, предприятия могут получить снижение ставки налога на прибыль на 3–5 процентных пунктов при условии документированного обмена технологиями производства труб большого диаметра. Как отмечают исследователи, «развитие государственно-частного партнерства в сфере патентования и коммерциализации позволяет эффективно объединить ресурсы государства и бизнеса» [7]. Такой подход не

требует создания дополнительных структур, сохраняет рыночную конкуренцию и мотивирует компании к сотрудничеству не административными методами, а экономическими стимулами. Это соответствует принципу «удочки вместо рыбы»: государство не дает прямых субсидий, а создает благоприятные условия для развития бизнеса через снижение налоговой нагрузки в обмен на технологическую открытость.

6. Премирование компаний за сокращение патентных барьеров. Государство может ввести систему премий для компаний, которые добровольно снижают патентные барьеры в критических отраслях. Например, если ЧТПЗ предоставляет доступ к части своих разработок в области лазерно-гибридной сварки (ЛГС) для других российских производителей труб, она получает дополнительную прибыль в виде премии от Минпромторга. Данная практика поддерживает идею «стимулирования экспорт технологий и участие российских компаний в международных патентных конкурсах» [8], но во внутреннем контексте. Важно, что премирование осуществляется не за наличие патентов, а за их использование для развития отрасли в целом.

7. Цифровая платформа для управления обменом патентами. Для обеспечения прозрачности и доверия при обмене патентами необходимо создать специализированную цифровую платформу при Минпромторге. Эта платформа будет содержать реестр патентов, критерии их равноценности, шаблоны соглашений и механизм контроля за выполнением условий обмена. Как предлагают специалисты, «применение специализированной IT-платформы для взаимодействия между участниками сети» может стать решением проблемы недоверия. Перспективным дополнением может стать использование блокчейна и смарт-контрактов, которые «снижают вероятность мошенничества и исключают необходимость третьей стороны» [2], обеспечивая автоматическое исполнение условий обмена после выполнения компанией госзаказа.

**автор выражает свою признательность кафедре экономики и организации производства МГТУ им. Н.Э. Баумана за ценные консультации и предоставленную возможность ознакомить с результатами моих исследований научное сообщество.*

Заключение

Предложенная модель обмена интеллектуальной собственностью в рамках госзаказа выходит за рамки решения тактической задачи ускорения одного проекта. Она нацелена на формирование устойчивого технологического кластера, способного обеспечивать полный цикл производства для будущих инфраструктурных инициатив. В этом контексте государственное вмешательство приобретает мезоэкономический характер, поскольку, как отмечают Хрусталёв и Ильенко, интеграция передовых технологических решений оказывает мезоэкономическое влияние: формирует отраслевые кластеры, усиливает кооперацию и снижает зависимость от иностранных поставок [9]. Таким образом, временная кооперация, стимулированная госзаказом, трансформируется в долгосрочную структурную устойчивость отрасли.

Предложенный подход сохраняет рыночную конкуренцию, трансформируя её из борьбы за монопольное владение знаниями в соперничество за эффективность использования общих технологических активов. Это соответствует современной парадигме открытых инноваций, где преимущество получает не тот, кто владеет патентом, а тот, кто быстрее и качественнее реализует технологический потенциал.

Для практической реализации необходимо:

- внести изменения в законодательство для легитимации обмена ИС при участии в госзакупках;
- создать единую цифровую платформу при Минпромторге для учёта, оценки и координации обмена патентами;
- провести пилотное внедрение механизма в рамках одного из приоритетных инфраструктурных проектов.

В перспективе такая модель может стать основой устойчивой инновационной экосистемы, в которой ИС выступает не как инструмент монополизации, а как ресурс национального технологического развития.

Литература

1. Хрусталёв Е. Ю., Славянов А. С. Особенности применения зарубежного опыта защиты интеллектуальной собственности при формировании национальной инновационной стратегии // *Экономический анализ: теория и практика*. – 2017. – Т. 16. – №. 4 (463). – С. 665-676.
2. Lebedenko S. Russian innovation in the era of patent globalization // *IC-International Review of Intellectual Property and Competition Law*. – 2022. – Т. 53. – №. 2. – С. 173-193.
3. Славянов А. С. Приоритеты и методы государственной поддержки инновационной деятельности в России // *Контроллинг*. – 2022. – №. 2. – С. 50-57.
4. Светульников С. Г., Литвинов А. А. Конкуренция и предпринимательские решения. – Ульяновск: Издательство «Корпорация технологий продвижения», 2000. – 256 с.
5. Shmeleva N. et al. Challenges and opportunities for technology transfer networks in the context of open innovation: Russian experience // *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*. – 2021. – Т. 7. – №. 3. – С. 197.
6. Ervits I. Economic potential of internationally-oriented patenting activity in Russia // *Entrepreneurial Business and Economics Review*. – 2019. – Т. 7. – №. 1. – С. 75-94.
7. Глебова А. Г., Васильев И. А. Правовая охрана инновационных решений высокотехнологичного сектора мировой экономики: опыт Скандинавии, решения для России // *Теоретическая экономика*. – 2025. – №. 2 (122). – С. 77-92.
8. Chen W. et al. Study examining the significant role of intellectual property protection in driving radical technological innovation among national research project teams, employing PLS-SEM and ANN modeling // *PloS one*. – 2024. – Т. 19. – №. 8. – С. 1-35.
9. Хрусталев Е. Ю., Ильенко Н. И. Стратегическое планирование и оптимизация процессов роботизации (на примере сварочного производства) // *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. – 2025. – № 209. – С. 511-526.

УДК 123, JEL Classification: A10, B40

Анализ видов и последствий отказов (FMEA) как инструмент оценки рисков

Колесников В.Д.

студент кафедры «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана,
sir.kvd@yandex.ru.

***Аннотация.** Рассмотрен процесс анализа видов и последствий отказов (FMEA) как инструмент оценки рисков на этапах проектирования и подготовки производства. Описаны этапы проведения анализа, приведены преимущества и ограничения, возникающие при использовании FMEA, рассмотрены перспективы развития методики.*

***Ключевые слова:** FMEA, риск, дефект, последствия.*

Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) as a risk assessment tool

Vladislav Kolesnikov

student of the Department of Economics and Organization of Production, Bauman Moscow State Technical University.

***Abstract.** This article examines the failure mode and effects analysis (FMEA) process as a risk assessment tool during the design and pre-production stages. The analysis stages are described, the advantages and limitations of using FMEA are highlighted, and future developments of the methodology are discussed.*

***Keywords:** FMEA, risk, defect, consequences.*

Введение

Повышение качества продукции является одним из условий обеспечения конкурентоспособности продукции. В обеспечении качества продукции важную роль играет управление рисками, включающее выявление, оценку и мероприятия по их снижению. Одним из инструментов оценки рисков является анализ видов и последствий отказов.

Анализ видов и последствий отказов (FMEA) – системный подход, предназначенный для анализа и оценки рисков, посредством обнаружения возможных дефектов, их причин и последствий в конструкции, системе или процессе, и их дальнейшего снижения.

Цель FMEA – снижение потенциальных технических рисков [1], возникающих из-за дефектов в продукте для повышения качества, обеспечения безопасности и снижения затрат на ранних этапах проектирования до запуска в

производство.

Впервые FMEA был описан ВС США в 1949 году в стандарте MIL-STD 1629 «Procedures for Performing a Failure Mode Effect and Criticality Analysis». Затем методика была использована при подготовке лунной программы «Аполлон». В 1970-х годах компания Ford начала применять FMEA в автомобильной отрасли. На сегодняшний день данная методика применяется в различных отраслях промышленности: автомобильной, аэрокосмической, фармацевтической и др.

Основы методики:

1. *Документированный процесс.* Создание документированного процесса устанавливает единство проведения анализа в организации;
2. *Командная работа.* Методика основана на работе межфункциональной команды;
3. *Проактивный подход.* Методика нацелена на устранение дефектов до их появления в готовом продукте или процессе;
4. *Фиксация результатов.* Действия команды, выполняемые в ходе анализа, заносятся в заранее определенную форму.

Выделяется 2 основных вида FMEA:

- FMEA конструкции (DFMEA). Проводится для анализа конструкции, компонентов, материала на этапе проектирования с целью устранения дефектов до запуска изделия в производство.
- FMEA процесса (PFMEA). Проводится для анализа технологических и сборочных процессов, включая используемое оборудование, инструменты и действия оператора перед подготовкой производства.

Помимо FMEA конструкции и процесса существуют другие виды анализа [1, 2], например, FMEA системы (SFMEA), FMEA оборудования (MFMEA), FMEA мониторинга и реагирования системы (FMEA-MSR).

Анализ видов и последствий отказов применяется в следующих случаях:

- проектирование нового изделия или использование нового производственного процесса;
- анализ существующего изделия или используемого производственного процесса. Проводится при внесении изменений или обнаружении дефектов в процессе эксплуатации;
- требование потребителя. Некоторые потребители могут требовать от своих поставщиков наличие протокола о проведении FMEA;
- использование как части комплексной системы качества. Например, стандарт IATF 16949:2016 «Системы менеджмента качества. Особые требования по применению ISO 9001:2015 для автомобильных производств и организаций, производящих соответствующие сервисные части», устанавливает использование FMEA, как одного из инструментов обеспечения качества.

Этапы FMEA

При выполнении анализа действия команды записываются в форму протокола. Пример таблицы протокола FMEA представлен ниже (рис. 1).

Изделие/функция	Вид потенциального дефекта	Последствие потенциального дефекта	Балл С	Потенциальная причина дефекта	Балл В	Предложенные методы по обнаружению	Балл О	ПЧР	Рекомендуемые действия	Ответственность и намеченная дата	Результат работы			
											Предпринятые действия	Новые значения баллов		
												С	В	О

Рис. 1. Пример таблицы FMEA

В общем виде процесс FMEA содержит следующие этапы:

1. Подготовка к проведению FMEA.

На начальном этапе происходит определение объектов анализа, формирование команды, подготовка исходных данных.

Выбор объектов анализа. FMEA требует затрат времени и ресурсов, и провести анализ для всех компонентов не всегда представляется возможным, поэтому в первую очередь необходимо выделить объекты, для которых он будет проводиться. В качестве таких объектов могут выступать:

- принципиально новые элементы конструкции или технологические процессы;
- элементы конструкции и технологические процессы имеющие проблемы, выявленные в результате эксплуатации;
- наиболее ответственные элементы конструкции и процессы;
- элементы конструкции или процессы, к которым предъявляются особые требования по безопасности.

Подбор команды. Методика основана на работе межфункциональной команды, поэтому от состава команды будет зависеть эффективность анализа. Рекомендуется, чтобы численность команды составляла от 4-х человек [3-5]. В таблице 1 представлен рекомендуемый состав рабочей группы и практические навыки, которыми им рекомендуется обладать.

Таблица 1. Команда FMEA

	DFMEA	PFMEA
Рекомендуемый состав команды [1, 4]	– руководитель группы; – инженер-конструктор; – системный инженер; – инженер-испытатель; – инженер по качеству; – специалист по закупкам; – специалист отдела маркетинга/работы с клиентами; – другие лица, участвующие в разработке продукта или чьи знания и опыт помогут в проведении анализа	– руководитель группы; – инженер-технолог; – инженер-конструктор; – инженер по качеству; – специалист по закупкам; – представители производства (рабочий/начальник цеха); – другие лица, участвующие в разработке процесса или чьи знания и опыт помогут в проведении анализа

	DFMEA	PFMEA
Рекомендуемые навыки [3]	– проектирование аналогичных изделий; – процесс производства компонентов и сборки; – технология контроля в процессе изготовления; – обслуживание и ремонт; – анализ поведения аналогичных объектов при эксплуатации.	– проектирование аналогичных объектов; – процесс производства компонентов и сборки; – технология контроля в процессе изготовления; – анализ работы соответствующих технологических процессов, возможные альтернативные технологические процессы; – анализ частоты дефектов и контроля работы соответствующего оборудования и персонала.

Состав команды не ограничивается представленным в таблице 1, и может зависеть от исследуемого объекта и имеющихся специалистов компании.

Подготовка исходных данных. В качестве исходных данных выступают спецификации, чертежи, электронные модели, технологические карты и другая конструкторская и технологическая документация. Также к необходимой информации относятся требования, предъявляемые к конструкции, условия эксплуатации, данные о материалах и оборудовании, информация о процессе и результатах эксплуатации аналогичных объектов.

2. Функциональный анализ объекта.

Анализу может подвергаться как конструкция (процесс), так и их составляющие, поэтому на данном этапе происходит декомпозиция конструкции или процесса на отдельные компоненты или операции. Затем для каждого объекта выделяются функции, которые он выполняет.

3. Выявление возможных дефектов (причин отказов) и их последствий.

После того, как был проведен функциональный анализ объекта, команда FMEA приступает к выявлению возможных дефектов. Для каждого дефекта выявляется последствие, к которому он приводит. При этом каждый дефект может приводить к различным последствиям, и важно выделить все возможные исходы. При оценке рисков, анализу подвергаются последствия, к которым приводят дефекты.

В ходе проведения FMEA анализа оценка последствий проводится по 3-м критериям, каждому из которых присваивается балл от 1 до 10 согласно заранее определенным и задокументированным критериям:

- степень тяжести (С) – характеризует серьезность последствия. Чем опаснее последствие дефекта, тем выше балл;
- частота возникновения (В) – характеризует как часто встречается данный дефект. В качестве отправной точки для определения частоты возникновения могут служить статистические данные, полученные в ходе эксплуатации аналогичных изделий или использования

аналогичных производственных процессов. Чем выше вероятность возникновения дефекта, тем выше балл;

- вероятность обнаружения (О) – характеризует возможность обнаружения данного дефекта с учетом имеющихся средств контроля. Чем сложнее обнаружить дефект, тем выше балл.

В качестве критериев для оценки могут быть использованы шкалы, рекомендованные в [1] и [3].

4. Снижение риска.

На данном этапе определяются последствия, для которых будет производиться снижение рисков. Для этого могут использоваться методы приоритетного числа риска и приоритет действий.

Приоритетное число риска

Приоритетное число риска (ПЧР) – количественная оценка риска, представляет собой произведение трех баллов – степени тяжести (С), частоты возникновения (В), возможности обнаружения (О):

$$\text{ПЧР} = \text{С} \cdot \text{В} \cdot \text{О}.$$

При использовании 10-балльной шкалы, ПЧР принимает значение от 1 до 1000. Для определения отказов необходимых к снижению может выбираться заранее установленное граничное ПЧР ($\text{ПЧР}_{\text{гр}}$), например в диапазоне от 100 до 125 [3]. После того как были определены ПЧР для каждого объекта их ранжируют в порядке убывания (например, с использованием диаграммы Парето) и выбирают для переработки риски с наибольшим ПЧР. При использовании $\text{ПЧР}_{\text{гр}}$, переработке подвергаются все риски, у которых $\text{ПЧР} > \text{ПЧР}_{\text{гр}}$.

Недостатком данного способа является равноценный вес каждого критерия, что затрудняет выбор дефектов для первоочередного устранения при равном значении ПЧР.

Приоритет действий

В изданном в 2019 году совместном руководстве AIAG и VDA по FMEA [1] был установлен метод приоритета действий (АР), при использовании которого в первую очередь внимание уделяется степени тяжести, затем частоте возникновения, и только потом обнаружению. Комбинация С, В и О для приоритизации рисков, составленная на основе данных из [1], представлена в таблице 2.

Данный способ направлен не на расстановку приоритетов риска, а на приоритет действий по их снижению:

- высокий приоритет – команде необходимо принять меры по снижению рисков данной группы в первую очередь;
- средний приоритет – команде необходимо разработать меры по снижению рисков;
- низкий приоритет – команда может разработать и принять меры по снижению рисков.

Таблица 2. Приоритет действий для DFMEA и PFMEA

Степень тяжести (С)	Частота возникновения (В)					Обнаружение (О)
	1	2-3	4-5	6-7	8-10	
9-10	Н	В	В	В	В	7-10
	Н	С	В	В	В	5-6
	Н	Н	В	В	В	2-4
	Н	Н	С	В	В	1
7-8	Н	С	В	В	В	7-10
	Н	С	С	В	В	5-6
	Н	Н	С	В	В	2-4
	Н	Н	С	С	В	1
4-6	Н	Н	С	С	В	7-10
	Н	Н	Н	С	В	5-6
	Н	Н	Н	С	С	2-4
	Н	Н	Н	Н	С	1
2-3	Н	Н	Н	Н	С	7-10
	Н	Н	Н	Н	С	5-6
	Н	Н	Н	Н	Н	2-4
	Н	Н	Н	Н	Н	1
1	Н	Н	Н	Н	Н	1-10
Примечание: Н – низкий приоритет; С – средний приоритет; В – высокий приоритет						

5. Принятие мер по снижению риска.

После того, как были расставлены приоритеты по снижению рисков, рабочая группа проводит мероприятия по их снижению – это может быть, например, переработка конструкции, замена материала, если проводится FMEA конструкции, или повышение квалификации оператора станка, замена инструмента при FMEA процесса. Затем повторно проводится оценка рисков, для выявления достижения результатов. Данный этап проводится до того момента, пока не будут снижены или устранены последствия выбранных дефектов.

6. Документирование результатов.

Последним шагом анализа является фиксация полученных результатов, что позволяет применять эти данные в будущем и использовать их в системе обеспечения качества организации. Также важным будет получение обратной связи из производства и эксплуатации, что позволит оценить результаты FMEA спустя время и использовать эти данные в дальнейшем для корректировки проведения анализа [6].

Преимущества

Использование метода анализа отклонений и последствий отказов дает ряд преимуществ:

- обеспечение безопасности продукта для потребителя;
- снижение затрат на эксплуатацию;
- снижение затрат на устранение дефектов. Установлено, что стоимость исправления дефекта продукта на более позднем этапе жизненного цикла в 10 раз больше, чем на более раннем этапе. Например, на этапе производства исправление дефекта будет в 10 раз больше чем на этапе проектирования, а на этапе эксплуатации в 100 раз, чем на этапе проектирования;
- снижение срока выпуска продукта за счет раннего обнаружения и исправления дефектов;
- повышение качества выпускаемой продукции;
- обеспечение стабильности и контроля процесса производства.

Ограничения

Как и любая методика, FMEA имеет ряд ограничений и проблем. Были выделены следующие:

- на проведение анализа затрачиваются время и ресурсы, что требует отбора объектов, для которых будет проводиться исследование;
- метод основан на субъективной оценке экспертов, что требует привлечения в команду опытных и квалифицированных специалистов;
- для получения максимального эффекта требуется учесть все возможные факторы, влияющие на объект исследования, что требует привлечения специалистов из различных областей и наличия обширных исходных данных;
- не все руководители готовы тратить время и ресурсы на обучение сотрудников и проведение анализа, что превращает FMEA в формальность с отсутствием результата [7].

Тенденции развития

Развитие Индустрии 4.0 и внедрение таких технологий, как искусственный интеллект (AI), машинное обучение (ML), интернет вещей (IoT) позволяет расширить возможности FMEA.

Так IoT позволяет собирать данные с датчиков на производственной линии, о работе оборудования, условиях окружающей среды, эксплуатации продукта, что позволяет получать актуальную информацию и производить обновление FMEA

AI и ML позволяют анализировать большой объем исторических данных, а также показания датчиков, собранных при помощи IoT, выявлять закономерности и предсказывать возможные отказы и их последствия, которые могли не увидеть члены команды FMEA [8].

Заключение

FMEA является мощным инструментом анализа рисков. Использование данной методики на ранних этапах жизненного цикла позволяет выявить дефекты, их последствия, и произвести мероприятия по их устранению, что дает возможность улучшить качество продукта, обеспечить его безопасность,

снизить затраты на переработку изделия или процесса и избежать отзывов некачественной продукции.

Но ценой этому является необходимость в грамотной организации проведения процесса – хорошо подобранная межфункциональная команда, обладающая необходимым набором знаний из различных областей, понимание назначения FMEA руководством и командой, готовность руководства к тратам времени и ресурсов на проведение анализа и обучение сотрудников.

Обновление методики (использование приоритета действий вместо приоритетного числа риска) и применение таких технологий как IoT и ИИ позволяют адаптировать методику к современным условиям, получать актуальные данные и повышать эффективность анализа.

Литература

1. Failure Mode and Effects Analysis. AIAG & VDA FMEA Handbook. — First Edition, Issued June 2019.
2. Carl S. Carlson Effective FMEAs: Achieving Safe, Reliable, and Economical Products and Processes using Failure Mode and Effects Analysis: John Wiley & Sons, 2012. 464 p.
3. ГОСТ 51814.2-2001. Системы качества в автомобилестроении. Метод анализа видов и последствий потенциальных дефектов., 2001. 23 с.
4. Guidelines for Failure Mode and Effects Analysis for Automotive, Aerospace and General Manufacturing Industries: CRC Press, 2003. 149 p.
5. Robin E. McDermott, Robin McDermott, Raymond J. Mikulak, Michael Beauregard The Basics of FMEA, 2nd Edition: Taylor & Francis, 1996. 76 p.
6. Розно, М. И. 4 СПОСОБА ПОИСКА И УСТРАНЕНИЯ ДЕФЕКТОВ / М. И. Розно // Методы менеджмента качества. – 2018. – № 6. – С. 44-49.
7. Проблемы и причины внедрения формального FMEA / А. В. Кудряшов, С. В. Исаев, Д. И. Панюков [и др.] // Методы менеджмента качества. – 2011. – № 11. – С. 16-20.
8. Thomas, D. Rethinking FMEA for Today's Manufacturing Landscape Considering Innovation in Risk Analysis. J Fail. Anal. and Preven. 25, 1–3 (2025). <https://doi.org/10.1007/s11668-025-02092-z>

УДК 123, JEL Classification: A10, B40

Ключевые направления трансформации современной промышленной политики Российской Федерации

Кулиди М.Н.

студент магистратуры, кафедра «Экономика и бизнес» МГТУ им. Н. Э. Баумана, г. Москва, kulidimn@student.bmstu.ru.

Аннотация. Целью статьи является выявление приоритетов промышленной политики в условиях резкого обострения геополитической ситуации и возникшего экономического противостояния Российской Федерации с западными государствами и определение мер по достижению страной технологического суверенитета.

Ключевые слова: промышленность, промышленная политика, государственное регулирование, импортозамещение, технологический суверенитет, санкции, ограниченно открытая экономика, трансфер технологий, стратегическое планирование, государственный заказ.

Key areas of transformation of the modern industrial policy of the Russian Federation

Margarita Kulidi

master's student, Department of Economics and Business, Bauman University, Moscow.

Abstract. The purpose of the article is to identify the priorities of industrial policy in the context of a sharp aggravation of the geopolitical situation and the economic confrontation between the Russian Federation and Western countries, and to determine measures to achieve technological sovereignty by the country.

Keywords: industry, industrial policy, state regulation, import substitution, technological sovereignty, sanctions, limited open economy, technology transfer, strategic planning, state order.

Введение

Одной из самых актуальных проблем в современных условиях для России является достижение технологического суверенитета, причем в максимально короткие сроки. Данную цель можно реализовать, обеспечив смену приоритетов промышленной политики благодаря системному подходу и соответствующей концепции [4].

Одним из основных, практически ключевым объектом государственного регулирования выступает промышленность.

Определение промышленной политике содержится в Федеральном законе от 31.12.2014 № 488-ФЗ «О промышленной политике в Российской Федерации» от 31.12.2014 N 488-ФЗ (последняя редакция): «Промышленная политика – это комплекс правовых, экономических, организационных и иных мер, направленных на развитие промышленного потенциала Российской Федерации, обеспечение производства конкурентоспособной промышленной продукции».

СССР до момента своего распада был мощной промышленной державой, но после ее распада произошел разрыв значительного количества кооперационных связей, произошла смена экономической модели, отмена таких институтов, как Госплан и Госснаб, что способствовало упразднению государственного регулирования промышленного и экономического развития.

Например, в станкостроении «...производство станков за период 1985–1998 гг. сократилось более чем в 10 раз, т.е. произошла, по сути, ликвидация средств производства, лишаящая иные виды производства базы для инноваций и развития» [3].

Лавинообразному увеличению импортных поставок, как предметов потребления, так и оборудования, машин, технологических линий способствовал переход к модели открытой экономики, которая была выбрана за основу тогдашним руководством страны, и привела к сырьевой модели развития в Российской Федерации, критической зависимости значительной части нашей промышленности от импорта.

Основная часть

В начале 2000-х годов в России заговорили о необходимости замены импортных товаров аналогами собственного производства, затем последующие 20 лет приоритетным направлением государственной промышленной политики в нашей стране рассматривалось импортозамещение.

Для этого потребовалась разработка государственной политики и соответствующего механизма импортозамещения, были учреждены государственные корпорации «Ростех», «Роснано» и «Росатом».

Тем не менее, ряд федеральных программ по государственной поддержке импортозамещения появился лишь в 2014 году. Например, Федеральная программа утверждена Постановлением Правительства РФ от 15.04.2014 № 328 (ред. от 06.10.2022) «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности» [1].

Программой определены основные цели импортозамещения:

- становление производства конкурентоспособных товаров, работ и услуг;
- внедрение и использование передовой техники и технологий;
- создание технологий по выпуску инновационной продукции.

Программой установлено финансовое обеспечение, т.е. объем средств, выделяемых ежегодно на достижение намеченных целей, – примерно 330 млрд рублей.

В связи с изменением общеполитической ситуации и введения санкций в отношении России в 2022 году изменился подход и к импортозамещению. «В течение 2022 года число российских компаний, в отношении которых введены санкции, выросло с 1,6 тысячи до 2,9 тысячи, однако с учетом аффилированных юридических лиц их количество уже почти достигло 10 тысяч» [8].

Поэтому государством был задействован комплекс мер по минимизации последствий, а именно: ввоз необходимой продукции в режиме параллельного импорта. В сложившихся условиях государство определило мерой государственного регулирования упрощенный подход к запуску проектов в зависимости от их целесообразности, т.е. первоначальную значимость приобрела необходимость выпуска отечественной продукции, а не оценка их рентабельности и прочие факторы.

Весной 2022 года пакет направлений по импортозамещению был расширен, особенно по тем товарам, где доля импорта преобладала: машиностроение, станкостроение, фармацевтика и медицина, цифровые технологии (Рис. 1., Табл. 1.).

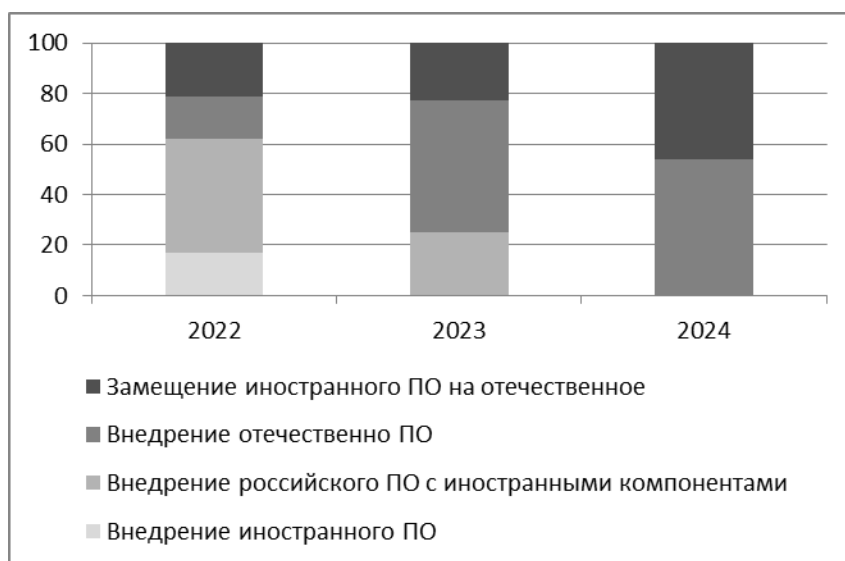


Рис. 1. Импортозамещение программного обеспечения в России за 2022-2024 гг., в % [7]

На примере завода «АвтоВАЗ» можно увидеть, что 2022 год был самым сложным с точки зрения производства. На заводе конвейер был остановлен. Международные компании по выпуску европейских и японских марок автомобилей покинули рынок. В мае 2022 года произошло падение месячного объема производства в 10 раз (до этого момента «АвтоВАЗ» производил в среднем порядка 130 тысяч автомобилей в месяц (80% заполнения российского рынка), а в мае 2022 года завод произвел только 13 тысяч машин (из них легковых 4 тысячи)). Выпуск этих 13 тысяч машин обеспечили благодаря тому, что КАМАЗ и ГАЗ продолжали свое производство, хотя и в меньших объемах.

Таблица 1. Примеры успешного импортозамещения в машиностроении в России [2]

№ п/п		Легковой седан / универсал Lada Vesta NG	Магистральный тягач КамАЗ-54901 (платформа К5)	Ближнемагистральный лайнер SJ-100 (SSJ-NEW)	Электропоезд «Ласточка» (ЭС104)
1	Какие компоненты заменены (планируются к замене)	Система управления двигателем, зеркала, стекла, провода, приборы освещения, амортизаторы, рулевая система и т.д. Всего около 600 комплектующих	Коробка передач, ведущий мост, пневматическая система, кузовные панели и т.д. Всего более 2 300 комплектующих	Двигатель, шасси, системы управления, авионика и другие, всего порядка 40 систем и агрегатов	Тяговая установка (асинхронные двигатели), тормоза, остекление, транзисторы, автопилот и другие
2	Степень локализации (в %)	85	70	97	95

Для восполнения производства потребовалось решение комплекса задач: обеспечить устойчивое производство, стабильную работу конвейеров автомобильных заводов, и тех, которые могли работать, и тех, которые требовали перезапуска. Для обеспечения необходимого объема поставок деталей и компонентов в короткий промежуток времени прибегли к ресорсингу, т.е. переключились с уже проверенных поставщиков с многолетними контрактами на новые цепочки, восстановили систему платежей, «компонентщики» смогли нарастить свои производственные мощности так, чтобы обеспечивать больший объем продукции. Эти меры позволили обеспечить устойчивую работу традиционных производителей автопрома. Таким образом, решили задачу возобновления производства и сохранения мощностей, что являлось самым актуальным на тот момент, дальнейшее развитие уже происходило в прогнозируемой динамике.

В 2022-2023 годах основной тенденцией импортозамещения были организационные изменения, связанные со сменой российскими компаниями партнеров: замена иностранных производителей на российских поставщиков, выпускавших аналогичную продукцию.

Импортозамещение в России ставит перед собой определенные задачи, главные из которых:

- повышение конкурентоспособности отечественной экономике, в т.ч. в вопросе производства товаров для международного рынка на уровне мировых стандартов;

- защита и развитие отечественных производителей;

- ущемление интересов экспортеров из недружественных государств;

- беспрепятственное получение импортных запчастей, материалов и сырья.

Инструментами, позволяющими в России в настоящий момент реализовывать импортозамещающую политику, являются:

- введение высоких пошлин;

- запрет на ввоз определенных видов продукции;

- квотирование и лицензирование;
- административное и экономическое стимулирование организаций совместного производственного процесса.

Как инструмент «запрет импорта», применялся для того, чтобы защитить национальную безопасность, давно. Например, в XVIII веке в Англии на время запрещали ввозить ленты, кружева и шелковые ткани, а также оружие, обувь, посуду и другие изделия. Потому, что в XVII–XVIII веках в эпоху меркантилизма эта страна стремилась наладить собственное производство за счет запретов на ввоз некоторых товаров.

В 2022 году начали применяться и более универсальные механизмы господдержки импортозамещения:

1. Проекты НИОКР по выпуску высокотехнологичных продуктов, способных составить конкуренцию зарубежным аналогам, со сроками реализации проектов от полугода до года. В 2022 году было поддержано более сотни таких проектов.
2. Субсидии на возмещение затрат на производство и реализацию опытных партий средств производства. Данные субсидии предоставляются для финансовой поддержки производителей в связи с высокими затратами на создание и развитие новых производственных мощностей. Субсидии выделяются в размере до 50% от фактических затрат.
3. Промышленная ипотека – представляет собой кредит для покупки, строительства, капремонта и реконструкции предприятий на льготных условиях для быстрого запуска или расширения производства. Нормативная база льготной ипотеки представлена Постановлением Правительства Российской Федерации от 06.09.2022 № 1570. В целях реализации программы промышленной ипотеки Министерство промышленности и торговли определило 16 банков, в том числе Сбербанк, Альфа-Банк, ВТБ и другие. Процентные ставки по данному виду ипотечного кредита следующие: - 3% годовых для технологических компаний; - 5% годовых для других компаний. Максимальная сумма кредита составляет 500 миллионов рублей, а срок кредитования - не более 7 лет. «На период 2022-2025 годов на реализацию механизма было выделено более 970 миллионов рублей. С момента запуска промышленной ипотеки эти банки уже отобрали более 500 потенциальных заемщиков с портфелем в 70 миллиардов рублей» [8].

Благодаря программе удалось достичь:

- выполнения ключевых показателей самообеспеченности — в агропромышленном комплексе и фармацевтике;
- выработки зрелых отечественных решений для 80% задач — в сфере информационных технологий;
- минимизации уровня импортозависимости — в промышленности.

Но вместе с тем, существуют и угрозы. По мнению аналитиков, господдержка чревата «ловушкой» бюджетного стимула.

В условиях санкций основным фактором экономического роста остается государственный спрос (в форме государственных заказов, закупок и инвестиций). Длительная зависимость только от бюджетного спроса приводит к несбалансированному росту, поскольку инвестиции и ресурсы

перераспределяются в пользу одних субъектов за счет других. Например, бюджетные стимулы для оборонной и смежных отраслей промышленности в России в период ее независимости, стимулирование медицинской промышленности во время пандемии 2020 года, плановая экономика [3].

Долгосрочная зависимость от бюджетных стимулов крайне уязвима. Во-первых, это приводит к несбалансированному экономическому росту, поскольку инвестиции и ресурсы перераспределяются в пользу определенных субъектов (секторов, предприятий и социальных групп) за счет других. Во-вторых, возможность увеличения бюджетных расходов ограничена проблемой сокращения доходов, вызванного санкциями. В-третьих, это создает макроэкономическую ловушку, которая может дестабилизировать экономику и государственные финансы изнутри. К источникам бюджетного стимулирования относят: государственные займы, дополнительную эмиссию и девальвацию валюты. Однако использование этих инструментов может привести к росту госдолга и расходов на его обслуживание, к росту инфляции и девальвации национальной валюты.

Одновременно с этим необходимо решать проблемы, возникающие в процессе практической реализации импортозамещения в России (Рис. 2).

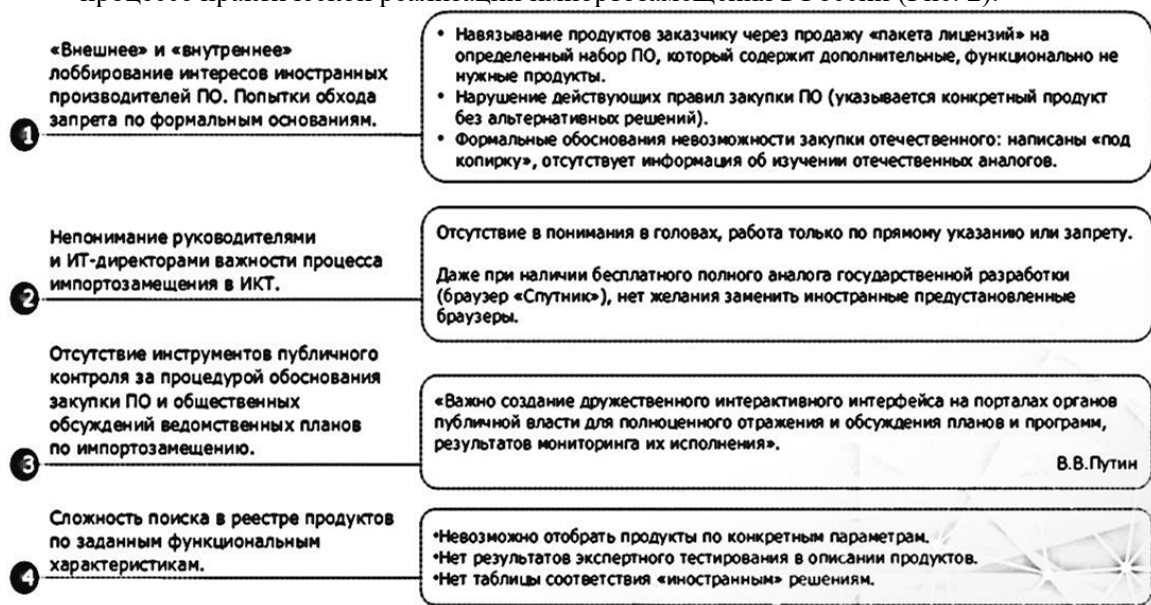


Рис. 2. Риски практической реализации импортозамещения программного обеспечения [6]

Анализ факторов, препятствующих внедрению импортозамещения в российской промышленности, показал, что наиболее влиятельными факторами являются отсутствие отечественных аналогов оборудования и сырья или их низкое качество. Другие факторы также связаны с материалами и сырьем (завышенные цены и недостаточные объемы производства). К наименее влиятельным факторам относятся недостаточно строгие запреты на ввоз оборудования и сырья, а также разумные цены на импортное оборудование и сырье. С введением санкций со стороны Запада последние факторы устраняются,

а влияние наиболее значимых факторов также снижается благодаря мерам, направленным на повышение технологического суверенитета России (Рис. 3).



Рис. 3. Факторы, негативно влияющие на динамику импортозамещения в России, в % [5]

Независимо от возможных экономических угроз и факторов, препятствующих увеличению динамики импортозамещения, инструменты и меры государственного регулирования и поддержки отраслей промышленности, реализуемые в рамках государственных программ импортозамещения, являются весьма перспективными. Однако по-прежнему отсутствует комплексный и системный подход к достижению технологического суверенитета России.

Под комплексным подходом здесь подразумевается система стратегического планирования, координации, контроля и ответственности. И не только в промышленном секторе, но в тесно связанных с ним других отраслях, в секторе услуг, в инфраструктуре и системе науки, в образовании и профессиональной подготовке. Осуществить такую взаимосвязь невозможно без информационных технологий [4].

Необходимо уделять внимание сфере образования и профессиональной подготовки, исследованиям и разработкам, развитию информационных технологий и производственной инфраструктуры. С 2000 года по 2022 год государственные расходы на образование в России возросли в 25 раз, кроме того, Россия обогнала Францию, Италию и Японию по доли затрат на образование, но все равно Россия пока отстает от других развитых стран (Рис. 4., Рис. 5.).

Сейчас Россия на образование направляет почти 10% от общих государственных расходов, а необходимо направлять 15–20 % от всех расходов бюджета в качестве инвестиций в человеческий капитал и формирования экономики знаний.

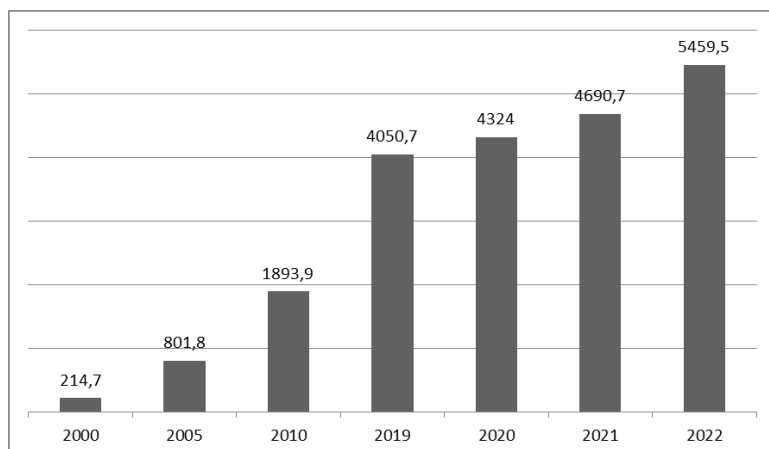


Рис. 4. Динамика изменения государственных расходов на образование в России, млрд руб. [9]

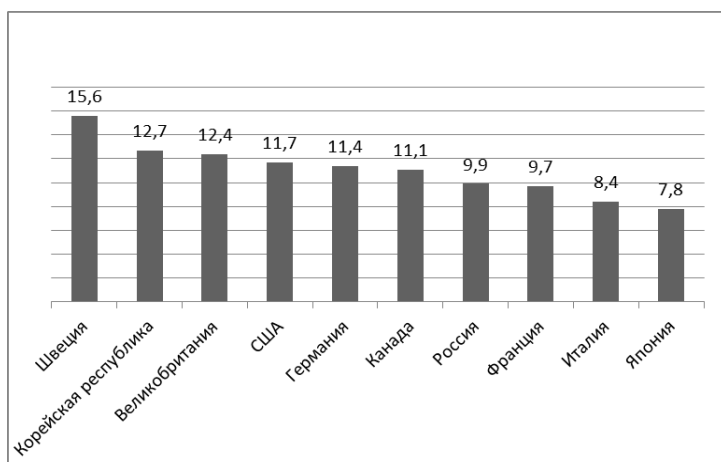


Рис. 5. Государственные расходы на образование по странам, в % от общих государственных расходов [9]

Особое внимание следует уделять дальнейшему развитию цифровых технологий. Они должны обеспечить соответствие промышленного производства современным мировым стандартам и параметрам эффективности.

В целом государственная промышленная политика должна быть ориентирована на технологическое перевооружение экономики и выстраиваться по следующим направлениям:

1. Выбор приоритетов научно-технологического развития, выявления потребностей экономики в новейшей технике и инновационных технологиях для скорейшего восстановления системы государственного отраслевого стратегического планирования.
2. Передача (либо частичный выкуп) предприятий стратегических отраслей в собственность государства и под государственный контроль в целях достижения экономической безопасности страны.

3. Взаимодействие между отечественными частными производителями продукции и предприятиями – потребителями этой продукции на основе системы соглашений.
4. Формирование системы межотраслевого взаимодействия высокотехнологичных и традиционных отраслей промышленности на основе трансфера технологий в соответствии с государственным планом при строгом государственном регулировании всего процесса и государственном контроле выполнения планов.
5. Формирование государственного заказа и осуществление бюджетного финансирования в машиностроительном комплексе, его мобилизация на восстановление станкостроения, тяжелого машиностроения и электронной промышленности; на производство оборудования для нефтехимического комплекса, медицинского оборудования; стимулирование развития авиационной и автомобильной промышленности.
6. Необходим скорейший выход из ВТО. Членство в данной организации принесло России только ограничения и ненужные обязанности без выгод.
7. Обеспечение отраслей и секторов национальной экономики кадрами соответствующей квалификации: от рабочих кадров в производстве до специалистов высокотехнологичных направлений в области фундаментальной и прикладной науки.
8. Развитие экономики и промышленности должно быть подчинено росту благосостояния народа. Необходимы меры по стимулированию внутреннего потребительского спроса, что предполагает рост доходов населения.

Импортозамещение, которое длительное время рассматривалось в качестве приоритета государственной промышленной политики, уступает место стратегии достижения технологического суверенитета страны.

Заключение

Проведенный анализ выявил необходимость трансформации промышленной политики России в комплексе с решением проблем в смежных отраслях и секторах экономики, включая производственную инфраструктуру, развитие информационных технологий, подготовку кадров, осуществление научных исследований и разработок. Выводы исследования возможно использовать при разработке планов и программ ускоренного развития промышленности страны как основы ее технологической безопасности.

Научная значимость заключается в теоретическом обосновании и предложении использовать комплексный подход при выстраивании новой промышленной политики и определении ее приоритетов. Практическая значимость исследования заключается в том, что достижение основной цели промышленной политики, т.е. технологического суверенитета, возможно только на основе восстановления системы стратегического планирования, координирования, контроля и ответственности за результаты.

