

А. И. Орлов

**КОНТРОЛЛИНГ ОРГАНИЗАЦИОННО-
ЭКОНОМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ –
НОВОЕ НАУЧНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ
В МЕНЕДЖМЕНТЕ**

Монография

Москва

Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°»

2026

УДК 338.24

ББК 65.050

О-66

Рецензенты:

С.Г. Фалько – зав. кафедрой экономики и организации производства Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана, д-р экон. наук, канд. техн. наук, проф.;

Е.В. Луценко – профессор кафедры компьютерных технологий и систем Кубанского государственного аграрного университета им. И.Т. Трубилина, д-р экон. наук, канд. техн. наук, проф.

Орлов, Александр Иванович.

О-66 Контроллинг организационно-экономических методов – новое научное направление в менеджменте : монография / А. И. Орлов. – Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2026. – 266 с.

ISBN 978-5-394-06442-5.

Контроллинг – это менеджмент на современном этапе. Экономика – часть менеджмента. Контроллинг организационно-экономических методов – это разработка процедур управления соответствием поставленным задачам используемых и вновь создаваемых (внедряемых) организационно-экономических методов. В монографии дан краткий обзор развития контроллинга организационно-экономических методов за последние 17 лет. Рассмотрены такие его разделы, как контроллинг статистических методов, контроллинг рисков, контроллинг инфляции, контроллинг качества, контроллинг научной деятельности и контроллинг инвестиций.

Ключевые слова: *контроллинг, менеджмент, экономика, организационно-экономические методы, управление соответствием, статистические методы, риски, инфляция, качество, наука, инвестиции.*

ISBN 978-5-394-06442-5

© Орлов А. И., 2026

© ООО «ИТК «Дашков и К°», 2026

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие.....	6
Введение. ОСНОВНЫЕ ИДЕИ КОНТРОЛЛИНГА ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ КАК НОВОГО НАУЧНОГО НАПРАВЛЕНИЯ В МЕНЕДЖМЕНТЕ	8
Глава 1. ТЕРМИНЫ И СОДЕРЖАНИЕ СМЕЖНЫХ НАУЧНЫХ ОБЛАСТЕЙ	20
1.1. Менеджмент	23
1.2. Контроллинг и современные технологии управления..	36
1.3. Модели, методы, искусственный интеллект	39
1.4. Организационно-экономическое моделирование	46
Глава 2. КОНТРОЛЛИНГ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ	56
2.1. Вероятностно-статистические методы и методы анализа данных	58
2.2. Требования к построению и обоснованию адекватной вероятностной модели явления.....	61
2.3. Требования к результатам математической статистики.....	67
2.4. Требования к адекватности относительно допустимых преобразований шкал измерения	69
2.5. Требования и характеристики точности и устойчивости выводов	71
2.6. Характеристики последовательного применения методов обработки данных.....	73
2.7. Характеристики оптимальности методов обработки данных.....	75
2.8. Характеристики трудоёмкости и наглядности	76

2.9. Требования к нормативно-технической и справочной документации по методам обработки данных с помощью компьютеров	78
2.10. Требования к оформлению результатов обработки данных.....	82
Глава 3. КОНТРОЛЛИНГ РИСКОВ.....	84
3.1. Основные понятия	84
3.2. Риски при диагностике.....	86
3.3. Применение экспертных оценок в теории риска	91
3.4. Общая теория риска	94
3.5. Аддитивно-мультипликативная модель оценки рисков (АММОР).....	101
3.6. Преподавание контроллинга рисков	104
Глава 4. КОНТРОЛЛИНГ ИНФЛЯЦИИ.....	105
4.1. Развитие работ по проблемам инфляции	105
4.2. Определение инфляции и расчёт индекса инфляции ...	106
4.3. Расчёты на основе индексов инфляции	111
4.4. Организационно-экономические модели инфляции ...	117
Глава 5. КОНТРОЛЛИНГ КАЧЕСТВА.....	121
5.1. Анализ и синтез планов статистического контроля качества	121
5.2. Усечённые планы контроля	126
5.3. Выделение единиц бесформенной (жидкой, газообразной) продукции	127
5.4. Отбор случайной выборки при статистическом контроле качества продукции	128
5.5. Всегда ли нужен контроль качества продукции?	129
5.6. О статистических методах управления качеством	136
5.7. Как проверить соответствие факта плану?	147
5.8. Вероятностно-статистические модели при разработке методов обнаружения разладки.....	150

Глава 6. КОНТРОЛЛИНГ НАУКИ.....	156
6.1. Информационный барьер и клановая структура науки	156
6.2. Миф мировой науки.....	159
6.3. Два основных подхода к объективной оценке результативности научно-исследовательской деятельности – наукометрический и экспертный	161
6.4. Наукометрические показатели и их интерпретация ...	164
6.5. Диалектика развития науки.....	172
6.6. Проблемы внедрения новых научных результатов	179
Глава 7. КОНТРОЛЛИНГ ИНВЕСТИЦИЙ.....	184
7.1. Основные идеи инвестиционного менеджмента	184
7.2. Математическое моделирование инвестиционных проектов.....	187
7.3. Анализ простейшего инвестиционного проекта.....	193
7.4. Проблема устойчивости выводов на основе математических моделей инвестиционных проектов.....	196
7.5. Методы изучения устойчивости выводов на основе математических моделей инвестиционных проектов.....	203
7.6. Инновации и инвестиции	204
7.7. Области применимости основных динамических характеристик эффективности инвестиционных проектов.....	208
Заключение.....	216
Литература	220
Приложение	
Об авторе	253
И.Н. Омельченко. Описание научной деятельности и вклада в развитие науки и образования проф. А.И. Орлова	260

ПРЕДИСЛОВИЕ

Автором настоящей монографии выполнено достаточно много отдельных работ, которые следует отнести к современному этапу развития менеджмента – к контроллингу организационно-экономических методов. Однако (с точки зрения читателей этих наших работ) они не были представлены как части единой системы; оставались не прояснёнными глубинные взаимосвязи рассматриваемых постановок. Исправлению этого недостатка посвящена настоящая книга. Проведена необходимая увязка отдельных работ в систему.

Рассмотрены основные идеи нового направления в менеджменте. Подробное изложение конкретных вопросов было проведено в ранее опубликованных работах и не воспроизводится здесь. Отсюда два следствия – обширный список литературных источников, в том числе публикаций автора, и практически полное отсутствие математических формул – в отличие от работ, посвящённых отдельным научным результатам.

В настоящей монографии подведён итог первому этапу развития работ по новому направлению в менеджменте – контроллингу организационно-экономических методов. Основная часть монографии состоит из семи глав. В первой главе рассмотрены основные термины и обсуждается содержание смежных научных областей. Дальнейшие шесть глав посвящены конкретным разделам контроллинга организационно-экономических методов, в развитии которых автор принимал значительное участие. Рассмотрены контроллинг статистических методов, контроллинг рисков, контроллинг инфляции, контроллинг качества, контроллинг науки, контроллинг инвестиций.

Для восприятия настоящей работы важно, что согласно Российскому индексу научного цитирования (РИНЦ) вклад в нау-

ку её автора (измеряемый по числу цитирований) в 6,18 раза больше, чем у действующего президента Российской академии наук. Автор – самый цитируемый исследователь МГТУ им. Н.Э. Баумана, один из самых цитируемых математиков и экономистов России. На 17.08.2025 в РИНЦ указаны 742 публикации и 19 834 цитирования, индекс Хирша 52. Поэтому можно констатировать, что автор данной монографии имеет моральное право и необходимые компетенции для разработки нового научного направления в менеджменте.

Монография предназначена для научных работников в области менеджмента и контроллинга, организационно-экономических и экономико-математических моделей и методов. Она представляет интерес для преподавателей, специалистов, аспирантов и студентов, заинтересованных в применении современных методов и инструментов менеджмента в экономике и управлении. Издание также будет полезно для широкого круга читателей, желающих познакомиться с современным менеджментом и самостоятельно повышающих квалификацию, прежде всего для управленцев, экономистов, инженеров, математиков, специалистов по информационно-коммуникационным технологиям и искусственному интеллекту.

Проф. А.И. Орлов

25 августа 2025 г.

Введение

ОСНОВНЫЕ ИДЕИ КОНТРОЛЛИНГА ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ КАК НОВОГО НАУЧНОГО НАПРАВЛЕНИЯ В МЕНЕДЖМЕНТЕ

В монографии выделены базовые идеи научного направления, по которому выпущено достаточно много публикаций. Основные из них указаны в разделе «Литература». К ним отсылаем за подробностями, относящимися к отдельным работам. Ссылки на цитированные источники даются в виде номера источника в квадратных скобках, например, [140].

По различным вопросам менеджмента различными авторами написано много. Наше мнение подробно изложено в учебниках по менеджменту [142, 212], основанных как на теоретических исследованиях, так и на опыте собственной практической работы, в частности, в качестве директора Всесоюзного центра статистических методов и информатики Центрального управления Всесоюзного экономического общества. Информация о конкретных исследованиях приведена в сводке [220].

Согласно [142, 212] контроллинг – это менеджмент на современном этапе. К сожалению, это не всем ещё ясно. Достаточно часто обсуждают те или иные вопросы контроллинга, не употребляя самого слова «контроллинг». Известный г-н Журден (см. произведение Мольера «Мещанин во дворянстве») не знал, что говорит прозой. Многие современные авторы не знают, что рассматривают проблемы контроллинга. Подробнее об этом – в нашей статье «Контроллинг явный и контроллинг скрытый» [175].

Менеджмент – научная дисциплина, посвящённая осмыслению практики реального управления людьми, подразделения-

ми, организациями, регионами, государствами. Основное, чем занимается менеджер (синонимы – руководитель, управленец) – это разработка, принятие и реализация управленческих решений. Управленческие решения принимаются на основе пяти групп факторов (СТЭЭП-факторов, STEEP-факторов) – социальных; технологических; экономических; экологических; политических [142, 212]. Поэтому экономику надо считать частью менеджмента (ср. [38]). Это очевидно для каждого, кто занимался реальным управлением людьми. Однако не очевидно для администраторов от науки, действующим в Высшей аттестационной комиссии (ВАК) РФ, которые рассматривают менеджмент как одну из экономических наук. Не менее нелепо мнение ВАК о том, что математика – естественная наука. Это мнение противоречит другому разделу номенклатуры ВАК научных специальностей, по которым присуждаются учёные степени, согласно которому существует научная специальность «Математические, статистические и инструментальные методы экономики». Очевидно, что экономику нельзя считать естественной наукой...

По нашему мнению, за 17 лет сформировалось новое научное направление – контроллинг организационно-экономических методов (первая работа по этой тематике опубликована нами в 2008 г. [140]). Это направление – внутри контроллинга. Однако с точки зрения «экономики внимания» [315], на которую обратил внимание участников научного семинара нашей научно-исследовательской лаборатории «Экономико-математические методы в контроллинге» О.Ю. Савельев, вместо термина «контроллинг» лучше использовать его более распространённый в настоящее время синоним – термин «менеджмент». Тем более что напрашивающаяся формулировка «контроллинг организационно-экономических методов – новое научное направление в контроллинге» неудачна тем, что два раза используется один и тот же термин «контроллинг». Поэтому мы говорим о новом направлении в менеджменте.

В настоящей монографии дан обзор развития контроллинга организационно-экономических методов за 17 лет, прошедших с момента публикации статьи [140]. Во Введении кратко обсудим основные идеи нового научного направления.

Контроллинг и организационно-экономические методы.

Важной вехой в развитии контроллинга в нашей стране является создание в 2001 г. Объединения Контроллеров. В настоящее время контроллинг – это развитая область научных и практических работ со сложной внутренней структурой. На неё исследователи, преподаватели и практические работники могут смотреть с разных сторон, соответственно, давать много различных определений понятию «контроллинг». Будем исходить из наиболее близкого нам определения С.Г. Фалько [288], согласно которому контроллинг – это «ориентированная на перспективу и основанная на измерении фактов система информационно-аналитической и методической поддержки менеджмента в процессе планирования, контроля, анализа и принятия управленческих решений, обеспечивающая координацию и интеграцию подразделений и сотрудников по достижению поставленных целей». Обратите внимание, что в этом определении нет ни слова про управленческий учёт или про экономику вообще. Кратко говоря, контроллинг – научная и практическая область, посвящённая современным технологиям управления людьми (сотрудниками, подразделениями, предприятиями, регионами).

В 2005 г. была введена новая учебная специальность 220701 «Менеджмент высоких технологий», относящаяся к тогда же введённому направлению подготовки дипломированных специалистов 220700 «Организация и управление наукоёмкими производствами». Для новой специальности понадобились новые учебники, основанные на последних научно-технических разработках, подкреплённых практическим опытом. «Менеджмент высоких технологий» – специальность, которая предусматривает подготовку инженеров-менеджеров для управления производственно-технологическими процессами на крупных науко-

ёмких предприятиях, а также на предприятиях малого и среднего бизнеса.

В учебный план подготовки по этой специальности была включена дисциплина «Организационно-экономическое моделирование». Разработка содержания этой дисциплины была поручена автору настоящей монографии. В ходе этой работы подготовлен наш трёхтомный учебник «Организационно-экономическое моделирование», изданный в МГТУ им. Н.Э. Баумана в 2009–2012 гг. [144, 146, 149]. Мы исходили из следующего определения:

«Организационно-экономическое моделирование – научная, практическая и учебная дисциплина, посвящённая разработке, изучению и применению математических и статистических методов и моделей в экономике и управлении её субъектами, прежде всего промышленными предприятиями и их объединениями».

Практически то же содержание вкладывается в часто используемые термины «экономико-математические методы и модели» и «математические и статистические методы экономики». Почему мы выбрали термин «организационно-экономическое моделирование»? Во-первых, потому, что считаем экономику частью менеджмента по причинам, разъяснённым выше. Составляющая «организационно» нашего термина как раз и соответствует «методам управления», т.е. менеджменту. Во-вторых, следовало уйти от составляющей «математические», т.е. от математики как научной области, посвящённой доказательству теорем и тем самым далёкой от решения практических задач. Тем не менее все три варианта названия рассматриваемой дисциплины представляется полезным рассматривать как синонимы.

Соответственно, организационно-экономические методы – методы, основанные на организационно-экономических моделях, предназначенные для решения задач рассматриваемой области. Используемые в монографии термины подробнее рас-

смотрены ниже в главе «Термины и содержание смежных научных областей».

К наиболее важным областям организационно-экономического моделирования относятся теория принятия решений, прикладная статистика и другие статистические методы, эконометрика, теория и практика экспертных оценок. Организационно-экономическое моделирование и только что перечисленные её области преподаются на факультете «Инженерный бизнес и менеджмент» Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана и в других вузах.

Базовые идеи нового научного направления. Под контроллингом организационно-экономических методов понимаем разработку процедур управления соответствием поставленным задачам используемых и вновь создаваемых (внедряемых) организационно-экономических методов. При таком понимании этого научно-практического направления мы далеко уходим от первоначальной концепции контроллинга, связанной прежде всего с экономическими и финансовыми аспектами деятельности организаций (предприятий), управленческим учётом, вообще от проблем управления хозяйственной единицей, выходим за пределы традиционных экономических наук. Отметим, что организационно-экономические методы мы рассматриваем как математические методы исследования – научную базу искусственного интеллекта [222–225].

Оправданием целесообразности такого расширения тематики контроллинга является то, что во многих областях научной и прикладной деятельности возникает необходимость управления соответствием используемых научных методов поставленным задачам.

Например, в прикладной статистике необходимы правила проверки адекватности используемых расчётных методов реальной ситуации. Разработкой таких правил занимается контроллинг статистических методов (как часть контроллингом организационно-экономических методов), его результаты сле-

дует применять при анализе статистических данных в любой области.

Приведём пример. Одно из правил – анализ данных должен начинаться с выбора (построения) и обоснования вероятностной модели порождения данных. Так, распространённая ошибка состоит в необоснованном принятии модели нормального распределения элементов выборки. Хорошо известно, что распределения реальных данных, как правило, не являются нормальными (гауссовскими). Поэтому необходимо тщательное обоснование возможности использования критериев Стьюдента и Фишера.

Предыстория контроллинга статистических методов – исследования 1980-х годов. Многие базовые идеи содержатся в нормативно-техническом документе [260]. Эта работа выполнена в русле научно-общественного движения, приведшего к созданию Всесоюзного центра статистических методов и информатики Центрального правления Всесоюзного экономического общества (1989) и Всесоюзной статистической ассоциации (1990). Эти организации погибли в результате развала СССР, но полученные в ходе их деятельности научные результаты вошли в учебники XXI в. [220].

Казалось бы, методы управления соответствием используемых методов поставленным задачам (в прикладной статистике – правила проверки адекватности используемых расчётных методов реальной ситуации) должны быть зафиксированы в нормативно-технической документации (например, в ГОСТах). Однако практика показывает опасность подготовки подобной документации неквалифицированными лицами. С подобной ситуацией мы сталкивались при анализе государственных и международных стандартов по статистическим методам управления качеством в 1980-х гг. Как было установлено Рабочей группой из 66 специалистов (15 докторов и 36 кандидатов наук), несколько десятков из них содержали грубые ошибки и в итоге были отменены. Подробнее об этих событиях – в главе «Контроллинг качества» ниже.

Бесспорно, что опираться надо на научные результаты, а не на ошибочные материалы, пусть даже они называются ГОСТами (тем более что в современных условиях любые ГОСТы не являются обязательными). Сомнительные ГОСТы и аналогичные материалы должны быть проанализированы и при обнаружении ошибок отменены. К сожалению, анализ текстов подобных документов требует затрат большого объёма времени квалифицированных специалистов. Из-за отсутствия соответствующей организационной структуры и необходимых ресурсов такой анализ в отношении ряда нормативно-технических документов до сих пор не проведён. Как следствие, подобные материалы, к сожалению, действуют в ряде конкретных областей научной и практической деятельности.

Действующая система разработки государственных и международных стандартов и другой нормативно-технической документации не предусматривает опору на современные научные достижения. Неквалифицированные разработчики могут их игнорировать. С другой стороны, потенциальные эксперты, например, в институтах Российской академии наук, не стремятся к участию в подготовке стандартов и других нормативно-технических документов, поскольку заняты своими собственными исследованиями. Подробнее об этом – в главе «Контролинг качества».

Как быть? По нашему мнению, надо исходить из основополагающего принципа МГТУ им. Н.Э. Баумана «Образование через науку». Кратко говоря, только то, что вошло в учебные программы, передаётся следующим поколениям специалистов. Необходимы изменения в преподавании в разнообразных вузах учебных курсов, посвящённых организационно-экономическим методам, с целью обеспечения их соответствия современным требованиям. Ряд нужных для этого учебников выпущен нами в 2002–2024 гг. [220].

Как следует из данных [220], на 29 июня 2025 г. нами выпущена 71 публикация, в названиях которых есть термин «конт-

роллинг». Они делятся на две части – 41 публикация посвящена использованию организационно-экономических методов для решения задач контроллинга (см., например, [98, 229, 230]), а 30, наоборот, применению идей контроллинга для анализа организационно-экономических методов, т.е. тематике настоящей монографии.

В контроллинг организационно-экономических методов как самостоятельного направления в менеджменте на настоящий момент входят, в частности, такие составляющие: контроллинг статистических методов; контроллинг рисков; контроллинг инфляции; контроллинг качества; контроллинг науки; контроллинг инвестиций. В этот перечень включены те составляющие, в разработку которых автор данной монографии внёс значительный вклад (см. ссылки в [220]). Им составляющим посвящены одноименные главы ниже.

По нашему мнению, контроллинг организационно-экономических методов состоялся как новое научное направление в менеджменте. Получен ряд научных результатов, имеющих научную и практическую значимость. Однако в настоящее время отдельные публикации не увязаны в систему, позволяющую воспринимать контроллинг организационно-экономических методов как единое целое. Поэтому было признано целесообразным подготовить обобщающую научную монографию по контроллингу организационно-экономических методов. В частности, такой вывод сделан по результатам обсуждения доклада [216] на XII международном конгрессе по контроллингу. Такая монография – перед вами. Данная книга является первой в мире монографией по рассматриваемой тематике.

Содержание монографии и благодарности. Конкретные вопросы менеджмента, контроллинга, экономики и нужные для их решения математические результаты рассмотрены в сотнях статей автора данной монографии (см. РИНЦ) и в нескольких десятках книг (см. Приложение «Об авторе»). Предлагаемая читателям монография посвящена «сердцевине» моих работ, базо-

вой составляющей подхода к исследованиям, которая обычно остаётся «за кадром» публикаций, касающихся тех или иных частных вопросов.

В настоящей монографии подведён итог первому этапу развития работ по новому направлению в менеджменте – контроллингу организационно-экономических методов. Основная часть монографии состоит из семи глав. В первой главе рассмотрены основные термины и обсуждается содержание смежных научных областей. Дальнейшие шесть глав посвящены конкретным разделам контроллинга организационно-экономических методов, в развитии которых автор принимал значительное участие. В главе 2 рассмотрен контроллинг статистических методов. Глава 3 посвящена контроллингу рисков. Контроллинг инфляции обсуждается в главе 4. Основные идеи контроллинга качества представлены в главе 5. Для решения проблем управления наукой полезны результаты главы 6 «Контроллинг науки». Заключительной является глава 7 «Контроллинг инвестиций».

По тематике монографии существует огромная литература. По каждому затронутому вопросу имеется масса статей и книг. Чтобы настоящая работа имела разумный объем, я решил отказаться от обзора имеющихся публикаций и, как правило, не разбирать мнения других авторов. Цель монографии – по возможности кратко изложить основы нового научного направления. Краткость изложения частично компенсируется ссылками на источники, среди которых указаны прежде всего статьи и книги автора, содержащие развёрнутое изложение затрагиваемых в монографии вопросов. Комментарии к списку наших научных и методических трудов [220] могут быть полезны в связи с большим числом процитированных публикаций

С целью обеспечения для читателя возможности адекватного восприятия содержания данной монографии в Приложении приведена развёрнутая информация об авторе. Полезно отметить имеющийся у него опыт преподавания таких дисциплин, как «Организационно-экономическое моделирование», «Ме-

менеджмент», «Контроллинг рисков», «Прикладная статистика», «Эконометрика», «Разработка и принятие управленческих решений», «Экономическая теория», «Микроэкономика», «Макроэкономика», «Экономика предприятия» и др.

В своё время автор настоящей работы привёл в систему основные положения таких научных направлений, как эконометрика, прикладная статистика, теория принятия решений. Монографии по этим направлениям названы учебниками, поскольку такое наименование облегчало издание. Они процитированы в сотнях и тысячах научных публикаций, авторы которых тем самым рассматривают их как научные издания (см., например, РИНЦ и Google Академию). Но одновременно эти монографии действительно стали основами соответствующих учебных курсов в Московском государственном техническом университете им. Н.Э. Баумана и других вузах. В настоящей работе мы приводим в систему основные положения такого нового научного направления в менеджменте, как контроллинг организационно-экономических методов.

Включённые в монографию научные результаты, как правило, получены в результате исследований на кафедре «Экономика и организация производства» научно-учебного комплекса «Инженерный бизнес и менеджмент» Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана в рамках научной школы МГТУ им. Н.Э. Баумана по экономике и организации производства. Работа над главой «Контроллинг статистических методов» была начата в рамках Научного совета АН СССР по комплексной проблеме «Кибернетика». Основы положений главы «Контроллинг качества» заложены во время работы во Всесоюзном научно-исследовательском институте стандартизации Госстандарта СССР. В содержании главы «Контроллинг инвестиций» отразилась работа автора на кафедре «Оценка эффективности инвестиционных проектов» Московского физико-технического института.

Искренне благодарен коллегам по кафедре «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана и Объединению контроллеров. Автор пользуется возможностью выразить признательность за совместную работу своим 240 соавторам по различным публикациям, прежде всего сотрудникам Института высоких статистических технологий и эконометрики и Научно-исследовательской лаборатории «Экономико-математические методы в контроллинге» МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Автор благодарен рецензентам – доктору экономических наук, кандидату технических наук, профессору, заведующему кафедрой «Экономика и организация производства» Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана С.Г. Фалько и профессору, доктору экономических наук, кандидату технических наук, профессору кафедры компьютерных технологий и систем Кубанского государственного аграрного университета им. И.Т. Трубилина Е.В. Луценко.

Спасибо сотрудникам издательства за большую работу по подготовке рукописи монографии к изданию.

С базовыми публикациями автора данной монографии (более 20 книг и 200 статей) и текущей научной информацией можно познакомиться на нашем сайте «Высокие статистические технологии» <http://orlovs.pp.ru> и его форуме <https://orlovs.pp.ru/forum>. Для читателей может представить интерес страница Научно-исследовательской лаборатории «Экономико-математические методы в контроллинге» МГТУ им. Н.Э. Баумана <http://www.ibm.bmstu.ru/nil/lab.html>. Эта страница размещена на сайте научно-учебного комплекса «Инженерный бизнес и менеджмент» Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. На сайте кафедры «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана <https://ibm2.ru> размещен ряд наших работ. Достаточно большой объем информации содержит еженедельник «Эконометрика» <http://subscribe.ru/catalog/science.humanity.econometrika>. Он является электронной газетой этой кафедры и выпускается с июля 2000 г.

Автор искренне благодарен разработчику сайтов и редактору электронного еженедельника, коллеге по кафедре «Экономика и организация производства» А.А. Орлову за многолетний энтузиазм. Условия для написания книги создала моя любимая жена Л.А. Орлова. Спасибо!

Автор будет благодарен читателям, если они направят свои вопросы и замечания по адресу издательства или непосредственно автору по электронной почте E-mail: prof-orlov@mail.ru (или поместят их на форуме <https://orlovs.pp.ru/forum> сайта семьи Орловых «Высокие статистические технологии»).

Глава 1. ТЕРМИНЫ И СОДЕРЖАНИЕ СМЕЖНЫХ НАУЧНЫХ ОБЛАСТЕЙ

Многие читатели справедливо настаивают, чтобы используемые в научной публикации термины были определены. Однако есть несколько проблем, связанных с реализацией этого требования. Они рассмотрены в статье [203].

Во-первых, конкретный термин определяется с помощью других терминов, а те, в свою очередь, также должны быть определены. Очевидно, рано или поздно мы приходим к базовым терминам, которые уже не могут быть определены. Точно так же в математике, раскрывая понятия и правила рассуждений, мы приходим к аксиомам. На чем основана уверенность в том, что базовые понятия и аксиомы понимаются всеми одинаково? Обосновать такое предположение обычно не удаётся. В реальной исследовательской деятельности спасает то, что добираются до базовых понятий и аксиом крайне редко.

Во-вторых, авторы многочисленных публикаций приводят разные определения. Возникает естественное желание сопоставить, сравнить их между собой. Однако подобная деятельность трудоёмка, есть опасность попасть в плен современным вариантам схоластики и уйти от решения реальных проблем, практически важных задач.

С точки зрения теории размытых множеств, можно утверждать, что все «мы мыслим нечётко и именно поэтому можем понимать друг друга» [121]. Это утверждение обосновано в первой книге отечественного автора по теории нечёткости – нашей брошюре 1980 г. «Задачи оптимизации и нечёткие переменные» [120], а также в обобщающей статье [218]. Здесь видна и проблема перевода терминов. Термин *fuzzy set* переводят на русский язык как нечёткое, размытое, расплывчатое, туманное, пуши-

тое множество. Лица, сравнительно недавно познакомившиеся с теорией нечётких множеств, иногда именуют эту теорию *нечёткой логикой*, хотя предмет их рассуждений, как правило, не имеет отношения к логике как науке о правилах мышления (т.е. об интеллектуальной деятельности). Логика – лишь одна из сфер применения теории нечёткости. А сколько разных переводов имеет термин *net present value* (см. главу «Контроллинг инвестиций» данной монографии)...

Смена терминологии создаёт у некоторых научных работников и администраторов в области экономики и менеджмента впечатление новизны, позволяющее успешно решать их финансовые и организационные проблемы в области развития науки как социальной системы [202].

Динамика изменения терминологии заслуживает глубокого изучения. Например, с точки зрения Аристотеля, «экономика – это наука о том, как управлять хозяйством» [3]. Поскольку обычно полагают, что менеджмент посвящён управлению в социально-экономической области, то, согласно Аристотелю, экономика – это и есть менеджмент. Далее, в современных условиях управленческие решения принимают на основе совместного анализа пяти групп факторов – социальных, технологических, экономических, экологических, политических. Следовательно, экономика – составная часть менеджмента, в то время как согласно нормативным документам ВАК, менеджмент – лишь одна из экономических наук.

В качестве второго примера кратко обсудим термин «нейросетевые методы». Сейчас этот термин весьма популярен. Как мы констатировали в [202], под нейросетевыми методами понимают разнообразные математические методы (и созданные на их основе алгоритмы и программные продукты), построенные по аналогии с представлениями о работе сетей нервных клеток живых существ. Как известно, прототипы таких методов были построены в середине прошлого века, опираясь на свойства процессов мышления, протекающих в мозге человека. Осно-

воположники нейросетевых методов попытались смоделировать эти процессы. Естественно, что они исходили из знаний того времени. Отметим, что в настоящее время хорошо известно, что человеческий мозг работает иначе, чем предполагают энтузиасты нейросетей.

Для решения каких задач применяют нейросетевые методы? Их обычно используют для построения правил классификации (другими словами, диагностики, дискриминации, распознавания образов). Исходные данные – обучающие выборки. Теория математической статистики позволяет сравнивать алгоритмы классификации по качеству. Для задач диагностики целесообразно проводить сравнение на основе прогностической силы алгоритма (см., например, [144]). Оказывается, что нейросетевые методы во многих случаях не дают оптимальных решений.

Так, обсудим базовую задачу диагностики (в простейшей формулировке). Необходимо принять решение о том, к какому из двух классов отнести вновь появившийся объект. Для каждого такого класса имеется обучающая выборка. Установлено (см., например, [144]), что следует принимать решение, исходя из непараметрических оценок плотностей вероятностей, рассчитанных для классов с помощью анализа обучающих выборок. Этот метод является оптимальным при больших объёмах обучающих выборок (здесь речь идёт об асимптотическом утверждении при безграничном росте объёмов выборок). Ни один нейросетевой алгоритм не может дать лучшего результата, чем этот метод статистики нечисловых данных.

Приходится констатировать, что мода на нейросети приводит к тому, что оптимальные методы и алгоритмы не используются. Просто потому, что забыты, их место среди интеллектуальных инструментов специалистов заняли нейросети. Одна из причин такой забывчивости – ограниченность возможностей мозга человека воспринимать, осмысливать и применять информацию. Очевидно, что указанное обстоятельство снижает

эффективность технологических решений, разрабатываемых в области искусственного интеллекта.

На основе анализа конкретных методов заключаем [202], что нейросети, методы распознавания образов, и, например, генетические алгоритмы, – другие названия ряда разделов прикладной статистики (статистических методов анализа данных), которые разрабатываются с давних времён, задолго до нынешней моды на указанные термины (см. также [21]). Усилиями журналистов и публицистов, не очень разбирающихся в идеях и научных результатах прикладной статистики, новая терминология оказалась в центре внимания научной общественности. Это произошло по вненаучным причинам, которые выявлены в заключительной части статьи [202].

В настоящей главе рассмотрим основные термины, используемые в настоящей монографии. А именно, термины «менеджмент», «контроллинг», «модели», «методы», «искусственный интеллект», «организационно-экономическое моделирование». Затем обсудим пять типовых этапов решения практических задач в области экономики и управления и применение организационно-экономического моделирования в контроллинге.

1.1. Менеджмент

В англо-русском словаре [312] есть слова *manage* (заведовать, руководить), *manager* (заведующий, правитель), *management* (управление). Программы по автоматическому переводу переводят на английский язык русский термин «управление» как «менеджмент».

Термин «менеджмент» уже много лет как вошёл в русский язык (в конце XX в). Он не является точным синонимом русскому термину «управление». Управлять можно не только заводом, но и автомобилем или ракетой. Менеджмент – всегда управление людьми. Причём управляет человек (а не компьютер или светофор). Поэтому широко используется термин «автоматическое

управление», но бессмысленно говорить об «автоматическом менеджменте».

Термин «управление» обозначает совокупность скоординированных мероприятий, направленных на достижение поставленных целей [239, с. 5]. Известные специалисты В. Зигерт и Л. Ланг дают такое определение: «Управление – это такое руководство людьми и такое использование средств, которое позволяет выполнять поставленные задачи гуманным, экономичным и рациональным путём» [46]. К этому надо добавить, что целеполагание, т.е. выбор целей и формулировка задач, также относится к управлению. Более того, целеполагание – одна из основных обязанностей менеджеров, особенно первых руководителей.

Термин «менеджмент» имеет несколько значений [142, 212]. Перечислим их.

1. Менеджмент – вид трудовой деятельности. Управление – это умственный труд, в результате которого осуществляется процесс управления. Коротко говоря, процесс управления – это непрерывное осуществление последовательных действий от прогноза предстоящей деятельности, постановки цели и разработки способов её достижения до анализа фактического результата выполнения управленческих решений [90, с. 12].

2. Менеджментом называют сам процесс управления, со всеми его функциями, методами и средствами. Процесс менеджмента предполагает выполнение определённых функций. Таких, как прогнозирование, планирование, создание организационных структур, командование, координация, стимулирование (мотивация) деятельности, контроль и анализ. Для реализации той или иной функции применяют различные методы. Например, прогнозировать можно с помощью статистических и/или экспертных методов. При этом могут быть использованы соответствующие технические средства – компьютеры, программные продукты, Интернет, средства связи и др. Менеджмент объединяет различные составляющие управленческой деятельности в единое целое.

3. Менеджмент – это орган управления, например, совокупность подразделений аппарата управления, объединяющего менеджеров. Другими словами, менеджментом называют организационную структуру, предназначенную для управления той или иной организацией, регионом, страной.

4. Под менеджментом понимают категорию людей, профессионально занимающихся управлением, работающих на должностях, входящих в аппарат управления.

5. Менеджмент – это научная дисциплина, посвящённая проблемам, возникающим тогда, когда люди управляют людьми. Другими словами: менеджмент – научная дисциплина, посвящённая осмыслению практики реального управления людьми, подразделениями, организациями, регионами, государствами. В России менеджмент обычно рассматривается как одна из экономических наук. В номенклатуре научных специальностей Высшей аттестационной комиссии РФ (ВАК), по которым присуждаются учёные степени, есть научная специальность 5.2.6 «Менеджмент» (одна из шести специальностей по экономическим наукам). Проводятся научно-исследовательские работы и конференции, выпускаются журналы и книги, защищаются диссертации по менеджменту.

6. Менеджмент как научная дисциплина опирается на практику управления. Соответственно под менеджментом иногда понимают практику реального управления и ее осмысление.

7. Менеджмент – это не только наука, но и искусство управления. Управленческая наука даёт скорее общие ориентиры, чем конкретные инструкции на каждый конкретный акт управления. Реальное управление, особенно оперативное – скорее искусство, чем наука. Менеджеру необходимы не только знания, но и интуитивное понимание людей, которыми он управляет.

8. Наконец, менеджмент – это учебная дисциплина, посвящённая управлению. В России менеджменту учат всех студентов экономических специальностей. О нем рассказывают будущим инженерам, геологам, медикам, социологам и др. Все чаще с менеджментом знакомят и школьников.

Все рассмотренные понимания термина «менеджмент» (а их число можно значительно увеличить) отнюдь не противоречат друг другу. Наоборот, они тесно связаны между собой и раскрывают разные стороны обсуждаемого понятия [90].

Термин «менеджмент» включён в Большую российскую энциклопедию [269]. Многочисленные определения собраны в статье [272].

Приведём несколько примеров найденных в Интернете определений. Как пишет И. Блинов, «менеджмент – это управление людьми и ресурсами для достижения нужных результатов. С его помощью организуют деятельность компании, налаживают рабочие процессы, контролируют их выполнение. Эти и другие функции менеджмента нацелены на повышение эффективности труда и финансовых показателей бизнеса» [8]. Менеджмент – это искусство управления [248]. Менеджмент – это искусство и наука управления работой и ресурсами для достижения целей организации [246]. Написанные мною тексты последующие авторы иногда включают в свои сочинения без каких-либо ссылок [310].

Все рассмотренные понимания термина «менеджмент» (а их число можно значительно увеличить) отнюдь не противоречат друг другу. Наоборот, они тесно связаны между собой и раскрывают разные стороны обсуждаемого понятия.

Менеджер – кто это? В соответствии со словарём [312] менеджеры – это начальники, которые управляют подчинёнными, т.е. руководители. Среди них – бригадиры, заведующие секторами и другие линейные руководители. Другой тип начальников – руководители предприятий и организаций, органов государственной власти и муниципального самоуправления. Их называют «топ-менеджерами» (по англ. top-managers) – высшими менеджерами. Между линейными менеджерами и топ-менеджерами обычно имеется среднее звено – начальники цехов, отделов, служб. Среднее звено командует линейными менеджерами и подчиняется топ-менеджерам.

Особая роль топ-менеджеров состоит в том, что именно они принимают окончательные решения и определяют цели предприятия или организации. Остальные менеджеры выполняют их решения.

Напомним, что согласно статье 132 Гражданского кодекса Российской Федерации (ГК РФ) «предприятием как объектом прав признается имущественный комплекс, используемый для осуществления предпринимательской деятельности» [32].

Менеджерами называют не только управляющих, но и управленцев, т.е. лиц, участвующих в управлении. К ним относятся, например, заместители и помощники управляющих. У таких работников может не быть подчинённых. Они работают с людьми, которые подчиняются их общим начальникам. Управленцы выполняют те или иные функции управления, которые им поручены.

В настоящее время менеджерами иногда называют и ещё одну категорию работников, профессиональная деятельность которых состоит в постоянных контактах с людьми. Должности таких работников именуются, например, «офис-менеджер» или «менеджер торгового зала». Подчинённых у таких «менеджеров» нет.

Каждый – сам себе менеджер. Любой человек, за исключением младенцев и лежащих больных, вынужден управлять своими делами, планировать и распределять своё время. Основным ресурс каждого из нас – время. Можно им распорядиться с пользой, можно потратить без какого-либо результата. Рационально управлять своими делами – своей производственной деятельностью и своей жизнью в целом – основа успеха для любого из нас.

Другими словами, каждый человек в определённой степени является менеджером. Он управляет самим собой. Из этого следует, что знание основ менеджмента полезно каждому.

Однако термин «менеджер» обычно противопоставляется термину «исполнитель». Другими словами, в обычном словоупотреблении «менеджер» – это руководитель, у которого есть

хотя бы один непосредственный подчинённый или которому делегирована часть полномочий вышестоящего руководителя.

Менеджеры и предприниматели. Предпринимателями называют тех инициативных граждан, кто на свой страх и риск предпринимает какие-либо хозяйственные действия, например, с целью получения прибыли.

В соответствии со статьёй 23 ГК РФ «гражданин вправе заниматься предпринимательской деятельностью без образования юридического лица с момента государственной регистрации в качестве индивидуального предпринимателя». Гражданин может создать юридическое лицо, например, общество с ограниченной ответственностью (статья 87 ГК РФ). В соответствии со статьёй 48 ГК РФ «юридическим лицом признается организация, которая имеет в собственности, хозяйственном ведении или оперативном управлении обособленное имущество и отвечает по своим обязательствам этим имуществом, может от своего имени приобретать и осуществлять имущественные и личные неимущественные права, нести обязанности, быть истцом и ответчиком в суде. Юридические лица должны иметь самостоятельный баланс или смету».

Таким образом, каждый гражданин может заниматься предпринимательской деятельностью, причём используя различные юридические (организационно-правовые) формы. Предприниматель принимает на себя все последствия своей деятельности, как прибыли, так и убытки.

Предприниматель, который имеет наёмных работников, очевидно, является топ-менеджером. Если же предприниматель работает в одиночку, назвать его менеджером можно только условно, хотя он в своей деятельности решает ряд задач управления.

Являются ли предпринимателями наёмные менеджеры? Очевидно, нет, поскольку они не отвечают своим имуществом за результаты деятельности. Это не значит, что они не имеют права проявлять инициативу, осуществлять те или иные изменения.

Просто оценка их деятельности идёт в других формах, чем для предпринимателей.

Обратимся теперь к промежуточной ситуации, когда менеджер является одним из собственников предприятия. Сложность положения менеджера заключается в необходимости действовать солидарно со своими совладельцами. Нет свободы манёвра по сравнению с классическим предпринимателем – единоличным владельцем. Такой менеджер должен раздваиваться, играя сразу две роли – собственника и наёмного управляющего. Например, как собственник он заинтересован в увеличении дивидендов и уменьшении фонда оплаты труда и фонда развития производства. А как управляющий он заинтересован в прямо противоположном – в уменьшении дивидендов, увеличении фонда развития производства (как организатор производства) и увеличении своей зарплаты (как наёмный работник).

Итак, с полным правом назвать предпринимателя менеджером, а менеджера – предпринимателем можно только тогда, когда речь идёт о единоличном владельце предприятия, который сам им управляет и имеет наёмных работников. В современных условиях такая ситуация достаточно редка и встречается в основном в малом и среднем бизнесе. Мир XXI века – это мир менеджеров и исполнителей, а не мир предпринимателей.

Развитие представлений о менеджменте. Любая целенаправленная деятельность предполагает управление. Бесспорно, что каждое живое существо управляет собой, своими мышцами и органами. Поэтому можно сказать, что менеджмент и жизнь нераздельны. Живые существа, живущие совместно, создают более или менее сложные организационные системы, с помощью которых осуществляется управление. Это выяснили биологи, изучавшие поведение животных – обезьян, львов, кошек, птиц [80].

В сообществах людей всегда присутствовало управление. Главы семейств, вожди родов и племён, советы старейшин играли и играют большую роль во всех видах первобытных

человеческих обществ. При появлении государств проблемы управления вышли на первый план. Отметим, что сразу же с момента появления письменности появились (и дошли до нас) записи менеджеров о проблемах управления – деловые документы, рассуждения и учебная литература. Так, древнегреческий философ Платон (в традиционной хронологии – родился в 428 или 427 г. и умер в 348 или 347 г. до н.э.) во многих своих сочинениях обсуждал вопросы менеджмента. Например, в обширной книге «Государство» [252] он сконструировал идеальную систему управления государством. Его идеи активно обсуждаются и в настоящее время.

Большую известность и практическое использование получила книга «Государь» итальянского политического мыслителя, историка и писателя Никколо Макиавелли (1469–1527). Он видел главную причину бедствий Италии в ее политической раздробленности, которую способна преодолеть лишь сильная государственная власть. Ради упрочения государства Макиавелли считал допустимыми любые средства.

На Руси в XVI в. был создан «Домострой» – замечательный учебник по управлению хозяйством и домом.

Большой вклад в менеджмент внесли полководцы, генералы и офицеры. Методы управления войсками проверялись самым жёстким образом – в сражении с противником. «Наука побеждать» генералиссимуса Александра Васильевича Суворова (1730–1800) должна быть настольной книгой у менеджера, желающего выйти победителем в схватке с конкурентами.

Разработка методов управления производством стала актуальной с того момента, как появилось разделение труда в ходе единого технологического процесса. Очевидно, такое разделение труда необходимо при выполнении крупных проектов, например, строительстве дворцов, кораблей, крепостей, пирамид. Революционной оказалась идея стандартизации. Создание кирпича – стандартного элемента строительных конструкций – позволило резко поднять производительность в ходе строи-

тельных работ. Разделение труда – основа мануфактур. Они составляли основу производства в XVI–XVIII в. В силу узкой специализации работников и орудий труда мануфактуры способствовали углублению общественного разделения труда и подготовили переход к машинному производству.

Научная школа менеджмента. Начало современного периода развития менеджмента приходится на конец XIX – начало XX в. К менеджменту, прежде всего к управлению производством, стали относиться как к предмету научного изучения. Стали тщательно анализироваться бизнес-процессы, прежде всего технологические процессы, в том числе движения работников во время труда. Цель такого анализа – повышение производительности путём рационализации трудового процесса.

Бурный рост промышленности привёл к значительной активизации работ по организации производства. Начальной точкой является создание в Московском императорском техническом училище (ныне – Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана) «русского метода обучения ремёслам». Он был основан на тщательном анализе процессов выполнения тех или иных операций и конструировании наиболее рациональных рабочих процедур. «Русский метод обучения ремёслам» получил международное признание, завоевав высшие награды на выставках в Вене (1873), Филадельфии (1876), Париже (1878). По «русской системе» были созданы школы ручного труда в Вашингтоне, Чикаго, Толедо, Балтиморе и Филадельфии. Система получила распространение в Германии, Австрии, Франции, Швеции [287]. Дальнейшее развитие привело к созданию целого направления – научной организации труда (НОТ). Важные результаты в этом направлении науки и практики получены американцем Ф.У. Тейлором (1856–1915), русским А.К. Гастевым (1882–1941) и многими другими учёными и практиками в области производственного менеджмента.

Большой вклад в менеджмент внёс американский инженер и промышленник Генри Форд (1863–1947). Он построил систему

организации производства, основанную на сверхспециализации рабочих, максимальном дроблении операций технологического процесса и расположении технологического оборудования и рабочих мест в строгом соответствии с последовательностью выполняемых операций. Им введена невиданная ранее форма организации производственного процесса – поточная линия. Используемая Г. Фордом впервые в 1913 г. в виде ленточного конвейера такая линия оказалась чрезвычайно эффективной для условий массового производства. Она позволила резко сократить цикл изготовления автомобилей, снизить затраты на их производство [113].

Административная школа менеджмента примыкает к научной школе. Она ориентирована на управление организациями, регионами, странами.

Принципиально важный вклад в менеджмент внёс французский учёный и практик Анри Файоль (1841–1925). В 1888 г. он возглавил одну из крупных компаний Франции, находившейся на грани банкротства, и превратил ее в эффективно действующее прибыльное предприятие. Этот успех был достигнут благодаря разработанным А. Файолем принципам управления, которые позже, в 1916 г., он изложил в книге «Общее и промышленное управление» [286].

Среди государственных деятелей первой половины XX в. было немало выдающихся правителей (согласно словарю – менеджеров). Среди них наиболее замечательных результатов добился Иосиф Виссарионович Сталин (1879–1953). Многолетний руководитель Великобритании Уинстон Черчилль (1874–1965) кратко, но ёмко описал результаты его деятельности: «Он принял Россию с сохой, а оставил оснащённой атомным оружием» [309].

Президент США Франклин Делано Рузвельт (1882–1945) четыре раза избирался на этот пост. Он вывел свою страну из наиболее сильного за всю историю США экономического кризиса 20-х – 30-х годов XX в. – из «великой депрессии». Это – триумф государственного управления рыночной экономикой.

В менеджменте 30–50-х годов XX в. видную роль играла **школа человеческих отношений**. Наиболее видным представителем этого направления являлся Элтон Мейо (1880–1949), австралиец по происхождению. Наибольшую известность ему принесло пятилетнее исследование Хавторнских предприятий Western Electric Company в Чикаго. Оно привело к более полному осознанию и пониманию «человеческого фактора» в производстве, в частности, роли «неформальной группы» как отдушины для стремлений работников. Была установлена важность адекватной системы коммуникаций, прежде всего каналов передачи информации от работников к управляющим. Процитируем Мейо: «Менеджер добивается успехов или терпит поражение в той пропорции, в которой он безоговорочно принимается группой как власть и лидер».

Кибернетика – основа управления. Большое влияние на развитие исследований в области управления в целом и менеджмента в частности оказало появления в 1948 г. книги американского математика Норберта Винера (1894–1964) «Кибернетика, или управление и связь в животном и машине» [19]. Через два года вышла его книга «Кибернетика и общество» [20]. Началось мощное научное движение, ключевые слова которого – кибернетика, исследование операций, системный анализ, математическое моделирование, оптимальное управление, принятие решений, экспертные оценки и др. Оно до сих пор определяет лицо современной науки об управлении. В нашей стране огромную роль в развёртывании исследований по кибернетике сыграл академик АН СССР адмирал-инженер Аксель Иванович Берг (1893–1979). С 1950-х годов до последних дней жизни он возглавлял Научный Совет АН СССР по комплексной проблеме «Кибернетика».

Один из вождей отечественного кибернетического движения академик РАН Никита Николаевич Моисеев (1917–2001) в своей книге [95] приводит ряд фактов, позволяющих проследить историю кибернетических идей. В частности, он обращает

внимание на книгу профессора Бронислава Трентовского «Отношение философии к кибернетике как искусству управления народами», вышедшую в Познани в 1843 г. (за 105 лет до книги Н. Винера) на польском языке. Для образованных людей XIX в. слово «кибернетика» было вполне понятно. Оно означало систему взглядов, знаний, навыков, которой должен был обладать управляющий для того, чтобы эффективно управлять людьми и ресурсами, находящимися в его распоряжении. Большой вклад в кибернетику в целом и в теорию систем в частности внесли отечественные учёные – член Петербургской академии наук Евграф Степанович Фёдоров (1853–1919) и особенно Александр Александрович Богданов (1873–1928), деятель российского революционного движения, врач, философ, экономист (настоящая фамилия – Малиновский). С 1926 г. – организатор и директор Института переливания крови. Погиб, производя на себе опыт. Основное сочинение А.А. Богданова – трёхтомная «Всеобщая организационная наука (тектология)». Первый том напечатан в 1913 г. Полностью книга выходит в 1925–1929 г.

Многие идеи кибернетики были известны задолго до Н. Винера (хотя сам он об этом скорее всего и не догадывался). Почему же именно книга Н. Винера послужила толчком к развитию работ по теории управления, а не работы Трентовского, Фёдорова, Богданова? Одно из возможных объяснений – «Кибернетика» Винера появилась вовремя, после второй мировой войны, когда стали выделять большие ресурсы на развитие науки (это было реакцией правительств на продемонстрированное в Хиросиме и Нагасаки значение науки для практики).

В конце 50-х годов XX в. школа человеческих отношений перешла в школу «поведенческих» наук, или **бихевиористскую школу** (от англ. behaviour – поведение). Наиболее яркими её представителями были американские социальные психологи Ренсис Лайкерт (1903–1981), Дуглас Макгрегор (1906–1964) и Абрахам Маслоу (1908–1970). Они считали, что эффективность управления в фирме следует повышать воздействием на каж-

дого человека в отдельности с помощью различных видов стимулирования. Работы представителей этой школы явились основой для относительно самостоятельной области менеджмента – управления персоналом. Наиболее известна «пирамида потребностей Маслоу», согласно которой потребности человека удовлетворяются в следующем порядке: физиологические потребности; потребности в безопасности; социальные потребности (любовь, дружба, принадлежность к группе); потребности в уважении (признании и самоутверждении); потребности в самореализации (самовыражении). Из научных результатов бихевиористской школы вытекает, что люди трудятся не только из-за денег, а потому материальное стимулирование не является панацеей, отнюдь не всегда позволяет поднять эффективность работы. Согласно исследованиям Фредерика Герцберга (университет штата Юта, США) размер вознаграждения относится к так называемым гигиеническим факторам. В обычных условиях наличие гигиенических факторов воспринимается как естественное и не оказывает мотивационного воздействия. Однако отсутствие гигиенических факторов ведёт к неудовлетворённости трудом. Другими словами, величина оплаты труда может побудить уйти с работы, но не может стимулировать повышение производительности, особенно если вознаграждение фиксировано (повременная оплата).

Менеджмент на современном этапе. Теория и практика управления продолжают развиваться. Укажем две «точки роста».

Интенсивно ведутся работы по теории активных систем, согласно которой участники системы не просто реагируют на управляющие воздействия, но сами проявляют активность [13]. Модель активной системы определяется заданием, в частности, множеств допустимых действий участников этой системы – управляющих органов и управляемых субъектов, их целевых функций и той информации, которой они обладают на момент принятия решений. При классификации задач управления

в организационных системах естественно исходит из того, какая компонента управляемой системы целенаправленно меняется. Выделяют институциональное управление (изменение множеств допустимых действий), мотивационное управление (изменение целевых функций), информационное управление (изменение объёмов информации, которую участники системы используют при принятии решений).

В нашей стране бурно развивается теория и практика контроллинга. Так называют современную концепцию системного управления организацией, в основе которой лежит стремление обеспечить её долгосрочное эффективное существование [56, 65, 306]. Методы контроллинга – это методы информационно-аналитической поддержки принятия решений на предприятии (в организации). Активно работает Объединения Контроллеров и его журналы «Контроллинг» и «Инновации в менеджменте», проводится подготовка специалистов (бакалавров, магистров) по контроллингу.

Широко ведутся фундаментальные научные исследования по различным направлениям теории управления и менеджменту. Их центрами являются Институт проблем управления РАН и Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана. Интересные работы проводятся в различных организациях (см., например, [85]).

1.2. Контроллинг и современные технологии управления

Как уже говорилось, современный этап развития менеджмента – это контроллинг. На английском языке control – это «управлять», а суффикс -ing образует существительные от глаголов и указывает на процесс или действие. Термин «controlling» можно перевести как «процесс управления». На обложке журнала «Контроллинг» приведён подзаголовок «Технологии управления».

Термин «контроллинг» не получил в нашей стране такого широкого распространения, как термин «менеджмент». Скорее всего, из-за того, что стал использоваться позже. Значение терминологии для развития науки рассмотрено в работе [202]. Зачастую исследования проводятся в соответствии с методологией контроллинга, но в публикациях термин «контроллинг» не используется. В таких случаях естественно говорить о «скрытом контроллинге», в отличие от «явного контроллинга», в относящихся к которому работам этот термин присутствует [175].

По нашему мнению, кратко можно сказать так: контроллинг – это менеджмент на современном этапе.

Обсудим содержание научной области «контроллинг» [172].

Система контроллинга – это система информационно-аналитической поддержки процесса принятия управленческих решений в организации. Исполнительный директор «Объединения контроллеров» проф., д.э.н. С.Г. Фалько констатирует: «Сегодня контроллинг в практике управления российских предприятий понимается как «система информационно-аналитической и методической поддержки по достижению поставленных целей»» [64].

Контроллер разрабатывает правила принятия решений, руководитель принимает решения, опираясь на эти правила. В работах [140; 152] нами обоснована концепция «контроллинга методов». Инновации в сфере управления основаны, в частности, на использовании новых адекватных организационно-экономических (другими словами, экономико-математических и статистических) методов. Контроллинг в этой области – это разработка и применение процедур управления соответствием используемых и вновь создаваемых (внедряемых) организационно-экономических методов поставленным задачам. Таким образом, методология контроллинга [65, 289] имеет большое практическое значение в любой области, в которой действия (операции) необходимо осуществлять в соответствии с определёнными правилами (регламентами, стандартами, инструк-

циями). Обоснованием является констатация того, что в любой такой области необходимы разработка и применение процедур управления соответствием используемых и вновь создаваемых (внедряемых) правил задачам, поставленным перед организацией.

Приведём несколько цитат, раскрывающих содержание понятия «контроллинг».

Контроллинг – ориентированная на достижение целей интегрированная система информационно-аналитической и методической поддержки руководителей в процессе планирования, контроля, анализа и принятия управленческих решений по всем функциональным сферам деятельности предприятия [111].

Контроллинг – это весь процесс по установлению целей, планированию и регулированию в области финансов и производства. Контроллинг охватывает такие виды деятельности, как принятие решений, разработка определений и правил, регулирование [273, с. 57–58].

Контроллинг содержит комплекс задач по планированию, регулированию и наблюдению. Согласно современному подходу контроллинг может интерпретироваться как информационное обеспечение ориентированного на результат управления предприятием [306, с. 108]. Контроллинг – система интегрированного информационного обеспечения, планирования и контроля (там же, с. 773).

Отечественных специалистов в области контроллинга объединяет некоммерческое партнёрство «Объединение Контроллеров» [111], исполнительным директором которого является проф. С.Г. Фалько. Объединение выпускает научные журналы «Контроллинг» и «Инновации в менеджменте». Его членами подготовлено большое число научных публикаций по контроллингу (см. прежде всего монографии и учебники [56, 64–68, 247, 289, 291]). Например, в учебнике [247] предложена авторская классификация видов контроллинга, рассматриваются теоретические и практические аспекты создания корпоративных ин-

формационных систем. В указанных работах уделено внимание информационной логистике, которая в современных условиях может сыграть ведущую роль в обеспечении прибыльности предприятия, а также контроллингу инноваций, инструментам оперативного и стратегического контроллинга; даны рекомендации по разработке и внедрению системы контроллинга на предприятии с учётом уровня существующей системы управления.

Предмет контроллинга как самостоятельной научной дисциплины анализирует С.Г. Фалько [288]. Ряд различных определений понятия «контроллинг» обсуждает А.А. Кораблёва [69]. Философию, теорию и методологию контроллинга тщательно рассматривает В.С. Чугунов [311].

В РИНЦ по запросу «контроллинг» (данные на 11.04.2025) найдена 2771 публикация. География публикаций охватывает практически всю Россию. Приведём несколько примеров. Издания по контроллингу выпущены в Воронеже [41], Омске [261], Ростове-на-Дону [314], Санкт-Петербурге [277].

1.3. Модели, методы, искусственный интеллект

Понятие «модель» заслуживает подробного обсуждения. Приведём определения ряда авторов.

Модель в общем смысле (обобщённая модель) есть создаваемый с целью получения и (или) хранения информации специфический объект (в форме мысленного образа, описания знаковыми средствами либо материальной системы), отражающий свойства, характеристики и связи объекта-оригинала произвольной природы, существенные для задачи, решаемой субъектом [105].

Модель (model) – образ некоторой системы; аналог (схема, структура, знаковая система) определённого фрагмента природной или социальной реальности, «заместитель» оригинала в познании и практике. Моделирование (modeling, simulation) –

метод исследования объектов познания на их моделях, построение моделей реально существующих предметов и явлений [279].

Модель (франц. *modèle*, от лат. *modulus* – мера, мерило, образец, норма) – аналог (схема, структура, знаковая система) определённого фрагмента природной или социальной реальности, создания человеческой культуры, концептуально-теоретического образования и т.п. – оригинала модели. Этот аналог служит для хранения и расширения знания (информации) об оригинале, конструирования оригинала, преобразования или управления им. С гносеологической точки зрения модель – это «представитель», «заместитель» оригинала в познании и практике. Результаты исследования модели при определённых условиях, выясняемых в логике и методологии и специфических для различных областей и типов модели, распространяются на оригинал [7].

Мысленно представленная или материально реализуемая система, которая отражает объект исследования и способна его замещать для получения новой информации об объекте [319].

Модель представляет собой систему, исследование которой служит средством получения информации о другой системе [283]. При этом под системой понимают множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, которое образует определённую целостность, единство [267].

Термин «модель» (фр. *Modèle*) происходит от латинского слова *modulus* – мера, образец. В общем случае, модель – это объект, в достаточной степени повторяющий свойства моделируемого объекта (прототипа), существенные для целей конкретного моделирования, и опускающий несущественные свойства, в которых он может отличаться от прототипа. Модель – любой образ, аналог (мысленный или условный: изображение, описание, схема, чертёж, график, карта и т.п.) какого-либо объекта, процесса или явления («оригинала» данной модели) [198].

Остановимся на пути цитирования. Видно, что между шестью приведёнными выше формулировками нет противоречий,

все они – об одном и том же. Можно привести многочисленные определения различных авторов, но в этом, на наш взгляд, нет необходимости.

В наших учебниках по теории принятия решений мы используем первое из приведённых выше определений понятия «модель». Отметим, что для принятия решений наиболее полезны модели, которые выражаются словами, а также формулами, алгоритмами и иными математическими средствами. Часто полезны графические средства – чертежи, диаграммы, блок-схемы.

Как отмечает О.Ю. Савельев, «любая модель представляет собой метафорическое воспроизведение предмета или явления, которое с целью практического использования целесообразно представлять в виде иерархии: компьютерной, формальной, концептуальной и ментальной моделей. Нарушение логического соответствия уровней иерархической логики модели приводит к ложным результатам процесса моделирования» [266]. Понятие эскизной модели, нацеленной на изучение отдельных сторон явления, разработано В.В. Налимовым [102].

Приведём несколько определений понятия «метод».

Метод (от греч. μέθοδος – путь исследования, теория, учение) – в широком смысле способ достижения какой-либо цели, решения конкретной задачи; совокупность приёмов или операций практического или теоретического освоения (познания) действительности. Метод предполагает определённую последовательность действий на основе чётко осознанного плана. Тем самым метод противостоит различным формам нерефлексивного поведения, неконтролируемым автоматизмам и т.п. Каждая сфера человеческой деятельности имеет свои специфические методы (метод художественного творчества, метод обработки информации, метод ведения войны и т.д.) [54].

Метод (от греч. methodos – путь, способ исследования, обучения, изложения) – совокупность приёмов и операций познания и практической деятельности; способ достижения опре-

делённых результатов в познании и практике. Применение того или иного метода определяется целью познавательной или практической деятельности, предметом изучения или действия и условиями, в которых осуществляется деятельность [92].

Метод (греч. *methodos* – путь к чему-либо, прослеживание, исследование) – способ достижения цели, совокупность приёмов и операций теоретического или практического освоения действительности, а также человеческой деятельности, организованной определённым образом. Метод в науке – это также и заданный сопряжённой гипотезой путь учёного к постижению предмета изучения [107].

Метод (от греч. *μέθοδος* – «путь сквозь») – систематизированная совокупность шагов, которые необходимо предпринять, чтобы выполнить определённую задачу или достичь определённой цели. Также методом называют способ постижения истины. Систематизированная совокупность шагов обычно оформляется в виде нормативно-методического документа (методических указаний, инструкции и т.п.) или алгоритма, включённого в корпоративную информационную систему (программный продукт). Метод разрабатывают на основе той или иной организационно-экономической модели (хотя для формального применения метода знание модели не всегда необходимо) [199].

Как и в случае с понятием «модель», приведённые определения понятия «метод», как и многие другие, которые можно найти в литературе, отличаются лишь словесным оформлением, поскольку говорят об одном и том же. Конкретные методы рассматриваются в контексте соответствующей научной или прикладной области. Так, в научной специальности «Математические, статистические и инструментальные методы в экономике» используют метод наименьших квадратов, методы моментов и максимального правдоподобия (для оценивания параметров), метод линеаризации (для нахождения предельных распределений статистик) и др.

Иногда говорят не только о моделях и методах, но и об инструментах, например, о современных интеллектуальных инструментах экономики и менеджмента [203]. Термины с составляющей «инструмент» используются достаточно часто. В РИНЦ по запросу «инструменты менеджмента» приводятся 10333 публикации, по запросу «интеллектуальные инструменты» – 39655, по запросу «интеллектуальные инструменты экономики и менеджмента» – 10575 (по состоянию на 12.04.2025). Сущность, функции и классификации инструментов и методов менеджмента предприятий обсуждаются в [58]. Пишут, что «инструменты менеджмента» – это средства, применяемые для постановки целей предприятия и их осуществления, совокупность различных методов и моделей управления организацией для достижения поставленных целей и задач. Таким образом, базовыми являются термины «модель» и «метод», рассмотренные выше. Широкое использование термина «инструмент» объясняется традицией, а не сутью дела.

В настоящее время термин «искусственный интеллект» является весьма популярным, особенно у журналистов. Научное содержание этого термина требует обсуждения.

По нашему мнению, искусственный интеллект – это кибернетика на современном этапе. История кибернетики, современное состояние и перспективы развития тщательно проанализированы в книге Д.А. Новикова [108]. В середине XX в. кибернетика и вычислительная техника – в центре внимания. Затем появился термин «информатика», который заметно потеснил термин «кибернетика», особенно в преподавании (в средней школе есть предмет «информатика», но нет предмета «кибернетика»). Позже стали говорить об Интернете, информационно-коммуникационных технологиях [88]. В настоящее время популярны термины «искусственный интеллект», «цифровая экономика» [78], «нейросети» [211]. Как всегда, литература оказалась впереди науки и техники. Фантасты с середины XX в. многократно обсуждали проблемы роботов, киборгов, андроидов,

искусственного интеллекта. Сейчас – новый всплеск интереса к этой тематике. Проблемы, рассмотренные основоположником кибернетики Н. Винером в 1954 г. в книге «Кибернетика и общество» [20], перешли в практическую плоскость [89].

Важной представляется выявленная нами тенденция к смене терминологии [202], в ходе которой ранее разработанные модели, методы и целые научные дисциплины получают новые названия. Такая смена облегчает получение финансирования, создание новых организационных структур. При этом из-за «информационного барьера» [225] ранее полученные научные результаты уходят из поля зрения новых поколений исследователей и забываются. Понятие «информационного барьера» естественно рассматривать в рамках экономики внимания [26, 39, 315].

Примером смены терминологии является весьма популярное в настоящее время словосочетание «искусственный интеллект» [89, 322, 324, 337]. Его понимают по-разному. Приведём определение из «Национальной стратегии развития искусственного интеллекта на период до 2030 года». В ней принято следующее определение (п. 5а):

«... искусственный интеллект – комплекс технологических решений, позволяющий имитировать когнитивные функции человека (включая поиск решений без заранее заданного алгоритма) и получать при выполнении конкретных задач результаты, сопоставимые с результатами интеллектуальной деятельности человека или превосходящие их. Комплекс технологических решений включает в себя информационно-коммуникационную инфраструктуру, программное обеспечение (в том числе в котором используются методы машинного обучения), процессы и сервисы по обработке данных и поиску решений» [284].

Кратко говоря, под когнитивными функциями человека понимают способность головного мозга понимать и обрабатывать новую информацию и вспоминать прошлые знания. В настоящее время в перечень ВАК научных специальностей включены специальности:

1.2.1. «Искусственный интеллект и машинное обучение»,
5.12.1. «Междисциплинарные исследования когнитивных процессов»;

5.12.4. «Когнитивное моделирование».

В приведённом выше определении искусственного интеллекта не говорится прямо про научную основу «комплекса технологических решений». По нашему мнению, в социально-экономической области в качестве такой основы можно и нужно использовать:

- организационно-экономическое моделирование;
- теорию принятия решений (включая экспертные оценки);
- статистические методы анализа данных (включая прикладную статистику, в том числе статистику нечисловых данных (нечисловую статистику));
- экономико-математические методы исследования.

Автор занимается проблемами искусственного интеллекта около полувека (первые статьи напечатаны в 1972 г.) [220]. Основные полученные нами научные результаты включены в серию из трёх монографий серии «Искусственный интеллект», посвящённых нечисловой статистике [194], экспертным оценкам [195], статистическим методам анализа данных [196].

Необходимо добиться, чтобы научная основа «комплекса технологических решений», т.е. искусственного интеллекта, соответствовала современному уровню развития науки. Отметим, что современные обсуждения различных проблем искусственного интеллекта зачастую напоминают дискуссии середины XX в. о кибернетике. Единственное отличие – термин «искусственный интеллект» заменил термин «кибернетика». Безобидна ли игра с терминами? Директор Института проблем управления академик РАН Д.А. Новиков обоснованно считает, что «вокруг искусственного интеллекта складывается очень тревожная структура знаний и компетенций» [21]. Он также считает: «...искусственный интеллект является очень вредным термином, потому что для обывателей он создаёт иллюзию

действительно чего-то сравнимого с человеком. Определений искусственного интеллекта есть тысячи, но, если взять какой-нибудь нормативный документ нашего правительства, программу по развитию искусственного интеллекта, то там будет сказано, что искусственный интеллект – это нечто, имитирующее деятельность человека. Определение очень туманное, и нет чётких границ, что относить к искусственному интеллекту. ... Можно сказать, что с точки зрения теории управления искусственный интеллект – это раздел математики. Традиционно есть несколько областей науки, как правило – методов прикладной математики, которые считают относящимися к искусственному интеллекту».

Краткий перечень таких областей науки приведён нами выше.

1.4. Организационно-экономическое моделирование

Развитие научно-технического прогресса ставит перед инженерами и экономистами новые задачи. В 2005 г. в вузах РФ была введена новая учебная специальность 220701 «Менеджмент высоких технологий», относящаяся к тогда же введённому направлению подготовки дипломированных специалистов 220700 «Организация и управление наукоёмкими производствами». Для новой специальности понадобились новые учебники, основанные на последних научно-технических разработках, подкреплённых практическим опытом [61, с. 6]. «Менеджмент высоких технологий» – специальность, которая предусматривает подготовку инженеров-менеджеров для управления производственно-технологическими процессами на крупных наукоёмких предприятиях, а также на предприятиях малого и среднего бизнеса. Научно-образовательные аспекты подготовки кадров по этой специальности широко обсуждались (см., например, [72]).

В учебный план подготовки по этой специальности была включена дисциплина «Организационно-экономическое моде-

лирование». Разработка содержания этой дисциплины была поручена автору настоящей монографии. Был подготовлен наш трёхтомный учебник «Организационно-экономическое моделирование», изданный в МГТУ им. Н.Э. Баумана в 2009–2012 гг. [144, 146, 149]. Мы исходили из следующего определения:

«Организационно-экономическое моделирование – научная, практическая и учебная дисциплина, посвящённая разработке, изучению и применению математических и статистических методов и моделей в экономике и управлении её субъектами, прежде всего промышленными предприятиями и их объединениями».

Практически то же содержание вкладывается в часто используемые термины «экономико-математические методы и модели» и «математические и статистические методы экономики». Почему мы выбрали термин «организационно-экономическое моделирование»? Во-первых, потому, что считаем экономику частью менеджмента, составляющая нашего термина «организационно» как раз и соответствует менеджменту. Во-вторых, следовало уйти от составляющей «математические», т.е. от математики как научной области, посвящённой доказательству теорем и тем самым далёкой от решения практических задач. Тем не менее все три варианта названия рассматриваемой дисциплины рассматриваем как синонимы.

Соответственно, организационно-экономические методы – методы, основанные на организационно-экономических моделях.

Существенные области организационно-экономического моделирования – теория принятия решений, прикладная статистика и другие статистические методы, эконометрика, теория и практика экспертных оценок. Организационно-экономическое моделирование и только что перечисленные её области преподаются на факультете «Инженерный бизнес и менеджмент» Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана и в других вузах.

Чтобы подчеркнуть взаимозаменяемость (синонимичность) терминов, далее в этом разделе будем об экономико-математических моделях и методах (ЭММиМ), как в [148, 199].

Каждую конкретную экономико-математическую модель и основанные на ней методы можно рассматривать с двух сторон – со стороны практики производственно-хозяйственной деятельности предприятий и организаций (на рис. 1 – взгляд слева) и со стороны математики и информационных технологий (на рис. 1 – взгляд справа). При взгляде справа основное внимание уделяется «внутренним» (прежде всего внутриматематическим) свойствам методов и моделей, численным методам нахождения решений и соответствующему алгоритмическому и программному обеспечению. При взгляде слева рассматривают методологию и организационно-экономические основы ЭММиМ, организацию их внедрения и практического использования.

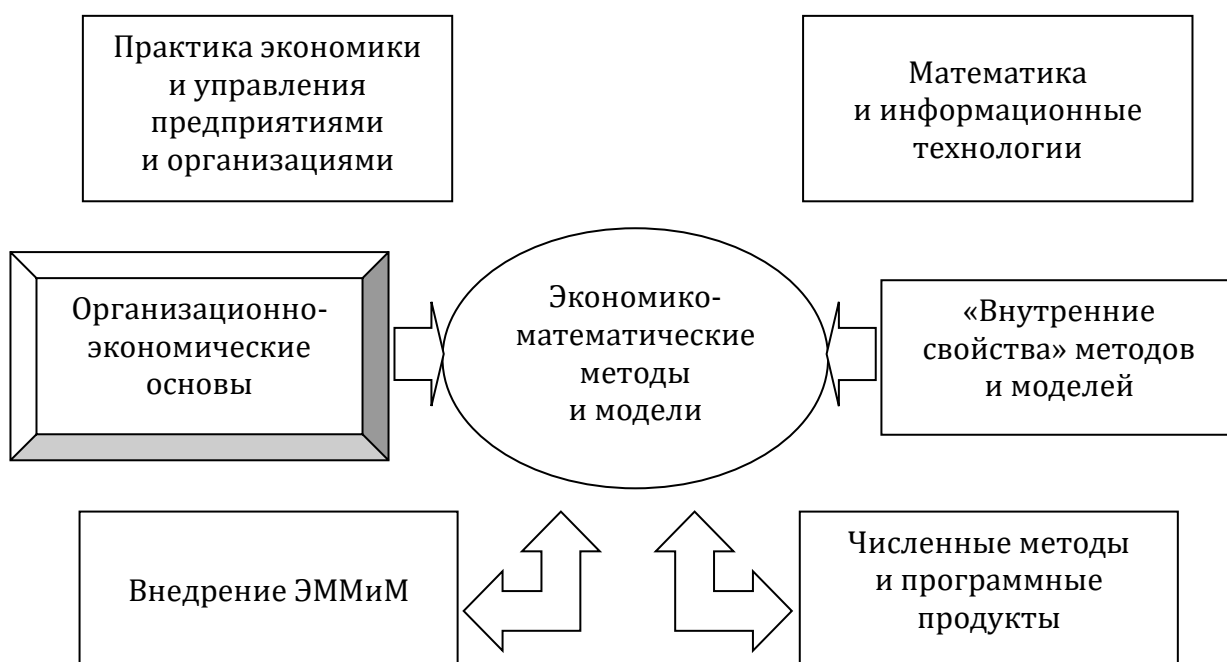


Рис. 1. Две стороны экономико-математических методов и моделей

Можно образно сказать, что взгляд слева – это взгляд организатора производства, мастера участка цеха, отвечающего за реализацию технологического процесса, а взгляд справа – это взгляд инструментальщика, отвечающего за технологическую

оснастку. В терминах работы с компьютером: взгляд слева – это взгляд пользователя, а взгляд справа – это взгляд программиста, специалиста по вычислительной технике.

Рассмотрим в качестве примера такой интеллектуальный инструмент, как математическое программирование. При взгляде слева для решения тех или иных задач экономики и управления, прежде всего задач планирования, выбирают этот инструмент, в его терминах строят модель организационно-экономического явления или процесса. Выделяют величины, которые необходимо получить (параметры оптимального плана, объективно обусловленные оценки ресурсов и др.), а проведение расчётов возлагают на внешних специалистов (чаще – на ранее разработанные такими специалистами программные продукты). При взгляде справа доказывают теоремы (например, теорему Куна – Таккера), разрабатывают алгоритмы решения задач математического программирования (например, симплекс-метод для решения задач линейного программирования) и создают программные продукты.

Можно сказать, что при взгляде справа основное внимание уделяется разработке конкретных методов и моделей как самостоятельных сущностей, как отдельных «кирпичиков» здания организационно-экономической науки, а при взгляде слева начинаем с архитектуры, с проектирования здания, а затем выбираем необходимые для реализации замысла материалы – конкретные методы и модели.

Очевидно, что взгляды слева и справа образуют диалектическое единство, не могут существовать друг без друга.

В настоящей монографии основной упор сделан на взгляд слева. Выделяем четыре уровня научно-исследовательских работ – методологический, теоретический, методический и прикладной (рис. 2). Под методологией согласно [109] понимаем учение об организации деятельности. В монографиях [148, 199] ведём работу на методологическом уровне, основные идеи

прорабатываем на теоретическом, отдельные примеры доводятся до методического и прикладного уровней.

Методологический уровень Как ставить задачу (как организовать моделирование)? Основные идеи метода	
Теоретический уровень Проработка основных идей, доказательство теорем	
Методический уровень Разработка методик, алгоритмов, программных продуктов, рекомендаций по практическому использованию	
Прикладной уровень Практическое использование: адаптация и применение разработанного метода при решении конкретных практических задач	

Рис. 2. Уровни научно-исследовательских работ

Пример утверждения на методологическом уровне: при росте числа слагаемых распределение суммы независимых случайных величин приближается к нормальному (общая схема Центральной предельной теоремы). Теоремы, обосновывающие это утверждения, доказывались на протяжении более 200 лет – от начала XVIII в. (Муавр) до 30-х годов XX в. (Линдеберг, Феллер). На методическом уровне необходимо установить, при каком числе слагаемых можно с достаточной для практики точностью заменить допредельное распределение предельным. Например, при конструировании алгоритма получения псевдослучайных чисел с нормальным распределением. На прикладном уровне датчик псевдослучайных чисел (как составляющая имитационной модели) используется для выбора оптимальных параметров бизнес-процесса.

Задача – модель – метод – интерпретация – условия применимости. Применение экономико-математического моделирования при разработке инструментария модернизации (с целью повышения эффективности) систем управления пред-

приятными предполагает последовательное осуществление трёх этапов исследования. Первый – от исходной практической проблемы до теоретической (математической) задачи. Второй – внутриматематическое изучение и решение этой задачи. Третий – переход от математических выводов обратно к практической проблеме.

Математизация различных областей науки – характерная черта её современного развития. Однако при построении математических моделей всегда принимаются предпосылки, упрощающие действительность. «Познание есть отражение человеком природы. Но это не простое, не непосредственное, не цельное отражение, а процесс ряда абстракций, формирования, образования понятий, законов, etc., каковые понятия, законы, etc. (мышление, наука = «логическая идея») и охватывают условно, приблизительно универсальную закономерность вечно движущейся и развивающейся природы». (Процитированы «Философские тетради» В.И. Ленина [75]. Сама мысль восходит к Гегелю.) Поэтому любую модель, предлагаемую для практического использования, необходимо исследовать на устойчивость относительно допустимых отклонений (изменений, колебаний) предпосылок модели и исходных данных.

Математизация знаний приводит и к тому, что для одного и того же явления или процесса можно предложить много моделей, для обработки одного и того же массива данных можно использовать много различных методов. Следовательно, нужны критерии для выбора наиболее адекватных моделей и алгоритмов. Одним из таких критериев и является требование устойчивости [119, 199].

При обсуждении методологических вопросов ЭММиМ целесообразно выделять цепочку из пяти последовательно решаемых проблем:

ЗАДАЧА – МОДЕЛЬ – МЕТОД – ИНТЕРПРЕТАЦИЯ –
– УСЛОВИЯ ПРИМЕНИМОСТИ.

Можно записать эту цепочку интеллектуальных действий в более развёрнутом виде:

**ПРАКТИЧЕСКАЯ (ПРИКЛАДНАЯ) ЗАДАЧА – ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ – МЕТОД РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ
В РАМКАХ МОДЕЛИ – ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ
В ТЕРМИНАХ ПРИКЛАДНОЙ ОБЛАСТИ – ИЗУЧЕНИЕ УСЛОВИЙ
ПРИМЕНИМОСТИ МОДЕЛИ И МЕТОДА**

Обсудим каждую из выделенных составляющих [135].

Задача, как правило, порождена потребностями той или иной прикладной области. Разрабатывается одна из возможных математических формализаций реальной ситуации. Например, при изучении предпочтений потребителей и построении сегментации рынка возникает вопрос: различаются ли мнения двух групп потребителей. При математической формализации мнения потребителей в каждой группе обычно моделируются как независимые случайные выборки, т.е. как совокупности независимых одинаково распределённых случайных величин, а вопрос маркетологов переформулируется в рамках этой модели как вопрос о проверке той или иной статистической гипотезы однородности. Так, речь может идти об однородности характеристик, например, о проверке равенства математических ожиданий, или о полной (абсолютной однородности), т.е. о совпадении функций распределения, соответствующих двух совокупностям.

Если задача ставится в той или иной практической области, то организационно-экономическая (экономико-математическая) модель представляет собой математическую структуру, т.е. относится к математике.

Модель может быть порождена также обобщением потребностей (задач) ряда прикладных областей. Приведённый выше пример иллюстрирует эту ситуацию: к необходимости проверки гипотезы однородности приходят и специалисты по организации производства при сопоставлении результатов обработки деталей двумя способами, и т.д. Таким образом, одна и та же

математическая модель может применяться для решения самых разных по своей прикладной сущности задач.

Метод, разрабатываемый и используемый в рамках определённой математической модели – это уже во многом, если не в основном, дело математиков. В эконометрических моделях речь идёт, например, о методе оценивания, о методе проверки гипотезы, при теоретическом анализе – о методе доказательства той или иной теоремы и т.д. В первых двух случаях алгоритмы разрабатываются и исследуются математиками, но используются прикладниками, в то время как метод доказательства касается лишь самих математиков.

Отнюдь не все модели и методы непосредственно связаны с математикой. В организационно-экономических исследованиях широко используются графические модели описания спроса и предложения, равновесных цен. Предпочтения потребителей могут быть выявлены различными методами – выборочным опросом потребителей, путём наблюдения за их поведением, с помощью различных экспертных процедур. Ясно, что для решения той или иной задачи в рамках одной и той же принятой исследователем модели может быть предложено много методов.

Интерпретация – это возврат к практике, например, рассмотрение результатов внутриматематических расчётов в терминах прикладной области. Другими словами, речь идёт о переходе от математики к практике.

Наконец, рассмотрим последний элемент пятёрки – условия применимости. При использовании математической модели он – полностью внутриматематический. С точки зрения математики замена условия (кусочной) дифференцируемости некоторой функции на условие её непрерывности может оказаться существенным научным достижением, в то время как экономист или менеджер оценить это достижение не смогут. Для них, как и во времена Ньютона и Лейбница, непрерывные функции мало отличаются от (кусочно) дифференцируемых. Точнее, они оди-

наково хорошо (или одинаково плохо) используются для описания и решения реальных проблем.

Точно так же прикладник (экономист или управленец) не сможет оценить внутриматематическое достижение, состоящее в переходе от конечности четвертого момента случайной величины к конечности дисперсии. Поскольку результаты реальных измерений получены с помощью некоторого прибора (средства измерения), шкала которого конечна, то прикладник априори уверен, что все результаты измерений заведомо лежат на некотором отрезке (т.е. финитны). Он с некоторым недоумением наблюдает за математиком, который рассуждает о конечности тех или иных моментов – для прикладника они заведомо конечны.

Практические следствия методологии моделирования.

Она приводит к определённым выводам. Например, ЭММиМ могут разрабатываться на основе конечных вероятностных пространств. Бесконечные вероятностные пространства могут при этом рассматриваться как удобные математические схемы. Их роль – давать возможность более легко и быстро получать полезные утверждения для конечных вероятностных пространств. Из сказанного вытекает, в частности, что различные параметрические семейства распределений (нормальные, логарифмически нормальные, экспоненциальные, Коши, Вейбулла – Гнеденко, гамма-распределений, бета-распределений и др.) приобретают статус не более чем удобных приближений для распределений на конечных вероятностных пространствах. При таком подходе теряет свою парадоксальность тот эмпирически не раз проверенный факт, что распределение погрешностей измерений, как правило, не является гауссовым [138].

В качестве другого примера рассмотрим методы оценивания параметров. По традиции в учебниках по теории вероятностей и математической статистике много внимания уделяется оценкам максимального правдоподобия. Однако столь же хорошие асимптотические свойства имеют одношаговые оценки, более простые с вычислительной точки зрения [138].

При разработке ЭММиМ целесообразно опираться на теорию измерений, в частности, на концепцию шкал измерения. Установлено, какими алгоритмами статистического анализа данных можно пользоваться в той или иной шкале, в частности, для усреднения результатов наблюдений. Так, для данных, измеренных в порядковой шкале, некорректно вычислять среднее арифметическое. В качестве средних величин для таких данных можно использовать порядковые статистики, в частности, медиану.

Статистические методы исследования часто опираются на использование современных информационных технологий. В частности, распределение статистики можно находить методами асимптотической математической статистики или путём статистического моделирования [141].

Приведённые примеры показывают пользу методологических соображений в деятельности разработчика ЭММиМ.

Глава 2. КОНТРОЛЛИНГ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

Статистические методы, и прежде всего прикладная статистика, – важнейшая часть организационно-экономических методов. Поэтому необходимо развитие контроллинга статистических методов. В статье [193] в качестве его исходного положения рассмотрена смена парадигм прикладной статистики – изменения основ общепринятой модели действий в этой области. Современная парадигма основана на непараметрической и нечисловой статистике. В отличие от параметрической статистики, в непараметрической статистике элементы выборки с числовыми значениями предполагаются имеющими произвольную непрерывную функцию распределения. К настоящему времени центральной областью прикладной статистики стала статистика нечисловых данных, позволяющая единообразно подходить к анализу статистических данных произвольной природы.

Необходима разработка системы требований к статистическим моделям и методам при их создании, применении и преподавании, в том числе при их описании в публикациях. Прежде всего должна быть представлена и обоснована вероятностно-статистическая модель порождения данных.

В прикладной статистике необходимы правила проверки адекватности используемых расчётных методов реальной ситуации. Разработкой таких правил занимается контроллинг статистических методов, его результаты применимы при анализе статистических данных в любой области. Одно из правил – анализ данных должен начинаться с выбора (построения) и обоснования вероятностной модели порождения данных. Так, распространённая ошибка состоит в необоснованном принятии модели нормального распределения элементов выборки. Хорошо известно, что распределения реальных данных, как правило, не

являются нормальными (гауссовскими). Поэтому необходимо тщательное обоснование возможности использования критериев Стьюдента и Фишера. Основные идеи контроллинга статистических методов опубликованы в наших работах [193, 213, 330].

Истоки этого направления наших исследований относятся к 1980-х годам. Ряд базовых идей контроллинга статистических методов содержится в нормативно-техническом документе [260]. Эта работа выполнена в русле научно-общественного движения, приведшего к созданию Всесоюзного центра статистических методов и информатики Центрального правления Всесоюзного экономического общества (1989) и Всесоюзной статистической ассоциации (1990). Хотя перечисленные организации погибли в результате развала СССР, но полученные в русле этого научно-общественного движения научные результаты вошли в учебники XXI в. (см. [220]).

Согласно контроллингу статистических методов, непараметрическая статистика предпочтительнее параметрической. Потому были разработаны и изучены различные непараметрические оценки плотности распределения вероятностей в пространствах общей природы. Необходимо учитывать размытость математических объектов, применять статистику интервальных данных, статистику нечисловых данных, теорию нечёткости. Статистические методы должны соответствовать шкалам измерения. Требуется обсуждения использование компьютеров при анализе статистических данных. И т.д.

Настоящая глава посвящена обсуждению базовых идей контроллинга статистических методов. Он устанавливает основные требования к методам статистической обработки данных, их характеристики, которые должны быть отражены в нормативно-технической, методической и справочной документации (далее – НТД), а также требования к оформлению результатов обработки данных. Рекомендации контроллинга статистических методов предназначены для сотрудников организаций и предприятий (объединений) всех отраслей народного хо-

зяйства, разрабатывающих и применяющих научные методы и НТД, связанные со статистической обработкой данных, в том числе с использованием компьютеров. Примером конкретизации требований контроллинга статистических методов в конкретных ситуациях служит статья [185], в которой их анализ идёт на примере задач классификации.

Требования и рекомендации по описанию и использованию статистического анализа в исследованиях обсуждаются в научной литературе, хотя и сравнительно довольно редко (см., например, [76, 271]).

2.1. Вероятностно-статистические методы и методы анализа данных

Применение рекомендаций контроллинга статистических методов позволяет повысить научно-технический уровень НТД, дать критерии сравнения методов обработки данных и выбора из них наиболее соответствующего конкретной задаче, обеспечить сопоставимость результатов ранее проведённого и повторного прикладного статистического исследования. Рекомендации применяют:

- при выборе методов статистической обработки данных для включения в НТД;
- при описании этих методов в НТД;
- при описании результатов их применения для обработки конкретных данных.

В прикладной статистике используют вероятностно-статистические методы и методы анализа данных со следующими составляющими:

- модель исходных данных (вероятностная или детерминированная);
- цель обработки данных и вид принимаемого решения;
- алгоритм расчётов (правила получения выводов).

Каждая из составляющих методов обработки данных является относительно самостоятельной. Например, рассмотрим

вероятностную модель исходных данных, согласно которой результаты наблюдений являются реализациями независимых одинаково распределённых случайных величин, с функцией распределения, входящей в параметрическое семейство. Для этой модели рассматривают задачи точечного или интервального оценивания (значения параметра, математического ожидания, квантиля порядка 0,1 и т.д.) и задачи проверки гипотез (например, гипотез о значении параметра или о его попадании в некоторую область). В каждом из этих случаев цели обработки данных различны, равно как и вид принимаемых решений. Если же цель обработки данных фиксирована, то для её достижения могут применяться различные методы (алгоритмы). Например, точечную оценку параметра можно определять методами моментов, максимального правдоподобия, одношаговых оценок, несмещённых оценок и др. [138, 200].

Вероятностно-статистические методы должны удовлетворять следующим основным требованиям:

- наличие адекватной вероятностной модели явления;
- использование результатов математической статистики;
- адекватность относительно допустимых преобразований шкал измерения;
- возможность установления точности получаемых результатов и выводов.

Вероятностно-статистические методы применяют для получения обоснованных научных и практических выводов.

Если метод обработки данных не удовлетворяет хотя бы одному из перечисленных выше основных требований, он является методом анализа данных. Такие методы применяются для предварительного (разведочного) анализа и (или) предварительной формулировки принимаемого решения. Выводы предварительного анализа и (или) принимаемое решение должны быть обоснованы с помощью профессиональных методов рассматриваемой отрасли народного хозяйства (например, на основе опыта эксплуатации соответствующего технологического

оборудования или процесса) или с помощью вероятностно-статистических методов обработки данных. Примерами методов анализа данных являются графические методы, методы кластер-анализа, многомерного шкалирования, ряд методов анализа качественных признаков (например, изложенные в [93]).

Целесообразность использования методов анализа данных для предварительного анализа основана на их большей наглядности и меньшей трудоёмкости. Применение методов анализа данных оправдано, если нет необходимости переносить выводы с обследованной совокупности на более широкую. В настоящее время ряд методов обработки данных приходится рассматривать как методы анализа данных, поскольку свойства этих методов недостаточно изучены в рамках математической статистики.

Если для обработки конкретных данных можно использовать метод анализа данных и вероятностно-статистический метод, то на стадии обоснования статистического вывода следует выбрать и применять вероятностно-статистический метод.

При разработке НТД по статистическим методам обработки данных необходимо установить и указать следующие характеристики используемых методов:

- степень выполнения основных требований (см. выше);
- устойчивость выводов по отношению к допустимым отклонениям исходных данных и предпосылок модели;
- возможность последовательного (друг за другом) применения методов статистической обработки данных;
- оптимальность (в указанном в НТД смысле) метода статистической обработки данных;
- трудоёмкость;
- наглядность.

Как исключение, указывают на отсутствие сведений об определённой характеристике, например: «Устойчивость не изучалась».

Разработку НТД следует рассматривать как научно-исследовательскую работу, при выполнении которой метод обработки данных при необходимости изучается теоретически и экспериментально (например, с помощью метода статистических испытаний). В частности, если для решения прикладной задачи имеются лишь методы анализа данных, то целесообразно изучить их свойства на основе вероятностной модели с целью разработки вероятностно-статистических методов решения этой задачи.

2.2. Требования к построению и обоснованию адекватной вероятностной модели явления

В настоящее время теория вероятностей рассматривается как часть математики. Общепринятой является аксиоматика теории вероятностей, предложенная А.Н. Колмогоровым в 1933 г. [62]. Аксиоматическая теория вероятностей пришла на смену концепции Р. Мизеса, в которой теория вероятностей рассматривалась как естественнонаучная дисциплина, а вероятность определялась как предел частоты. Понятия «статистического ансамбля», «статистической однородности», «статистической устойчивости» относятся к частотной концепции. Аксиоматическая теория вероятностей не требует для своего применения обязательной возможности проведения «большого числа опытов». В частности, вероятностной моделью может быть описано поведение уникального объекта.

Приведём пример уникального объекта, поведение которого описывается вероятностной моделью. Поместим пылинку в воду. Теория броуновского движения предсказывает, что движение пылинки должно описываться так называемым винеровским процессом. Пусть $w(t)$ – функция, выражающая зависимость одной из координат пылинки от времени t . Можно ли по одной траектории $w(t)$ проверить вероятностную модель? Ответ – да. Для этого достаточно вычислить приращения за один

шаг $X_1 = w(1)$, $X_2 = w(2) - w(1)$, $X_3 = w(3) - w(2)$, ... Если вероятностная модель верна, то $X_1, X_2, X_3, \dots$ – независимые случайные величины со стандартным нормальным распределением (с математическим ожиданием 0 и дисперсией 1). Нормальность распределения проверяют с помощью критериев согласия (см., например, [145]).

Наличие «статистического ансамбля», «статистической однородности», «статистической устойчивости» достаточно для возможности применения вероятностных методов, но не является необходимым. Условие применимости вероятностно-статистических методов – не «статистическая устойчивость», а наличие адекватной вероятностной модели явления.

Вероятностную модель реального явления (функционирования технологического оборудования, получения результатов эксперимента, течения заболевания и т.д.) следует считать заданной, если рассматриваемые величины и связи между ними выражены с помощью понятий теории вероятностей.

При необходимости переноса выводов с обследованной совокупности объектов на более широкую совокупность следует построить адекватную вероятностную модель и применять вероятностно-статистические методы.

Вероятностные модели могут задавать как правила отбора единиц совокупности в выборку, так и вероятностное описание свойств отобранных единиц. Более широкая совокупность, на которую переносятся сделанные по выборке выводы, может быть как реально существующей (например, партия изделий), так и идеальной (мысленной), которая используется в вероятностной модели явления или процесса (например, совокупность возможных значений контролируемого параметра).

В вероятностной модели выборки результаты наблюдений $x_1, x_2, \dots, x_n$ рассматриваются как реализации независимых одинаково распределённых случайных величин $X_1, X_2, \dots, X_n$. При этом результаты наблюдений $x_1, x_2, \dots, x_n$ могут быть числами, векторами (элементами конечномерных пространств), функ-

циями, объектами нечисловой природы (бинарными отношениями – ранжировками, разбиениями, толерантностями и др.); множествами; нечёткими множествами; измерениями в качественных шкалах (шкалах наименований и порядка; и т.д.).

Примечание. Специфика исследуемого реального явления может потребовать использования более сложной модели выборки, когда выборочные (т.е. наблюдаемые) значения $X_1, X_2, \dots, X_n$ зависимы и (или) неодинаково распределены и (или) цензурированы, и т.д.

Математическая статистика основана на теории вероятностей. Основные понятия этих научных дисциплин используем в соответствии со справочниками [145, 258] и энциклопедией [17]. В этих книгах рассмотрены понятия случайной величины со значениями в пространстве произвольной природы, её распределения, независимости случайных величин и т.д. Подчеркнём, что значениями случайных величин могут быть не только действительные числа, но и вектора, функции, множества и различные виды объектов нечисловой природы.

Запросы прикладных исследований привели к необходимости обработки статистических данных неклассического вида, т.е. к необходимости развития статистики нечисловых данных, известной также как нечисловая статистика и статистика объектов нечисловой природы [144, 194]. Под объектами нечисловой природы понимают элементы нелинейных пространств, в частности, бинарные отношения (толерантности, разбиения, ранжировки и др.), результаты парных и множественных сравнений, множества, нечёткие множества [120], измерения в шкалах, отличных от абсолютных, тексты и т.д. В статистике нечисловых данных такие задачи математической статистики, как описание данных, оценивание, проверка гипотез, рассматриваются для результатов наблюдений, являющихся объектами нечисловой природы. Статистика нечисловых данных находит применение в различных областях технических исследований, в экономике, управлении, организационных системах, медици-

не, психологии, социологии и других областях [144, 194]. Она является важной составной частью системной нечёткой интервальной математики – нового направления в теоретической и прикладной математике [227, 228].

Различным аспектам разработки и применения статистических методов посвящены миллионы публикаций, в том числе сотни работ автора настоящей монографии (см. сводку [220]). Укажем здесь лишь наиболее важную, на наш взгляд, монографию по классической математической статистике [9]. Развитию статистических методов в нашей стране посвящена часть 1 монографии [79].

Для обоснования вероятностной модели выборки необходимо проверить с помощью статистических критериев независимость и одинаковую распределённость результатов наблюдений, либо обосновать эти свойства наблюдений условиями их проведения. Статистические критерии независимости и одинаковой распределённости рассмотрены, например, в [25]. Выбор конкретного критерия зависит от вида альтернативной гипотезы. Вероятностную модель выборки целесообразно обосновывать, исходя из условий проведения наблюдений – независимости их проведения (здесь «независимость» в общенаучном смысле, а не в смысле теории вероятностей), одинаковых условий для всех наблюдений. Следует иметь в виду, что по ограниченному числу результатов наблюдений невозможно достоверно установить независимость или одинаковую распределённость, поэтому не рекомендуется применять статистические критерии, если соображения прикладной области приводят к сомнению утверждения о справедливости рассматриваемой вероятностной модели выборки.

Вероятностные модели выборки, в которых функция распределения результатов наблюдений принадлежит определённому параметрическому семейству, применяют, когда вид параметрического семейства обоснован теоретически (из соображений прикладной области) и согласие опытного (эмпирического)

распределения с параметрическим семейством проверено с помощью статистических критериев. Распределения реальных данных, как правило, не являются нормальными (гауссовскими).

Установление того, что в некоторой прикладной области можно рассматривать как выборку из определённого параметрического семейства, является фундаментальным результатом, имеющим большое научное и практическое значение, поскольку это позволяет применять более эффективные методы оценивания и более мощные критерии проверки статистических гипотез. Так, в многих случаях изучаемую случайную величину можно рассматривать как совокупный результат действия многих малых причин. Если эти причины действуют аддитивно, то в силу Центральной предельной теоремы распределение изучаемой случайной величины близко к нормальному. Если мультипликативно – то к логарифмически нормальному. Длительность промежутка между последовательными разладками станка (или отказами аппаратуры) целесообразно приближать экспоненциально распределённой случайной величиной, если есть основания полагать, что имеется много независимых между собой причин отказа. Распределение Вейбулла – Гнеденко появляется, когда поведение системы определяется минимумом или максимумом описывающих её параметров [29]. Исходя из некоторой системы аксиом, А.Н. Колмогоров установил, что распределение размеров частиц при дроблении является логарифмически-нормальным [63].

По имеющемуся объёму экспериментальных данных отнюдь не всегда удаётся отличить одно семейство распределений от другого. Так, максимум модуля разности функций нормального распределения и наиболее близкого к нему логистического распределения не превосходит 0,01, а потому для различения этих распределений требуется несколько тысяч наблюдений [138, 200].

Вероятностная модель является параметрической, если все используемые в ней распределения вероятностей задаются k

действительными числами, причём k , называемое размерностью модели, не зависит от объёма выборки. Если распределения вероятностей нельзя задать указанным способом, то вероятностная модель является непараметрической, а основанные на ней статистические методы – непараметрическими. Применение непараметрических методов в параметрических моделях обычно нецелесообразно, поскольку параметрические методы, использующие специфику модели, обычно имеют более хорошие статистические свойства. Изучение параметрических методов в рамках непараметрических моделей необходимо, в частности, для определения степени устойчивости статистических выводов по отношению к допустимым отклонениям исходных данных и предпосылок модели.

Наряду с непараметрическими моделями проверки гипотез разработаны непараметрические методы оценивания. В частности, непараметрической оценкой математического ожидания является выборочное среднее арифметическое. В силу закона больших чисел эта оценка является состоятельной. Асимптотические доверительные интервалы могут быть построены на основе Центральной предельной теоремы, а остаточный член оценён с помощью неравенства Берри – Эссеена [258].

Если нет достаточных оснований для принятия параметрической модели, следует применять непараметрические статистические методы. При неизвестном виде распределения данных не допускается применять распределение конкретного вида (нормальное, равномерное и др.). Исключение составляют случаи, когда минимаксными или иными методами удаётся найти распределение, которое в рассматриваемой статистической ситуации ведёт к наибольшим средним потерям.

Специальный вид альтернативной гипотезы при проверке статистических гипотез должен быть строго обоснован. При отсутствии подобного обоснования следует рассматривать альтернативную гипотезу общего вида.

Так, для проверки гипотезы однородности двух независимых выборок, т.е. гипотезы о том, что функции распределения элементов двух выборок совпадают, иногда используют критерий Вилкоксона (Манна – Уитни). Этот критерий обоснован для модели, в которой функции распределения двух независимых выборок отличаются только сдвигом. Возможность применения этой модели при обработке конкретных данных должна быть обоснована. Если обоснования нет, то для обработки данных необходимо использовать не критерий Вилкоксона, а какой-либо критерий, состоятельный при альтернативе общего вида, например, двухвыборочный критерий Н.В. Смирнова или критерий типа омега-квадрат Лемана – Розенблатта [143, 217].

2.3. Требования к результатам математической статистики

Основаниями для результатов (правил, алгоритмов) математической статистики, связанных с распределениями статистик, являются:

- предельные теоремы;
- предельные теоремы с оценкой остаточных членов;
- точные распределения при конечных объёмах выборок.

Предельные теоремы необходимо использовать тогда, когда неизвестно распределение рассматриваемой статистики при конечном объёме выборки и выбор статистического метода опирается на асимптотическую теорию. В частности, оценки параметров должны быть состоятельными и, по возможности, несмещёнными и эффективными.

Требование несмещённости не является необходимым. Широко используемые оценки максимального правдоподобия и одношаговые оценки, как правило, являются смещёнными, но при увеличении объёма выборки смещение стремится к 0.

Методы, опирающиеся только на предельные теоремы, лишь незначительно превосходят по обоснованности методы анализа

данных. При разработке НТД целесообразно изучить скорость сходимости методом статистических испытаний. Если это невозможно, то в НТД в связи со скоростью сходимости должны быть даны точные ссылки на публикации либо даны явные указания на то, что о точности аппроксимаций нет сведений.

Предельные теоремы с оценкой остаточных членов используют для установления точности аппроксимаций. Показателем точности аппроксимаций для методов проверки гипотез является относительное отклонение уровня значимости от номинального. Показателем точности аппроксимаций для методов оценки параметров является относительное отклонение доверительной вероятности от номинальной.

Номинальный уровень значимости – уровень, который используется в предельной теории и задаётся в НТД. Он может отличаться от уровня значимости критерия, в частности, из-за того, что распределение статистики этого критерия при конечном объёме выборки может отличаться от предельного распределения. Уровень значимости критерия может отличаться от номинального также из-за дискретности распределения статистики критерия. Так, в работе [9] приведены уровни значимости критерия Смирнова для конкретных объёмов выборок, соответствующие обычно применяемым значениям уровня значимости (0,05, или 0,01, или 0,1, и т.д.).

Наиболее предпочтительными для использования при обработке данных и включения в НТД являются вероятностно-статистические методы, основанные на точных распределениях рассматриваемых статистик при конечных объёмах выборок.

Алгоритмы расчётов, используемые при обработке данных вероятностно-статистическими методами, должны быть обоснованы, по крайней мере, одним из указанных выше способов.

Необходимо обратить внимание на то, что в литературе достаточно часто встречаются неверные утверждения. Распространённая ошибка при использовании критериев Колмогорова и омега-квадрат была подробно рассмотрена в статье [122].

Через 30 лет пришлось снова вернуться к этой ошибке [160]. Аналогична ситуация с двухвыборочным критерием Вилкоксона. Анализу двух мифов относительно него посвящена работа [163]. Распространённые неверные утверждения касаются не только статистических методов. Например, при обсуждении проблем бережливого производства часто приходится разъяснять, что запасы должны быть не минимальны, а оптимальны [206]. Другой пример – популярный среди энтузиастов экспертных оценок метод анализа иерархий (МАИ), разработанный Т. Саати [265]. Некорректность этого метода убедительно продемонстрирована в статьях [253, 254]. К аргументам этих работ надо добавить, что метод Саати некорректен с точки зрения теории измерений, поскольку построен на неправомерной оцифровке (переходе к количественным шкалам) данных, измеренных в порядковой шкале. Вместо МАИ целесообразно использовать метод анализа упорядочений, согласно которому по кластеризованным ранжировкам (упорядочениям), полученным от экспертов, строятся коллективное мнение по средним арифметическим рангам. Затем – по медианам рангов. Наконец, для этих двух упорядочений определяется согласующая ранжировка (см., например, главу 4 в учебнике [146]). В том же учебнике в п. 12.1 дан пример – упорядочение (приоритизация) факторов, определяющих технико-функциональные характеристики навигационного прибора (см. также статью [170]).

2.4. Требования к адекватности относительно допустимых преобразований шкал измерения

Метод обработки данных является адекватным относительно допустимого преобразования шкал измерения, если полученные выводы не меняются при переходе от измерений в исходной шкале к измерениям в преобразованной шкале.

В теории измерений рассматриваемые результаты наблюдений – действительные числа (а не вектора или объекты иной

природы). Группа допустимых преобразований шкал задаёт тип шкалы измерения (порядковая, интервалов, отношений и др.). Термин «группа» используется в смысле, принятом в высшей алгебре. Метод обработки данных является адекватным в шкале определённого типа, если он является адекватным относительно любого допустимого преобразований шкалы, входящего в группу, задающую рассматриваемый тип шкалы измерения.

Выделение типа шкалы, по которой измерена определённая переменная – задача прикладной области. В случае разногласий рекомендуется использовать методы, адекватные относительно более широкой группы допустимых преобразований. С прогрессом науки и техники может меняться тип шкалы, по которой измеряется определённая переменная. Так, температура вначале измерялась в порядковой шкале. С изобретением термометров Цельсия, Фаренгейта, Реомюра тип шкалы стал интервальным, так как переход от одной из указанных шкал к другой описывается линейным преобразованием. С открытием абсолютного нуля температур и введением шкалы Кельвина появилась возможность измерять температуру по шкале отношений.

При вычислении средних величин для совокупностей результатов наблюдений следует использовать средние, результат сравнения которых для двух совокупностей является адекватным в шкале, в которой получены рассматриваемые результаты наблюдений. Так, из средних по Колмогорову в шкале интервалов можно использовать только среднее арифметическое, а в шкале отношений – только степенные средние.

Для обработки данных, измеренных в порядковой шкале, применяют ранговые методы математической статистики. Методы обработки данных, в которых используется так называемая оцифровка (приписывание числовых значений градациям порядковой или номинальной шкал), следует рассматривать как методы анализа данных, если нет строгого обоснования принципиальной возможности измерения по количественным шкалам.

В наших учебниках, как правило, имеются главы «Теория измерений и средние величины» (см., например, [1]), к которым и рекомендуется обратиться за подробностями по рассматриваемой тематике.

2.5. Требования и характеристики точности и устойчивости выводов

Точность методов оценивания выражается с помощью доверительных интервалов.

Точность методов проверки гипотез выражается с помощью уровней значимости и соответствующих им процентных точек, задающих критические области.

Для обоснования выводов о точности методов обработки данных и выбора наиболее точного метода должно быть изучено влияние погрешностей наблюдений на окончательные выводы. Конкретные алгоритмы разработаны в статистике интервальных данных как части прикладной статистики.

Для установления точности расчётов и выбора наиболее точного алгоритма должно быть изучено влияние ошибок округления на результаты расчётов, в частности, с помощью компьютеров. Надо иметь в виду, что равносильные преобразования формул могут привести к принципиально иному значению ошибок округления. Примером является формула для выборочной дисперсии:

$$s^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\bar{x})^2.$$

Если результаты наблюдений велики, но имеют малый разброс, то ошибки округления для первого выражения много меньше, чем для второго. Это связано с тем, что в правой части рассматриваемой формулы стоит разность двух больших чисел.

Как ранее сказано, должна быть установлена степень устойчивости статистических выводов, получаемых с помощью

определённого метода обработки данных, относительно допустимых отклонений исходных данных и предпосылок используемой модели. При изучении устойчивости статистических процедур на основе модели выборки рекомендуется использовать методы робастной статистики. Они основаны на модели малых отклонений функций распределения элементов выборки. Частным её случаем является модель засорения, идейно близкая к модели выбросов, в рамках которой разработаны методы отбраковки грубых ошибок. Проблемам устойчивости организационно-экономических моделей и методов посвящены наши монографии [119, 199] и многочисленные статьи (см. сводку [220]).

Если результаты статистической обработки результатов наблюдений используются как исходные данные в дальнейших рассуждениях и расчётах, то необходимо учитывать при дальнейшем анализе точность и устойчивость этих результатов. В частности, в выборочных исследованиях с ответами типа «да» – «нет» надо указывать ошибку выборки и значимость различия долей. Не допускается преувеличивать точность статистических выводов. Если точечные оценки параметров использовать как точные значения этих параметров, то это может привести к неверным выводам. Необходимо различать, в том числе в обозначениях, выборочное среднее арифметическое и математическое ожидание, а также выборочную дисперсию и теоретическую дисперсию.

Полученные с помощью математических моделей выводы должны быть исследованы на устойчивость, прежде всего на устойчивость относительно допустимых отклонений исходных данных и предпосылок модели. Подходам к такому исследованию и полученным результатам посвящены наши монографии [119, 148, 199]. В них рассмотрены не только статистические методы. Например, при экономико-математическом моделировании часто бывает необходимым изучение устойчивости выводов к изменению горизонта планирования.

2.6. Характеристики последовательного применения методов обработки данных

При последовательном применении нескольких методов обработки данных необходимо обеспечить проверку условий применения каждого последующего метода, в частности, когда первым применяется алгоритм, осуществляющий:

- заполнение пропусков в таблицах «объект – признак»;
- преобразование переменных;
- классификацию многомерных наблюдений;
- оценивание размерности и структуры модели в многомерном статистическом анализе.

Если при заполнении пропусков в таблицах «объект – признак» для восстановления значения признака некоторого объекта используется информация о других объектах, то в результате работы алгоритма заполнения пропусков случайные вектора, соответствующие отдельным объектам, не являются независимыми. Следовательно, дальнейшее применение методов, основанных на предположении, что наблюдения представляют собой выборку, даёт методы анализа данных, а не вероятностно-статистические.

Если параметры преобразования переменных определяются по результатам наблюдений, то преобразованные данные нельзя рассматривать как выборку, а потому методы, основанные на применении к преобразованным данным алгоритмов анализа выборки, следует считать методами анализа данных.

Элементы кластеров, выделенных с помощью методов классификации, зависимы и имеют распределения, отличные от нормальных. Поэтому методы многомерного статистического анализа, основанные на нормальной теории, применительно к элементам таких кластеров следует считать методами анализа данных. Методы дискриминантного анализа позволяют выделить кластеры с помощью дискриминантных поверхностей, которые при увеличении объёмов выборок стремятся к предель-

ным поверхностям. Совместное распределение любого конечного числа элементов такого кластера стремится к распределению независимых случайных величин, имеющих соответствующее усечённое распределение (но не нормальное, даже если исходные классы порождались многомерными нормальными распределениями). Элементы кластера, выделенного с помощью дискриминантного анализа, асимптотически независимы, поэтому применительно к элементам такого кластера методы, не опирающиеся на предположение нормальности распределения, например, методы робастной регрессии, являются вероятностно-статистическими.

Методы оценивания размерности и структуры модели в многомерном статистическом анализе включают методы:

- оценки степени полинома в регрессионном анализе;
- выделения информативного подмножества признаков в многомерной регрессии и дискриминантном анализе;
- определения числа элементов смеси при расщеплении смеси при распознавании образов без учителя;
- определения размерности пространства в факторном анализе, методе главных компонент и многомерном шкалировании, и т.д.

Перечисленные методы в ряде случаев не являются вероятностно-статистическими, так как дают несостоятельные оценки соответствующих параметров и множеств. В этих случаях все методы обработки данных, применяемые вслед за перечисленными, являются методами анализа данных. Если же методы оценивания размерности и структуры модели дают состоятельные оценки соответствующих параметров и множеств, то их следует рассматривать как вероятностно-статистические. В этом случае выполнены условия применимости последующих вероятностно-статистических методов регрессионного анализа, дискриминантного анализа и др.

Нами показано, что распространённые методы оценки степени полинома в регрессионном анализе является несостоя-

тельными, и предложены состоятельные оценки [138, 200]. Большинство задач многомерного статистического анализа может быть представлено в виде задач оптимизации. В них могут быть использованы общие результаты о поведении решений экстремальных статистических задач [144, 194]. Анализ методов оценивания размерности вероятностно-статистической модели проведён в [184].

2.7. Характеристики оптимальности методов обработки данных

Понятие оптимальности, применяемое при выборе и описании метода обработки данных, следует определять и описывать в тексте НТД.

Результаты статистического анализа данных применяют в двух ситуациях:

- результаты используются для принятия решений в полностью описанной процедуре и последствия тех или иных решений известны;
- процедура принятия решений не задана или описана частично.

В первой ситуации метод обработки данных оценивают по его соответствию процедуре принятия решений, оптимальность понимают как максимизацию эффекта или минимизацию затрат. Свойства метода изучают с помощью теории статистических решений.

Во второй ситуации оптимальность метода обработки данных понимают в соответствии с методологией прикладной статистики. Так, под показателем качества статистической оценки $\hat{\beta}$ некоторого параметра β следует понимать средний квадрат ошибки $M(\hat{\beta} - \beta)^2$, т.е. оптимальным является метод, для которого средний квадрат ошибки минимален.

В качестве примера рассмотрим задачу дискриминантного анализа (синоним – диагностики). Если известны потери от

неправильной классификации и априорные вероятности классов, то решающее правило находят из условия минимизации математического ожидания потерь. Если же указанная информация отсутствует, то задачу дискриминантного анализа рассматривают согласно теории проверки статистических гипотез с использованием таких понятий, как ошибки первого и второго рода, и выбор уровня значимости производится специалистом прикладной области субъективно. В качестве показателя качества алгоритма диагностики следует использовать так называемую прогностическую силу. Средний квадрат ошибки является суммой дисперсии оценки и квадрата её смещения, поэтому он лучше характеризует качество статистической оценки, чем каждое из слагаемых в отдельности. Ряд критериев оптимальности в случае оценивания многомерного параметра приведён в [103].

При проверке статистических гипотез оптимальность критерия зависит от вида альтернативной гипотезы. Если нет оснований для выбора определённого вида альтернативной гипотезы, то понятие оптимальности в большинстве статистических задач применять нецелесообразно, следует использовать понятия допустимости, состоятельности, несмещённости и т.п.

Представление ряда задач прикладной статистики как задач минимизации некоторых функций от результатов наблюдений позволяет изучать свойства соответствующих методов обработки данных и разрабатывать алгоритмы расчётов, но не может служить решающим аргументом при выборе статистического метода.

2.8. Характеристики трудоёмкости и наглядности

Для обеспечения возможности распространения и использования метода обработки данных в НТД должны указываться характеристики его трудоёмкости. Часто трудоёмкость статистического исследования пропорциональна объёму выборки. Правила выбора необходимого объёма выборки систематизиро-

ваны в [221]. Как показывает опыт применения статистических методов, доверительные интервалы, как правило, шире, чем это интуитивно кажется. Поэтому вычисление доверительных границ необходимо, чтобы исключить преувеличение точности метода.

С точки зрения прикладной статистики целесообразно рассматривать следующие характеристики трудоёмкости (в зависимости от объёма данных):

- затраты времени на подготовку данных к расчётам;
- затраты времени на осуществление расчётов, а также характеристики вычислительных средств и количество требуемого машинного времени;
- затраты времени на анализ и интерпретацию результатов расчётов, на подготовку итогового документа для потребителя (заказчика);
- прочие затраты различных видов ресурсов, необходимых для проведения расчётов.

Третий из перечисленных видов затрат времени связан с тем, что итоговый компьютерный документ может требовать более или менее трудоёмкой ручной обработки с целью получения научных и практических выводов. Например, на печать выдаётся матрица выборочных коэффициентов корреляции, а затем вручную отбираются коэффициенты, значимо отличающиеся от 0. При проведении ряда однотипных расчётов целесообразно выводить данные на печать непосредственно в виде итогового документа, направляемого заказчику.

С целью минимизации трудозатрат целесообразно осуществлять ввод данных в компьютер непосредственно со средств измерения, разрабатывать программы печати итоговых документов и т.п.

При проведении единичных и (или) простых обработок статистических данных ручной счёт может оказаться менее трудоёмким, чем разработки и (или) применение программных продуктов.

Трудоёмкость и наглядность являются менее важными характеристиками метода обработки данных, чем устойчивость и оптимальность, особенно на этапе обоснования статистического решения. Так, при оценивании параметров целесообразно использовать оценки максимального правдоподобия и одношаговые оценки, хотя они и более трудоёмки, чем оценки метода моментов.

При подготовке НТД и итоговых документов для потребителя (заказчика) следует обращать внимание на наглядность, облегчающую восприятие результатов, а также получение выводов, их формулировку в терминах конкретной прикладной области.

При анализе данных целесообразно использовать не только расчётные, но и наглядные методы, в частности, графические и методы визуализации данных. Сравнение аналитических и графических методов оценки параметров распределений вероятностей по объективности, точности, наглядности и трудоёмкости позволяет в каждом конкретном случае обоснованно выбирать те или иные методы. Графические методы целесообразно использовать при предварительном (разведочном) анализе, а аналитические – при массовой обработке данных [123].

2.9. Требования к нормативно-технической и справочной документации по методам обработки данных с помощью компьютеров

При описании в нормативно-технической или справочной документации нового метода обработки данных, реализованного в виде программного продукта, или результатов апробации известных методов, следует придерживаться правил настоящего раздела. Они развивают положения единой системы программной документации применительно к реализованным на компьютере методам прикладной статистики. Описания ранее реализованных методов обработки данных приводят в соот-

ветствие с требованиями настоящего раздела при пересмотре документации.

При использовании компьютерного метода обработки данных в НТД приводят:

- программы, реализующие данный метод, составленные на одном из языков высокого уровня;
- показатели точности представления чисел в компьютере;
- информацию об отклонениях значений минимизируемой функции от её глобального минимума, определяемых при решении тестовых задач с заранее известными ответами. Целесообразно приводить не только окончательные результаты расчётов, но и промежуточные.

Для облегчения программной реализации метода обработки данных и обеспечения возможности сравнения результатов различных пользователей в НТД приводят дополнительную информацию о компьютерной реализации метода. В частности, для задач оптимизации приводят согласно [255]:

- тип компьютера, длину машинного слова, сведения о трансляторе и т.д.;
- различные характеристики точности приближения (отклонение приближения от истинного значения, т.е. расстояние от приближения до истинного значения; невязку в ограничениях и выполнении условий экстремума и т.п.; в задачах малой (до 10) размерности целесообразно приводить и сами приближения);
- сведения о трудоёмкости вычислений (число итераций, число вычислений значений функции, её градиента, затраты машинного времени, необходимый объем памяти и т.д.).

Для обеспечения правильности принимаемых пользователем решений о выборе того или иного метода для обработки конкретных данных необходимо указывать области применимости метода. Если для решения конкретных задач можно использовать ряд методов, необходимо обосновать необходимость использования нового метода и указать области приме-

нимости существующих методов. Понятие «область применимости метода» включает в себя:

- вероятностную модель, на которой основан метод, или, для методов анализа данных, вид исходных данных (числа, вектора, множества и т.д.);

- вид получаемого решения (принятие или отклонение гипотез, точечная оценка числового параметра, доверительная область для функции, разбиение множества объектов на кластеры и т.д.);

- прикладные области, в которых рассматриваемый метод позволяет получать научные и практические выводы (управление качеством, надёжность в технике, клиническая медицина, заводская социология и т.д.), а также тип выводов в терминах прикладной области (а не в терминах математической статистики). Перечень прикладных областей, как правило, отражает определённый этап внедрения метода и с течением времени расширяется.

Для возможности сравнения результатов различных исследований необходимо приводить точную формулировку задачи, для которой проводились расчёты на компьютере (включая все параметры задачи). В число параметров задачи входит и начальное приближение.

Для обеспечения потребностей специалистов, использующих НТД по методам обработки данных, необходимо давать подробное описание применяемого алгоритма или отсылать к его публикации. Применяемый алгоритм должен быть описан на естественном языке и оформлен в виде программы на одном из принятых алгоритмических языков. Программный текст может быть заменён ссылкой на источник, где эта программа содержится. Необходимо указать, является метод вероятностно-статистическим или методом анализа данных, дать необходимые обоснования целесообразности его применения либо отослать к источникам. Кроме того, в НТД следует указывать перечисленные выше характеристики метода и правила прекраще-

ния вычислений, а также, являются эти правила эвристическими или теоретически обоснованными.

При использовании итерационного алгоритма должно быть отмечено, доказана ли его сходимость теоретически или же она обоснована эвристически. В последнем случае должны быть приведены обоснования или ссылка на соответствующий литературный источник. Следует учесть, что даже если сходимость теоретически доказана, то практически из-за накопления ошибок при вычислении значений функций, округления чисел в компьютере и т.д. она может нарушаться. Поэтому, кроме теоретического обоснования, необходима проверка практической сходимости.

Не рекомендуется разрабатывать итеративные процедуры нахождения оценок максимального правдоподобия. Вместо подобных оценок следует использовать одношаговые оценки. (Процедуры рекуррентного оценивания, применяемые при возрастании объёма выборки, не относятся к итеративным процедурам.) Одношаговые оценки параметров распределений вероятностей имеют те же асимптотические свойства, что и оценки максимального правдоподобия, но находятся за одну итерацию. Их использование существенно снижает трудоёмкость расчётов и избавляет от необходимости изучения сходимости итерационных процедур.

Если оценки максимального правдоподобия не выражаются в явном виде, целесообразно использовать одношаговые оценки. Итеративные процедуры нахождения оценок максимального правдоподобия следует использовать только тогда, когда установлена их более высокая точность при конечных объёмах выборки.

В НТД приводят информацию о влиянии погрешностей компьютерных вычислений на точность получаемых результатов. Влияние погрешностей вычислений на точность результатов расчётов должно быть установлено в ходе выполнения научно-исследовательской работы по созданию НТД или опре-

делено на основе ранее проведённых исследований. Чтобы изучить влияние погрешностей компьютерных вычислений на точность получаемых результатов, необходимо применение численных алгоритмов.

2.10. Требования к оформлению результатов обработки данных

При описании результатов обработки конкретных данных указывают используемую вероятностную модель реального явления и обосновывают возможность её применения. Необходимо тщательно различать выборочные и теоретические характеристики (выборочное среднее и математическое ожидание, выборочную и теоретическую дисперсии, и т.д.).

Для возможности сравнения результатов различных исследований указывают объёмы выборок, по которым определяют те или иные параметры и (или) характеристики (средние, выборочные дисперсии, доли и т.д.). Указывают также погрешности измерения исходных данных.

Используемый алгоритм расчёта должен быть полностью описан, либо дана точная ссылка на источник. Употребление выражений типа «расчёты проведены по общепринятой методике» не допускается. Если литературный источник практически недоступен пользователю НТД (например, выпущенная за рубежом монография), то алгоритм расчёта необходимо подробно описать в тексте НТД.

Для оцениваемых параметров и характеристик должны быть указаны не только точечные оценки, но и доверительные границы. Следует сделать ссылку на используемый метод вычисления доверительных границ. С появлением теории интервального оценивания и статистики интервальных данных только доверительные области (а не точечные оценки) следует рекомендовать для практического использования.

При описании результатов проверки статистических гипотез допустимо приводить заключение о том, принята или нет гипотеза на определённом уровне значимости, или значение достигаемого уровня значимости. Достигаемый уровень значимости – это значение уровня значимости, при котором происходит переход от отклонения к принятию рассматриваемой статистической гипотезы при обработке конкретных статистических данных (см. [25, 145]). Достигаемый уровень значимости – случайная величина. Если для статистики X статистического критерия используют критические области $\{X > c\}$ с уровнем значимости $P(X > c) = F(c)$, то достигаемый уровень значимости – это $F(x_0)$, где x_0 – значение статистики X , определённое по конкретным данным, т.е. $F(x_0) = P(X > x_0)$.

При описании результатов компьютерных расчётов должны быть указаны название языка программирования, тип компьютера, точность вычислений, затраты машинного времени. Перечисленные характеристики указывают в документации, посвящённой результатам обработки данных. Документацию по методам обработки данных оформляют согласно правилам предыдущего раздела данной главы.

При использовании метода статистического моделирования (синонимы – метода статистических испытаний, метода Монте-Карло) необходимо указывать датчик псевдослучайных чисел, число испытаний, доверительные интервалы для параметров, оцениваемых методом статистического моделирования. При описании датчика псевдослучайных чисел целесообразно указывать также исходное псевдослучайное число (с которого начинается работа датчика).

Глава 3. КОНТРОЛЛИНГ РИСКОВ

В сводку [220] включено описание более 50 публикаций, посвящённых проблемам риска и безопасности. Соответствующие главы имеются во многих наших учебниках. В настоящем разделе рассмотрим только те стороны теории риска, которые сосредоточены на проблемах контроллинга в этой области. Контроллинг рисков как самостоятельное научное направление обсуждается в статье [153].

3.1. Основные понятия

Начать необходимо с определения понятия «риск». Под риском мы понимаем нежелательную возможность, другими словами, неопределённость, которая может приводить к отрицательным последствиям. Если ситуация неопределённости разрешается в благоприятную сторону, то можно говорить о «счастливом случае». Таким образом, некорректно распространённое выражение «принятие решений в условиях неопределённости и риска», поскольку «риск» – лишь один из вариантов, частный случай «неопределённости».

Определение понятия «риск» широко обсуждается в литературе (см., например, [55]). При этом в определении этого понятия довольно часто довольно часто упоминается «вероятность», тем самым даётся отсылка к научной дисциплине «теория вероятностей». Однако в настоящее время в теории риска используют три вида математического инструментария – вероятностно-статистический, основанный на теории нечётких множеств и опирающийся на интервальную математику (и статистику интервальных данных). Поэтому включать упоминание «вероятности» в определение понятия «риск» нецелесообразно,

поскольку такое упоминание необоснованно ограничивает многообразие математических методов исследования в теории риска. Хотя известно, что теория нечётких множеств в определённом смысле сводится к теории вероятностей, а именно, является частью теории случайных множеств (см. [120] и дальнейшие публикации). Далее, интервальную математику можно рассматривать как часть теории нечёткости (выделяемую тем, что функции принадлежности принимают только два значения – 0 и 1). Для практического применения важно, что математический инструментарий трёх обсуждаемых областей различен.

Однако с целью уточнения сказанного отметим, что в ряде прикладных областей по историческим причинам закрепилось понимание риска именно как вероятности. Так, статистические методы управления качеством продукции – это во многом методы управления рисками. Речь идёт о риске поставщика и риске потребителя, риске излишней наладки и риске незамеченной разладки. Численные значения перечисленных величин – это вероятности. Так, риск поставщика – это вероятность того, что выпущенная им партия продукции будет забракована. При разработке планов статистического контроля риск поставщика принимают равным 0,05. Этому значению соответствует входной уровень дефектности, называемый приёмочным. Статистические методы управления качеством продукции рассматриваются подробнее в главе «Контроллинг качества». Нечеткие и интервальные методы обработки данных пока лишь иногда применяются в этой области (см., например, [12, 24]).

В теории риска выделяем три составляющие – анализ риска, оценка риска, управление риском. Анализ риска проводится в рамках рассматриваемой прикладной области. Для оценки риска применяются соответствующие математические модели и методы. Управление риском опирается как на положения прикладной области, так и на математическую теорию.

3.2. Риски при диагностике

Обсудим те области теории риска, в которых автор настоящей монографии получил те или иные научные результаты [220]. Начнём с задач диагностики, которыми автор занимается с 1970-х годов. Речь идёт, в частности, о медицинской диагностике и технической диагностике.

Для вновь поступающего на рассмотрение пациента врачи на основе объективных данных обследований и субъективных оценок специалистов (экспертов) указывают его заболевание (ставят диагноз). Для каждого диагноза медицинская наука разработала методы лечебного воздействия. По нашему мнению, техническая диагностика отличается от медицинской только тем, что решение надо принять не о состоянии пациента, а о состоянии технического объекта (например, автомобиля), а делают это не врачи, а специалисты в соответствующей технической области. Кроме термина «диагностика», в качестве его синонимов используют термины «дискриминантный анализ», «распознавание образов с учителем» и др.

С математической точки зрения речь идёт о том, чтобы на основе исходных данных об объекте (например, пациенте или техническом устройстве) отнести его к одному из классов, входящих в некоторую совокупность, известную лицу, принимающему решение. Если классы полностью описаны, то решение даётся разбиением пространства исходных данных на области так, что элементы одной области соответствует определённому классу. Построение такого разбиения проводят на основе подходов теории принятия решений, иногда приближённо, с использованием оптимизационных методов для выявления границ классов.

Часто полного описания нет, но есть некоторое количество объектов, про которые известно, к какому классу каждый из них относится. Другими словами, имеются так называемые «обучающие выборки». Элементы такой выборки – наборы значений

характеристик объектов (т.е. вектора), отнесённых к одному классу. На основе обучающих выборок необходимо сконструировать правило отнесения вновь поступающего объекта к одному из заданных классов.

Простейший вариант – имеется два класса. Рассмотрим именно его. Ситуация описывается двумя рисками. Первый – поступающий объект относится к первому классу, но принимается решение о том, что он входит во второй класс. Второй – поступающий объект относится ко второму классу, но принимается решение о том, что он входит в первый класс.

В теории проверки статистических гипотез разработана система понятий для описания подобных рисков диагностики [145]. Исходят из того, что предварительно выделяют две гипотезы. Одну из них называют нулевой и обозначают H_0 . Вторая – это альтернативная гипотеза, обозначаемая H_1 . Ошибка (риск) первого рода состоит в том, что по результатам обработки статистических данных принимается альтернативная гипотеза H_1 , хотя верна нулевая гипотеза H_0 . Ошибка (риск) второго рода – это принятие нулевой гипотезы H_0 , когда верна альтернативная гипотеза H_1 . Эти риски определяются видом статистического критерия (правила), согласно которому решают, какая из гипотез принимается. Обычно нулевая гипотеза описывает то свойство (положение, утверждение), ради проверки которого предпринято статистическое исследование, в то время как альтернативная гипотеза определяется некоторым другим положением. Выбор альтернативной гипотезы проводит исследователь, в ряде ситуаций она достаточно произвольна, в частности, может быть отрицанием нулевой гипотезы.

Поскольку теория проверки статистических гипотез основана на теории вероятностей, то оценками рассматриваемых рисков являются вероятности, а именно, вероятность ошибки первого рода α (уровень значимости статистического критерия) и вероятность ошибки второго рода β (число $1 - \beta$ называется мощностью критерия).

Отметим, что с точки зрения контроллинга организационно-экономических методов важно, что мощность статистического критерия определяется альтернативной гипотезой. Поэтому выражение типа «наиболее мощный критерий» имеет смысл только тогда, когда задана альтернативная гипотеза. Достойно сожаления, что словосочетание «наиболее мощный критерий» иногда используется без указания альтернативной гипотезы. Или же без оснований утверждается, что «непараметрические критерии являются менее мощными, чем параметрические». На самом деле это не всегда так. Использование подобных формулировок свидетельствует о низком научном уровне публикаций, в которых они встречаются.

Выбор одной из двух гипотез необходим во многих ситуациях. В медицине – либо пациент болен (определённым заболеванием), либо нет. При технической диагностике – либо необходимо определённое вмешательство (ремонт), либо нет. В статистическом контроле – либо партия продукции удовлетворяет заданным требованиям, а потому её следует принять, либо нет (доля дефектных изделий недопустимо высока), и партию следует забраковать. При статистическом регулировании технологических процессов – либо произошла разладка станка (и, следовательно, необходимо его остановить и провести наладку), либо нет. Можно ли считать, что два средства измерения дают схожие результаты, или же между ними есть принципиальные различия (имеется систематическое расхождение). Выполнены ли требования к безопасности полёта воздушных судов или же нет. В экономике – соответствуют ли факты плану или же нет. Позволяет ли нововведение повысить производительность труда или же нет. И т.д.

Широта распространения подобных практических проблем объясняет важность статистических методов проверки однородности двух выборок (независимых или связанных). Именно поэтому таким методам посвящены обширные разделы в наших учебниках. С точки зрения контроллинга организационно-эко-

номических методов речь идёт об учёте практической важности методов при их выборе для включения в нормативно-техническую документацию, учебные курсы, а также при обосновании выбора тех или иных научных направлений для дальнейшего развития. Например, тот факт, что распределения реальных данных, как правило, не являются нормальными [173], обосновывает необходимость возможно более широкого использования непараметрических методов статистики и ограничивает практическую пользу параметрических. В том числе основанных на нереалистической гипотезе о нормальности распределения анализируемых данных, на использовании критериев Стьюдента и Фишера, разработанных в предположении справедливости этой гипотезы.

Отметим, что различные варианты решений в ситуации риска могут приводить к весьма различающимся ущербам. Рассмотрим медицинскую постановку, с которой имели дело. В больницу доставляют пациента с подозрением на инфаркт миокарда. Его можно признать либо тяжёлым больным (и поместить в палату интенсивной терапии), либо лёгким (и направить в «обычную» палату). Если тяжёлого больного признать лёгким, то такая ошибка повышает смертность. Если лёгкого больного признать тяжёлым, то ущерб состоит в возрастании ресурсов на его содержание в больнице.

Очевидно, первый ущерб значительно более значим, чем второй. Причём выразить его в стоимостных единицах невозможно, поскольку человеческая жизнь бесценна (а отступление от такой её оценки бесчеловечно). Как следствие, для разработки методов диагностики нельзя применять оптимизационные методы теории принятия решений. Проблема была в ограниченности ресурсов больницы, из-за чего невозможно всех поступающих больных поместить в палаты интенсивной терапии. Как следствие, необходимо применение тех или иных методов диагностики, позволяющих достаточно обоснованно относить пациента в ту или иную группу.

При разработке медицинской информационно-исследовательской системы с целью подобной диагностики мы обнаружили большое количество правил диагностики, разработанных различными коллективами врачей в различных странах мира. Речь идёт об индексах тяжести заболевания Норриса из Новой Зеландии, Халфена из Харькова и десятках других. Возникла *проблема оценки качества правила (алгоритма) диагностики*.

Как уже говорилось, правило диагностики характеризуется двумя величинами – вероятностью ошибки первого рода α и вероятностью ошибки второго рода β . Эти вероятности оценивают по обучающим выборкам как соответствующие частоты. Если правило принятия решения о диагностике основано на сравнении статистики критерия с критическим значением, то вероятности α и β меняются в зависимости от критического значения, причём в противоположных направлениях – если α возрастает, то β убывает, и наоборот. Поэтому необходимо на их основе рассчитать единый показатель качества правила (алгоритма) диагностики.

Часто рекомендуют использовать частоту правильно поставленных диагнозов во всей объединённой выборке (т.е. включающей в себя все элементы обучающих выборок) [31]. Обозначим эту частоту μ . Однако этот вполне естественный, на первый взгляд, показатель имеет принципиальные недостатки. Результат расчётов зависит от соотношения объёмов обучающих выборок. Причём, если объём выборки лёгких больных много больше объёма выборки тяжёлых, то наилучшим решением (при использовании μ в качестве показателя качества алгоритма диагностики) может оказаться тривиальное – всех объявить здоровыми, что явно нелепо.

Нами показано (см., например, [161]), что наилучшим показателем качества алгоритма диагностики является так называемая «прогностическая сила»

$$\delta = \Phi \left(\frac{\varphi(\alpha) + \varphi(\beta)}{2} \right).$$

Здесь $\Phi(x)$ – функция стандартного нормального распределения с нулевым математическим ожиданием и единичной дисперсией, а $\phi(y)$ – обратная к ней функция.

Согласно контроллингу организационно-экономических методов в качестве показателя качества правила (алгоритма) диагностики следует использовать прогностическую силу δ , а не вероятность (частоту) правильной диагностики μ .

3.3. Применение экспертных оценок в теории риска

Экологические риски – важная научная и практическая область. В ней широко применяются различные технологии экспертных оценок. В частности, действует Федеральный закон «Об экологической экспертизе» от 23.11.1995 № 174-ФЗ [293]. Цикл исследований был выполнен нами для решения задач экологического страхования. Итоги работ по управлению экологическими рисками подведены в монографии [201].

Для контроллинга организационно-экономических методов важны научные результаты, полученные в ходе работ (с нашим участием) по научно-техническому обеспечению уничтожения химического оружия. В этой области разработаны различные технологии. Надо их упорядочить по предпочтительности. Для этого естественно использовать коллективное мнение комиссии экспертов. Подчеркнём, что задача упорядочивания объектов экспертизы возникает в самых разных областях. Сводка различных подходов к решению этой задачи представлена в статье [243] на примере определения приоритетности реализации НИОКР на предприятиях ракетно-космической отрасли.

Для разработки методики решения задачи упорядочения технологий (уничтожения химического оружия) нашей страной был взят кредит на 1 миллион долларов и направлен американской фирме. Представленная ею методика была основана на выделение факторов, которые необходимо (по мнению разра-

ботчиков) учитывать при упорядочении, оценивании (экспертами) весовых коэффициентов и построении линейного интегрального показателя, по которому и предлагалось строить искомое упорядочение. В отчёте американской фирмы были приведены экспертные оценки, на основе которых рассчитывались веса. При его анализе мы были поражены разбросом этих оценок. Одному и тому же фактору один из экспертов давал вес 0,1, а другой – вес 0,7 (сумма всех весов равнялась 1). Было ясно, что построенный на основе подобных экспертных оценок интегральный показатель не решает поставленной задачи, поскольку не является устойчивым по отношению к допустимым отклонениям исходных экспертных данных (здесь мы опираемся на теорию устойчивости организационно-экономических методов и моделей [119, 199]).

В ответ на фиаско американской фирмы пришлось разработать свой подход для решения обсуждаемой задачи (см., например, [170]). Он основан на получении от экспертов непосредственно упорядочений объектов экспертизы (синоним – кластеризованных ранжировок), а не оценок факторов. Таким образом, учитываем, что ответы экспертов измерены в порядковой шкале. Как установлено в теории измерений (её роль в контроллинге организационно-экономических методов раскрыта в главе «Контроллинг статистических методов»), для усреднения подобных данных необходимо использовать медиану рангов ответов экспертов по поводу определённого объекта экспертизы (а не среднее арифметическое таких рангов).

Однако заказчику исследования была понятна процедура упорядочения объектов экспертизы на основе средних арифметических рангов, выставленных экспертами, в отличие от незнакомаго ему упорядочения на основе медиан рангов. Мы приняли решение использовать оба упорядочения объектов экспертизы (по средним арифметическим рангов и по медианам рангов). Опыт показал, что такие упорядочения зачастую имеют много общего, но есть и различия. Поэтому мы разработали процедуру

согласования ранжировок (на основе теории графов). В качестве итогового упорядочения рекомендуем использовать согласующую ранжировку.

Таким образом, соображения контроллинга организационно-экономических методов позволили разработать адекватные процедуры упорядочения объектов экспертизы, основанные на научных результатах статистики нечисловых данных и учитывающие традиции прикладных областей.

Ещё один способ усреднения мнений экспертов, выраженных в виде упорядочений (ранжировок со связями) – это расчёт медианы Кемени [45]. Этот метод был предложен в середине XX века американским математиком венгерского происхождения Дж. Кемени [57]. Задача исследования итогового ранжирования с помощью медианы Кемени мнений группы экспертов рассмотрена в работе [43]. Медиана Кемени – это то упорядочение (или упорядочения), для которого минимальна сумма так называемых расстояний Кемени от него до ответов экспертов. Минимизация проводится по множеству всех ранжировок со связями. Алгоритмы для решения этой математической задачи довольно сложны [42]. С точки зрения контроллинга организационно-экономических методов оправдана рекомендация о применении введённой нами так называемой модифицированной медианы Кемени, отличающейся от классической медианы тем, что минимизация проводится только по множеству ответов экспертов (а не по множеству всех ранжировок со связями). Использование модифицированной медианы Кемени позволяет резко сократить объем вычислений, она может быть использована даже при ручном счёте. Поэтому с точки зрения контроллинга организационно-экономических методов весьма важна и полезна рекомендация об использовании модифицированной медианы Кемени вместо обычной медианы Кемени при практических работах, например, при использовании экспертных ранжировок для расчётов кредитного риска в банке [44].

Медиана Кемени основана на использовании «расстояния Кемени» между кластеризованными ранжировками. Это расстояние было выведено Дж. Кемени из некоторой системы аксиом. После появления перевода книги [57] на русский язык в нашей стране появилось целое научное направление, посвящённое аксиоматическому введению метрик (расстояний) в различных пространствах бинарных отношений и других математических структурах. В обзоре [259] приведён анализ примерно 150 подобных исследований. Во всех таких случаях используют аналоги классической медианы Кемени, и рекомендация о переходе к её модифицированным аналогам является плодотворной.

Усреднение объектов нечисловой природы с помощью медианы Кемени было обобщено при введении средних величин в произвольных пространствах нечисловых данных. Дальнейшее развитие исследований позволило построить статистику нечисловых данных как развитое направление математической статистики, в частности, доказать законы больших чисел в пространствах произвольной природы и разработать основные разделы статистических методов анализа нечисловых данных [194]. Констатируем большое значение медианы Кемени для становления современной прикладной статистики.

К тематике настоящего раздела относится часть публикаций в рамках разработки автоматизированной системы прогнозирования и предотвращения авиационных происшествий (АСППАП) (см. [14] и [220]). Рассматривались вопросы экономической оценки рисков при управлении безопасностью полётов. Были разработаны новые подходы к разработке и прогнозированию показателей безопасности полётов [244, 245, 313], основанные на статистических методах обнаружения отклонения плана от факта (см. главу «Контроллинг качества»).

3.4. Общая теория риска

В различных прикладных областях задачи оценки рисков довольно часто решаются однотипно. Это положение подробно

раскрыто выше на примере рисков при диагностике. Поэтому представляется полезным развитие общей теории риска, научные результаты которой можно применять всюду, где является полезным понятие «риск». Подходам к построению общей теории риска посвящена статья [234].

С точки зрения контроллинга рисков важно, что необходимо вводить в рассмотрение всё многообразие рисков, возникающих в определённой ситуации. Это положение направлено против упрощённого подхода, когда сосредотачиваются лишь на одном виде риска, наиболее интересном разработчику соответствующей нормативно-технической документации, пренебрегая остальными. Например, сосредотачиваются на риске банкротства, или риске появления рекламаций, или на риске инфляции, и т.д. Многообразие рисков подробно обсуждается в [171]. Выделяем для дальнейшего рассмотрения следующие основные группы рисков:

- личные (связанные с теми или иными заболеваниями, с попаданием в дорожно-транспортные происшествия или в криминальные ситуации и т.д.);
- производственные (связанные с работой определённого предприятия или организации);
- коммерческие (порожденные нежелательными действиями деловых партнёров – поставщиков, потребителей и др.);
- финансовые (действующие на уровне государства в целом, например, вызванные колебаниями курсов акций и валют);
- глобальные (соответствующие акторам на уровне групп стран или Земли в целом – войны, землетрясения и т.п.).

Между различными группами рисков имеются взаимосвязи. Так, возможность заболевания – это личный риск, но совместное воздействие таких рисков, касающихся сотрудников предприятия, порождает уже производственный риск. Если за год сотрудник болеет и проводит на больничном листе (не участвует в работе предприятия) 10% рабочего времени, то это означает, что при штатной численности в 1000 человек в кон-

кретный момент времени работает около 900 (с учётом случайных отклонений), что необходимо учитывать при планировании производства.

Формирование многообразия рисков для конкретной ситуации – необходимая, но трудоёмкая работа, которую выполняют специалисты соответствующей прикладной области. В качестве упрощённого примера рассмотрим многообразие рисков производства и реализации инновационного изделия. Этот пример используется при обучении студентов в МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Полезно выделение иерархических систем рисков. Общий риск зависит от групп факторов. С каждой группой связан соответствующий групповой риск. Внутри группы выделяют отдельные составляющие, порождающие частные риски.

В рамках рассматриваемого примера рассмотрим риски производства и реализации инновационного изделия. Выделяем четыре группы рисков – производственных, коммерческих, финансовых, глобальных.

В группе производственных рисков выделяем четыре частных риска:

- риск дефектности, порождённый недооценкой сложности производства, и, как следствие, выражающийся в высокой доле брака;

- риск проектирования, вызванный принципиальными ошибками при проектировании, из-за которых не удаётся наладить серийный выпуск продукции;

- риск аварий на производстве;

- риск персонала, возникающий, в частности, из-за отсутствия на рабочем месте работников (болезнь, увольнение), и другие риски.

В группе коммерческих рисков также выделяем четыре частных риска:

- риск поставщика, связанный с деятельностью совокупности поставщиков (нарушением сроков, ухудшением качества поставляемых товаров и услуг, и т.д.);

- риск потребителя, вызванный проблемами привлечения и удержания потребителей, в частности, неадекватным маркетингом (в результате товар оценивается потенциальными потребителями как непривлекательный, плохой), высокой ценой и т.д.;

- риск конкуренции, порождённый активностью конкурентов (захват рынка, выпуск конкурентами аналогичных товаров и услуг, сговор и т.д.);

- риск окружения, связанный с деятельностью органов государственной и муниципальной власти, общественных организаций (в частности, экологических), банков, коммунальных предприятий (обеспечивающих поставку электроэнергии, водоснабжение и оказывающих иные услуги) и т.д.

В группу финансовых рисков включаем три частных риска:

- риск законодательства, обусловленный его возможным изменением;

- риск курсов, порождённый изменением курсов валют и акций;

- риск инфляции.

Группа глобальных рисков включает два частных риска:

- риск государства, порождённый деятельностью человека на уровне страны или группы стран (санкции, войны, терроризм);

- природный риск (климатические явления, наводнения, землетрясения и т.д.).

Второй пример – иерархическая система рисков при разработке ракетно-космической техники, разработанная в [240]. Выделены группы рисков, соответствующие восьми последовательным этапам разработки. Система включает 44 частных риска, от 3 до 8 в группе.

Иерархическая система рисков не обязательно включает три уровня (частые риски, групповые риски, общий риск). Можно развивать систему рисков и дальше, использовать не три уровня, а больше. В условиях рассмотренного выше примера рисков производства и реализации инновационного изделия

нетрудно видеть, что каждый частный риск можно рассматривать как группу рисков, состоящую из частных рисков следующего (четвёртого) уровня. Однако при увеличении числа уровней иерархическая система рисков становится всё более сложной для восприятия, а её построение и использование требует всё больше ресурсов. Многочисленные исследования, проведённые на кафедре «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана, показали, что в подавляющем большинстве практических ситуаций трёх уровней достаточно.

Иерархическая система рисков – основа аддитивно-мультипликативной модели оценки рисков (АММОР), которой посвящён следующий раздел настоящей главы.

С точки зрения контроллинга организационно-экономических методов обсудим базовые понятия теории риска – рисковое событие и величина ущерба. Они соответствуют каждому виду риска и каждому случаю его реализации.

Рисковое событие состоит в том, что нежелательное событие произошло. Например, выпущено дефектное изделие, произошло возгорание (приведшее к пожару), предприятие обанкротилось и т.п. В вероятностно-статистической модели риска рисковое событие моделируется случайным событием. Его вероятность – одна из основных составляющих оценки риска. Вероятность рискового события можно оценить с помощью частоты (доли случаев, когда рискового событие реализовалось, среди всех возможных случаев). Доверительные интервалы для этой вероятности находят по правилам прикладной статистики. В работе [196] приведены правила расчёта доверительных интервалов для двух основных случаев – когда число реализаций рискового события моделируются с помощью биномиального распределения или же распределения Пуассона.

Величина ущерба обычно измеряется в денежных единицах. Однако необходимо подчеркнуть, что из этических соображений подобное измерение не всегда возможно – человеческая жизнь бесценна, не может быть оценена с помощью денежных

единиц. Если в результате реализации рискового события может наступить смерть человека или же причинён тяжкий вред здоровью, то необходимо использовать натуральные показатели (например, число смертей в результате крупной аварии).

В вероятностно-статистических моделях риска величина ущерба моделируется случайной величиной. Используемую при решении задач управления рисками характеристику ущерба необходимо обсудить [189].

Наиболее популярна такая характеристика ущерба, как математическое ожидание. С целью формализации постановок задач управления рисками введём обозначения. Пусть p – вероятность рискового события, а X – величина ущерба, имеющего быть при реализации рискового события, эта случайная величина имеет математическое ожидание $M(X)$ и дисперсию $D(X)$. Тогда средний ущерб, приходящийся на один возможный случай, равен $pM(X)$. Если ввести случайную величину Y , равную X при реализации рискового события и равную 0 во всех остальных случаях, то $M(Y) = pM(X)$.

Наиболее популярная постановка задачи оптимального управления риском состоит в минимизации среднего ущерба $pM(X)$. Минимизация проводится по всем возможным вариантам управляющих воздействий. Примеры таких постановок при решении практических задач рассмотрены в [189] и описаны в ряде разделов [220].

В соответствии с подходом контроллинга организационно-экономических методов необходимо обратить внимание на ряд других постановок, адекватных для ряда ситуаций. Так, вместо математического ожидания могут использоваться другие средние величины, прежде всего медиана. Иногда стараются минимизировать максимально возможный ущерб, в качестве оценки которого берут, например, квантиль порядка 0,999999 распределения ущерба (например, так делают при расчёте рисков в атомной промышленности, для атомных электростанций).

Другая идея состоит в том, чтобы при минимизации по всем возможными управляющим решениям (воздействиям) кроме среднего значения ущерба $M(Y) = pM(X)$ учитывать его разброс, измеряемый средним квадратическим отклонением ущерба – квадратным корнем из дисперсии $D(X)$. Получаем двухкритериальную задачу минимизации $M(Y)$ и $D(X)$.

Однако хорошо известно, что, как правило, невозможно оптимизировать сразу по двум критериям. Поэтому надо свести задачу оптимизации к однокритериальной. Например, задать ограничение сверху на средний ущерб $M(Y)$ и минимизировать его дисперсию (показатель разброса) $D(X)$. Или же задать ограничение сверху на показатель разброса $D(X)$ и минимизировать средний ущерб $M(Y)$. Или же на основе $M(Y)$ и $D(X)$ сконструировать новый критерий для минимизации, например, $M(Y) + 3\sqrt{D(X)}$ (если случайная величина ущерба имеет нормальное распределение, то минимизация этого критерия соответствует минимизации квантиля порядка 0,9986 распределения ущерба).

Отметим, что минимизация $D(X)$ соответствует популярным способам уменьшения риска – страхованию и диверсификации производства. Однако при этом средние затраты возрастают – соответственно на величину страховой премии и упущенной выгоды (из-за того, что выпускается не только наиболее выгодная в настоящий момент продукция, но и ряд других видов продукции – в расчёте на то, что какой-то из них окажется наиболее выгодным в будущем).

Отметим, что в практической работе часто возникает желание максимизировать прибыль P и минимизировать затраты Z . Поскольку невозможно одновременно оптимизировать по двум критериям, то необходимо свести задачу к однокритериальной. Например, максимизировать прибыль при заданном ограничении на затраты. Или минимизировать затраты при ограничении (снизу) на прибыль (такое бывает при выполнении госзаказа – выручка известна, но при этом можно минимизировать зат-

раты). Или сконструировать новый критерий, например, использовать P/Z – рентабельность по затратам. Возникает вопрос, как относится к лицу, заявляющему: «Добьёмся максимума прибыли при минимуме затрат»? Возможно, он не понимает, что нельзя одновременно минимизировать по двум критериям, т.е. является профаном. Может быть и так, что понимает это, но сознательно обманывает слушателей.

Основными работами по общей теории риска являются статьи [153, 170, 181, 197, 189, 234].

3.5. Аддитивно-мультипликативная модель оценки рисков (АММОР)

Она предназначена для оценки вероятности рискового события. Поскольку эта модель подробно рассмотрена в ряде наших статей и учебников, обсудим здесь её узловые моменты.

Впервые АММОР была предложена нами в 1996 г. при выполнении Институтом высоких статистических технологий и эконометрики научно-исследовательской работы «Разработка методологии оценки рисков реализации инновационных проектов высшей школы» (по заданию Отделения инновационных проектов и программ РИНКЦЭ Миннауки). В следующем году она обсуждалась на Международной научно-практической конференции «Управление большими системами», проведённой в Институте проблем управления РАН. Рассматриваемый вариант модели подробно описан в статьях [23, 162]. Следующий этап – разработка АММОР для оценки рисков производства и реализации инновационного изделия. Эта модель подробно описана в работе [162]. Серии работ [220] по АММОР при разработке ракетно-космической техники дала начало статья [240]. В настоящее время АММОР является одним из основных математических методов при выполнении выпускных квалификационных работ и диссертаций на кафедре «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана. Новый этап в развитии

ААМОР – это обобщённая аддитивно-мультипликативная модель оценки рисков на основе нечётких и интервальных исходных данных [207].

Основой АММОР в определённой практической области служит трёхуровневая иерархическая система рисков (оцениваемый риск, групповые риски, частные риски). Её разрабатывают специалисты, действующие в этой области. При её построении полезно применение различных технологий сбора и анализа экспертных оценок.

В АММОР для каждого частного риска указывают две характеристики – выраженность и важность.

Обычно выраженность оценивают эксперты в балльной шкале. В наших процитированных выше работах использовалась шкала с шестью баллами: 0, 1, 2, 3, 4, 5. При этом 0 – это отсутствие риска, 5 – максимальный риск. Выраженность риска – лингвистическая переменная, поэтому естественно её оценивать как нечёткую переменную (частным случаем нечёткого множества является интервальное число). Оценку проводят эксперты, хорошо знакомые с объектом экспертизы, например, с проектом, риск срыва выполнения которого в срок оценивается.

Важность задаётся коэффициентами весомости (синонимы – важности, значимости). Они определяются для каждого группового риска отдельно. При этом вводится условие нормировки: если оценки всех частных рисков максимальны (равны 5), то соответствующее группе рисковое событие обязательно осуществится. Коэффициенты весомости – числа (обычные, нечёткие, интервальные – в зависимости от конкретного варианта АММОР). Оценку коэффициентов весомости проводят эксперты, хорошо знакомые с проблемами рассматриваемой области (отрасли), поскольку эти оценки применяются для всех возможных вариантов объектов экспертизы.

Частный риск оценивается как произведение выраженности и весомости. Оценка группового риска – сумма оценок всех частных рисков, включённых в группу. Использование суммы

отражено в первом слове названия модели – «аддитивно». Групповой риск показывает, в частности, насколько часто выполнение проекта будет сорвано из-за осуществления рисков событий тех рисков, которые входят в группу. В вероятностно-статистической модели вероятность того, что не произойдёт срыва, равна дополнению до 1 оценки группового риска.

Принято, что группы рисков проявляются независимо друг от друга. Принимая, что рискованные события для совокупности групп являются независимыми (в смысле теории вероятностей), заключаем, что вероятность срыва сроков выполнения проекта (из-за срыва, порождённого рисками хотя бы одной из групп) равно произведению вероятностей того, что не произойдёт срыва из-за рисков отдельных групп. Использование произведения отражено во втором слове названия модели – «мультипликативная».

Оцениваемый в АММОР риск – это дополнение до 1 указанного произведения. Как полученное значение можно использовать при управлении рисками?

Если его значение заметно отличается от 1, то необходимо учитывать возможность срыва сроков выполнения проекта. Следовательно, необходимо проработать совокупность управленческих решений в случае, если этот срыв произойдёт. В частности, предусмотреть возможность выделения необходимых ресурсов для реализации проекта в течение следующего интервала времени.

Если с помощью соответствующего управленческого воздействия удастся уменьшить выраженность частного риска или группы таких рисков, то АММОР позволяет рассчитать влияние этих изменений на оцениваемый риск. Это открывает возможности управления рисками, в частности, на основе анализа соотношений между затратами и результатами при воздействии на отдельные риски.

В этом разделе мы рассмотрели основные идеи разработки и применения АММОР. За подробностями отсылаем к процити-

рованными выше статьям по АММОП, а также к другим публикациям по этой тематике [220], из которых выделим работу [235], выполненную при разработке автоматизированной системы прогнозирования и предотвращения авиационных происшествий АСППАП в ходе выполнения крупного инновационного проекта, описанного в [14].

3.6. Преподавание контроллинга рисков

Различные аспекты теории риска, в том числе контроллинг рисков, рассматриваются практически во всех наших учебниках. В МГТУ им. Н.Э. Баумана соответствующие разделы включены в программы учебных курсов «Прикладная статистика», «Разработка и принятия управленческих решений», «Эконометрика», «Организационно-экономическое моделирование» и др.

С 2016 г. в программу магистратуры включена дисциплина «Контроллинг рисков». Содержание этой дисциплины было разработано нашим коллективом. Оно отражено в статье [187], посвящённой обсуждению контроллинга рисков как научной, практической и учебной дисциплины. Преподавание этой дисциплины постоянно модернизируется с целью более полного и доступного отражения современного состояния контроллинга рисков. В частности, добавлен раздел, посвящённый использованию нечётких и интервальных моделей и методов. Современный подход к преподаванию дисциплины «контроллинг рисков» рассмотрен в докладе [116].

Контроллинг рисков продолжает развиваться.

Глава 4. КОНТРОЛЛИНГ ИНФЛЯЦИИ

4.1. Развитие работ по проблемам инфляции

В 1990-х годах мы по поручению Министерства обороны РФ рассчитывали и прогнозировали индексы инфляции. Наши данные учитывались заказчиком при организации работы подведомственных научно-исследовательских организаций. Для заказчика оказался важным тот факт, что полученные нами значения индексов инфляции примерно в 2 раза превышали публикуемые органами официальной государственной статистики (Росстатом).

Исходя из потребностей указанных прикладных работ, в 1990-е годы были разработаны основы нашего подхода к изучению инфляции. В дальнейшем мы развивали научные исследования в этом направлении и использовали полученные результаты в преподавании.

Проблемы инфляции мы рассматривали в ряде научных и популярных статей. В разделе 2.1.1 «Инфляция и уровень жизни» сводки [220] указаны 24 публикации. Основные итоги исследований подведены в работах [73, 166]. Важные результаты получены в [101, 177].

На основе проведённых исследований были подготовлены главы в наших учебниках по эконометрике, разделы в учебниках по прикладной статистике и теории принятия решений [220]. Наиболее развёрнуто проблемы инфляции обсуждаются в учебниках по эконометрике [143, 217]. Соответствующие разделы включены в программы ряда учебных дисциплин, изучаемых на факультете «Инженерный бизнес и менеджмент» Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана, а также и в других вузах.

В настоящей монографии не будем обсуждать инфляцию как экономическое явление, сосредоточимся лишь на контроллинге инфляции, т.е. на разработке процедур управления соответствием поставленным задачам используемых и вновь создаваемых (внедряемых) организационно-экономических методов в области инфляции. Под поставленными задачами понимаем прежде всего задачи экономики предприятия и организации производства, которые постоянно решают управленцы (менеджеры) организаций промышленности и других отраслей народного хозяйства, а также государственных органов. Необходимость разработки процедур управления соответствием поставленным задачам обоснована, в частности, тем, что в печатных и Интернет-публикациях по проблемам инфляции наблюдается большое число неточностей и неверных утверждений. За анализом конкретных проблем отсылаем к указанным выше публикациям [220].

4.2. Определение инфляции и расчёт индекса инфляции

Под инфляцией понимаем рост цен. Рассматриваем её как наблюдаемый эффект экономической жизни. Аналогия из области физических явлений – температура. Глядя на термометр, фиксируем температуру. Причины появления той или иной температуры не обсуждаем. В метеорологии разработаны различные модели динамики температуры воздуха, однако прогнозы часто неточны. Аналогична ситуация и для инфляции – есть ряд моделей, объясняющих рост цен, однако вопрос о практическом применении этих моделей требует обсуждения. Поэтому полагаем, что определение понятия «инфляция» не следует связывать с той или иной моделью её появления, например, вводить в определение рост денежной массы как причину инфляции.

Главное в контроллинге инфляции – необходимость её учёта при сравнении стоимостных величин, относящихся к различным моментам времени. Для этого необходимо перейти

к сопоставимым ценам на тот или иной момент времени (начальный, конечный или какой-либо ещё). Рассуждения без учёта инфляции могут привести к грубым ошибкам в управлении хозяйствующими субъектами, в частности, при планировании и ценообразовании.

Динамику цен на конкретную продукцию можно отследить и использовать непосредственно. Однако для успешного управления предприятием необходимо иметь представление о сводной величине – об общем росте цен. Для получения такого представления используют *индексы инфляции*.

Как известно, подход к измерению роста цен основан на выборе и фиксации инструмента экономиста и управленца – потребительской корзины. Обозначим через n количество типов товаров или услуг (далее кратко – товаров), которые включены в потребительскую корзину. Обозначим

$$Q_i = Q_i(t), i = 1, 2, \dots, n,$$

– объёмы покупок этих товаров в момент времени t по ценам:

$$p_i = p_i(t), i = 1, 2, \dots, n$$

(имеется в виду цена за единицу измерения соответствующего товара, например, за штуку или килограмм...).

Подход к измерению роста цен основан на выборе и фиксации потребительской корзины $(Q_1(t), Q_2(t), \dots, Q_n(t))$, **не меняющейся со временем**, т.е. $(Q_1(t), Q_2(t), \dots, Q_n(t)) \equiv (Q_1, Q_2, \dots, Q_n)$. Стоимость $S(t)$ потребительской корзины в момент времени t такова:

$$S(t) = \sum_{1 \leq i \leq n} p_i(t) Q_i.$$

Затем необходимо сравнить стоимости $S(t_1)$ и $S(t_2)$ потребительской корзины $(Q_1, Q_2, \dots, Q_n)$ в старых $p_i(t_1)$, $i = 1, 2, \dots, n$, и новых $p_i(t_2)$, $i = 1, 2, \dots, n$, ценах.

Определение. *Индексом инфляции называется*

$$I(t_1, t_2) = \frac{S(t_2)}{S(t_1)} = \frac{\sum_{1 \leq i \leq n} p_i(t_2) Q_i}{\sum_{1 \leq i \leq n} p_i(t_1) Q_i}.$$

Здесь индексируемая величина – цены, а весами служат объёмы потребления, зафиксированные в принятой исследователем потребительской корзине.

С математической точки зрения индекс инфляции – это функция двух переменных, а именно двух моментов времени – начального, или базового, момента t_1 и конечного, или текущего, момента t_2 . Когда говорят об инфляции за определённый промежуток времени, то t_1 – начало этого промежутка (года, месяца), а t_2 – его конец. Обычно $t_1 < t_2$, хотя в приведённом выше определении это не требуется.

Согласно приведённому определению индекс инфляции – действительное число. Если цены постоянны, то индекс инфляции равен 1. Если цены растут, то индекс инфляции больше 1. Однако часто приводят индекс инфляции в процентах. При этом в процентах выражают отклонение от ситуации постоянных цен, т.е. отклонение от 1. Обозначим индекс инфляции в процентах за интервал времени (t_1, t_2) как $a = a(t_1, t_2)$, т.е. $a\% = a(t_1, t_2)\%$ – индекс инфляции в процентах за интервал времени (t_1, t_2) . Тогда

$$a(t_1, t_2)\% = (I(t_1, t_2) - 1) \times 100\%, \quad I(t_1, t_2) = 1 + \frac{a(t_1, t_2)}{100}.$$

Или в сокращённой форме:

$$a\% = 100 (I - 1)\%, \quad I = 1 + \frac{a\%}{100}.$$

Чтобы перейти к выражению индекса инфляции в процентах, надо значение «в размах» (т.е. в виде действительного числа) уменьшить на 1 и результат умножить на 100. Наоборот, чтобы от процентов перейти к «разам», надо значение «в «процентах» поделить на 100 и результат увеличить на 1.

Таким образом, 1,25 и 25% – это две записи одного и того же значения индекса инфляции. Инфляция 9% за 2006 г. означает, что цены выросли в среднем в 1,09 раза. Рост цен в 1992 г. в 26,1 раза означает, что индекс инфляции за этот год составил $(26,1 - 1) \times 100\% = 2510\%$.

Итак, используют два основных способа записи индекса инфляции – в «размах» и в «процентах». В «размах» – это именно тот способ, который дан в определении индекса инфляции как отношения стоимостей потребительской корзины в два момента времени. Однако в средствах массовой информации предпочитают приводить инфляцию в «процентах».

Индексы инфляции используют для перехода к сопоставимым ценам. Приведём простейший пример. Гражданин Иванов получил зарплату 20 000 руб. в апреле 2010 г., а через 10 лет – в апреле 2020 г. – зарплату 30 000 руб., т.е. в текущих ценах зарплата выросла в 1,5 раза. Однако за прошедшее время цены также выросли. Предположим, что в 2 раза, т.е. коэффициент инфляции равен 2,0 (т.е. 100%). Как изменилась реальная зарплата за десять лет? Для ответа на этот вопрос надо перейти к сопоставимым ценам.

Например, выразить зарплату 2020 г. в ценах 2010 г. путём деления на индекс инфляции. Получим $30\,000 / 2,0 = 15\,000$ руб. (в ценах 2010 г.). Значит, реальная зарплата уменьшилась в $20\,000 / 15\,000 = 1,33$ раза. На зарплату 2020 г. гражданин Иванов может купить на 25% меньше товаров и услуг по сравнению с его возможностями 2010 г.

Можно, наоборот, перейти от 2010 г. к 2020 г., проиндексировав зарплату 2010 г., т.е. умножить её на коэффициент инфляции за эти 10 лет. Получим $20\,000 \times 2,0 = 40\,000$ руб. Именно столько получал бы гражданин Иванов в 2020 г., если бы его зарплата росла пропорционально инфляции. Видим, что реальная зарплата уменьшилась в $40\,000 / 30\,000 = 1,33$ раза. Нетрудно доказать, что оба способа расчёта дают один и тот же результат.

Переход к сопоставимым ценам постоянно используется в ВКРБ (выпускных квалификационных работах бакалавров) кафедры «Экономика и организация производства» Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана.

Подчеркнём, что каждой конкретной потребительской корзине соответствует свой индекс инфляции. Потребительская корзина – это *инструмент экономиста и управленца*, предназначенный для усреднения индивидуальных индексов инфляции

$$I_i(t_1, t_2) = \frac{p_i(t_2)}{p_i(t_1)}, \quad i = 1, 2, \dots, n,$$

т.е. темпов роста цен отдельных товаров (услуг). Потребительская корзина не имеет прямого отношения к реальному потреблению экономического субъекта, которое зависит, очевидно, от располагаемого дохода.

Используют различные потребительские корзины. В средствах массовой информации обычно приводятся данные по потребительской корзине Росстата. С 1993 г. мы используем один и тот же инструмент исследования – минимальную потребительскую корзину физиологически необходимых продовольственных товаров (см. например, [136, 166]). Она была разработана для выполнения упомянутого выше заказа Министерства обороны РФ в 1993 г. на основе исходных данных Института питания Российской академии медицинских наук (РАМН). Установлено, что индексы инфляции Росстата на десятки и сотни процентов преуменьшают реальные индексы инфляции, полученные при независимых измерениях при использовании минимальной потребительской корзины физиологически необходимых продовольственных товаров [143, 217].

Используют и другие корзины потребительских товаров. Продовольственная инфляция может в разы превышать инфляцию по Росстату.

Можно встретить информацию об инфляции в отдельных отраслях промышленности и в регионах. Для управления от-

дельным предприятием лучше всего построить потребительскую корзину для этого конкретного предприятия. Для этого надо начать с классификации товаров и услуг, закупаемых предприятием. Обычно выделяют порядка 100 групп. Затем упорядочивают эти группы по объёму закупа (от большего к меньшему). Обычно 10–20 групп дают не менее 50% общего закупа. Из каждой из таких групп берут типичного представителя (товар или услугу). Они и дают потребительскую корзину из 10–20 товаров и услуг, соответствующую рассматриваемому предприятию. Остаётся отслеживать цены и рассчитывать значения индекса инфляции. Если и то, и другое делать вручную, то на получение одного значения индекса инфляции достаточно двух часов рабочего времени. Простые программные продукты позволяют получать эти значения практически мгновенно.

4.3. Расчёты на основе индексов инфляции

В контроллинге инфляции используются два простых математических результата – теорема умножения и теорема сложения.

Теорема умножения. *Для любых трёх моментов времени t_1, t_2, t_3 справедливо равенство*

$$I(t_1, t_3) = I(t_1, t_2)I(t_2, t_3).$$

Теорема умножения показывает, как надо на основе данных об инфляции за примыкающие интервалы рассчитывать индекс инфляции за оба интервала, т.е. за их объединение.

Пусть, например, t_1 – это 31 декабря 2004 г., t_2 – это 31 декабря 2005 г., t_3 – это 31 декабря 2006 г. Тогда $I(t_1, t_2)$ – это индекс инфляции за 2005 г., он равен 10,9% (официальные данные Росстата). А $I(t_2, t_3)$ – это индекс инфляции за 2006 г., согласно тому же источнику он равен 9%. Теорема умножения даёт возможность рассчитать по этим данным индекс инфляции за два года (2005–2006), т.е. с 31 декабря 2004 г. по 31 декабря 2006 г.

В теореме умножения индексы инфляции выражены «в размах». Следовательно, для расчёта индекса инфляции за два года надо от «процентов» перейти к «разам». Индекс инфляции за 2005 г. составляет

$$I(t_1, t_2) = 1 + \frac{10,9}{100} = 1,109,$$

а индекс инфляции за 2006 г. равен

$$I(t_2, t_3) = 1 + \frac{9}{100} = 1,09.$$

По теореме умножения индекс инфляции за два года таков:

$$I(t_1, t_3) = I(t_1, t_2)I(t_2, t_3) = 1,109 \times 1,09 = 1,20881.$$

Переведём в проценты:

$$I(t_1, t_3) = 100(1,20881 - 1)\% = 20,881\%.$$

С достаточной для практики точностью можно округлить:
 $I(t_1, t_3) = 20,9\%$.

Обратите внимание, что при сложении индексов инфляции, выраженных «в процентах», получим $10,9\% + 9\% = 19,9\%$, что меньше правильного результата $0,981\%$ почти на 1% . К сожалению, неверная рекомендация о сложении «процентов» (вместо умножения «разов») иногда встречается в литературных источниках. Если индексы инфляции велики, то эта рекомендация приводит к большим ошибкам. Например, если за первый период индекс инфляции равен 5 (400%), за второй – 10 (900%), то за объединённый интервал времени он по теореме умножения равен $5 \times 10 = 50$ (4900%). В то время как неверная рекомендация о сложении «процентов» даёт $400\% + 900\% = 1300\%$. Ошибка почти в 4 раза.

Теорема умножения позволяет переходить от индексов инфляции за отдельные недели к индексам инфляции за месяц (четыре недели), от помесечных индексов инфляции – к квартальным и годовым, от годовых – к индексам инфляции за несколько лет.

Обсудим соотношение инфляции по месяцам и за год, а также понятие *среднего темпа роста цен* и среднемесячной инфляции. Пусть I_1 – индекс инфляции за январь, I_2 – за февраль, I_3 – за март, ..., I_{12} – за декабрь, а $I_{\text{год}}$ – за год в целом. Тогда согласно теореме умножения

$$I_{\text{год}} = I_1 I_2 I_3 \dots I_{12}.$$

Как ввести понятие среднего индекса инфляции? Естественно исходить из требования, чтобы при подстановке среднего индекса инфляции вместо всех усредняемых величин итог не изменялся. Пусть $I_1 I_2 I_3 \dots I_k$ – индексы инфляции за k последовательных интервалов времени, а $I_{\text{ср}}$ – средний индекс инфляции для этой совокупности. Тогда исходное требование – это требование выполнения равенства

$$I_1 I_2 I_3 \dots I_k = I_{\text{ср}}^k.$$

Таким образом,

$$I_{\text{ср}} = \sqrt[k]{I_1 I_2 I_3 \dots I_k},$$

т.е. средний индекс инфляции рассчитывается как среднее геометрическое. Например, если за первый период индекс инфляции равен 5 (400%), за второй – 10 (900%), то средний индекс инфляции равен

$$\sqrt{5 \times 10} = 7,07,$$

т.е. 607%. Отметим, что всегда среднее геометрическое меньше среднего арифметического

$$\sqrt[k]{I_1 I_2 I_3 \dots I_k} < \frac{I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_k}{k},$$

за исключением единственного случая, когда все усредняемые величины равны между собой (и равны их среднему арифметическому и среднему геометрическому). В рассматриваемом примере среднее арифметическое индексов инфляции за 2005 г. и 2006 г. равно $(5 + 10) / 2 = 7,5$, что больше среднего геометрического 7,07.

Информация об индексах инфляции и рассуждения, связанные с ними, постоянно появляются на страницах печати и обсуждаются в иных средствах массовой информации. К сожалению, достаточно широко распространены ошибки (см. примеры в учебниках [136, 143, 217]). Так, в одной из экономических (!) газет была помещена публикация, в которой основной исходный материал для обсуждения – индексы инфляции по месяцам (табл. 1).

Таблица 1

Индексы инфляции по месяцам

Месяц	Индекс инфляции	Месяц	Индекс инфляции	Месяц	Индекс инфляции
Январь	1,00	Май	1,29	Сентябрь	1,22
Февраль	1,23	Июнь	1,30	Октябрь	1,19
Март	1,19	Июль	1,23	Ноябрь	1,23
Апрель	1,25	Август	1,22	Декабрь	1,25

Автору публикации были нужны индексы инфляции за несколько месяцев. Рассчитывая их, он без каких-либо сомнений пользовался неправильной рекомендацией о сложении индексов «в процентах» вместо перемножения индексов инфляции, выраженных «в размах». В результате он получил для периода январь-декабрь (т.е. за год) значение индекса инфляции 3,60 (поскольку $0\% + 23\% + 19\% + 25\% + 29\% + 30\% + 23\% + 22\% + 22\% + 19\% + 23\% + 25\% = 260\%$, т.е. 3,60), в то время как на самом деле индекс инфляции, рассчитанный в результате перемножения индексов по месяцам, равен 10,23. Допущенная ошибка в $10,23/3,60 = 2,84$ раза существенно исказила дальнейшие расчёты (фонда оплаты труда, средней зарплаты и других экономических характеристик) в рассматриваемой публикации, названной в специализированной экономической газете не как-нибудь, а «консультацией»!

Перейдём к теореме сложения. Выше целью введения индекса инфляции была выдвинута необходимость усреднения

индивидуальных темпов роста цен (индивидуальных индексов инфляции)

$$I_i(t_1, t_2) = \frac{p_i(t_2)}{p_i(t_1)}, \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

Однако индекс инфляции был определён не как среднее таких величин, а как отношение стоимостей потребительских корзин. Тем не менее индекс инфляции действительно является средним взвешенным арифметическим индивидуальных индексов инфляции, как показывает следующая теорема.

Теорема сложения. *Существуют положительные весовые коэффициенты β_i , $i = 1, 2, \dots, n$, такие, что*

$$I(t_1, t_2) = \sum_{1 \leq i \leq n} \beta_i I_i(t_1, t_2),$$

причём сумма этих коэффициентов равна 1, т.е. $\beta_1 + \beta_2 + \dots + \beta_n = 1$. При этом β_i – это доля стоимости потребительской корзины, приходящаяся на соответствующий (i -й) товар (услугу) в начальный (базовый) момент времени,

$$\beta_i = \frac{p_i(t_1)Q_i}{S(t_1)} = \frac{p_i(t_1)Q_i}{\sum_{1 \leq k \leq n} p_k(t_1)Q_k}, \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

Теорема сложения справедлива и в случае, когда вместо индивидуальных коэффициентов инфляции стоят групповые. Например, при расчёте индекса инфляции по используемой нами минимальной потребительской корзине физиологически необходимых продовольственных товаров можно поступить так. Сначала найти индексы инфляции по 10 группам, выделенным в этой корзине (хлеб и хлебобродуки, овощи, сахар и кондитерские изделия и др.). Затем объединить их в единый индекс с помощью весовых коэффициентов согласно теореме сложения. Аналогично, получив индексы инфляции отдельно по продовольственной корзине, отдельно по товарам повседневного спроса, товарам длительного спроса, отдельно по различным

видам услуг (жилищно-коммунальных, транспортных, информационных, ритуальных и др.), получить итоговый индекс инфляции по объединённой корзине. Большое значение имеет теорема сложения при расчёте дефлятора валового внутреннего продукта (с целью приведения его к сопоставимым ценам) [217]. Это связано с тем, что потребительская корзина при этом должна охватывать весь спектр конечных товаров и услуг, производимых на территории страны за год.

При международных сопоставлениях нельзя ограничиваться оценками экономических величин, полученными на основе текущих курсов валют. Необходимо учитывать уровень цен в рассматриваемых странах. Для этого применяют так называемый «паритет покупательной способности (ППС)». Его идея проста. Возьмём потребительскую корзину и приравняем её стоимость в сравниваемых странах, в результате найдём курс одной валюты относительно другой. Например, пусть стоимость одной и той же потребительской корзины в Москве равна 5000 руб., а в Нью-Йорке – 250 долларов. Поскольку корзина одна и та же, то приравниваем 5000 руб. к 250 долларам и получаем, что стоимость 1 доллара равна $5000/250 = 20$ руб. по ППС. Расчётами ППС занимаются как журналисты, так и Международный валютный фонд (одна из структур ООН). Справедливая цена доллара в 2025 г. – около 30 руб., т.е. примерно в 3 раза меньше официального курса. Причины столь выраженной недооценки рубля не будем здесь обсуждать. Как следствие, заключаем, что российская зарплата в 100 000 руб. примерно соответствует американской зарплате примерно в $100\,000/30 = 3333$ доллара в месяц, или 40 000 тыс. долларов в год. Важно, что ВВП (валовой внутренний продукт) Китая с 2014 г. превышает ВВП США (по ППС). Таким образом, КНР является первой страной в мире по суммарному объёму экономики, США – второй, Индия – третьей, а Россия – четвертой¹ (по данным Всемирного банка [326]).

¹ <https://www.rbc.ru/rbcfreenews/6659c37f9a7947a920ced49d>

Прогнозированием индексов инфляции мы начали заниматься по поручению Министерства обороны РФ. Речь идёт о прогнозировании временного ряда $I(t)$ значений индексов инфляции. Из теоремы умножения вытекает, что основную тенденцию (тренд) естественно искать в виде экспоненциальной зависимости $I(t) = C_{\text{exp}}(at)$. Поскольку зависимость не является линейной, то для применения метода наименьших квадратов необходимо осуществить линеаризацию. Для этого достаточно от исходных данных $(t_i, I_i), i = 1, 2, \dots, n$, перейти к данным $(t_i, \ln I_i), i = 1, 2, \dots, n$, другими словами, прогнозировать не значение индекса инфляции, а значение его логарифма. Это – одна из рекомендаций контроллинга инфляции. Известно, что для многих финансовых характеристик, например, курсов акций, можно повысить точность прогнозирования, если от исходных значений перейти к их логарифмам. На значения индекса инфляции влияет сезонность, связанная с появлением продуктов нового урожая. Поэтому к линейному тренду для логарифма индекса инфляции целесообразно добавить периодическую (сезонную) составляющую. Третьими слагаемыми являются случайные погрешности (отклонения, невязки). Технология восстановления зависимости методом наименьших квадратов на основе непараметрической модели с периодической составляющей развита в статье [151].

4.4. Организационно-экономические модели инфляции

Распространены модели инфляции на словесном уровне. Например, в [71] сказано: «Инфляцию разделяют на инфляцию спроса и инфляцию издержек. Инфляция спроса возникает, когда возможность приобрести товары растёт быстрее выпуска самих товаров. В результате происходит повышение цен». Точнее, когда денежная масса превышает товарное покрытие.

Там же сказано: «Инфляция издержек возникает, когда компании поднимают цены вследствие удорожания ресурсов или увеличения тарифов на услуги, входящие в издержки произ-

водства, и доставку товаров потребителям, а также роста заработной платы, опережающего повышение производительности труда, что порождает так называемую инфляционную спираль «заработная плата – цены», придавая тем самым росту цен устойчивость». Другими словами, часто рост цен на «входе» (в технологический процесс) приводит к росту цен на «выходе». Однако необходимо учитывать свойства функции спроса – при росте цен на продукцию спрос снижается. Как следствие, может случиться так, что на «входе» цены растут, а на «выходе» остаются постоянными. Численные примеры приведены в начальных главах наших учебников по эконометрике [136, 143, 217].

Дополнительно к инфляции спроса и инфляции издержек, вызванными стихийными действиями хозяйствующих субъектов, надо указать на «административную инфляцию», когда цены растут вследствие решений государственной власти, а не производителей. Например, президент США Трамп повысил в 2025 г. тарифы (пошлины) на ввозимые товары, что приводит к повышению цен на них, а затем и к всеобщей инфляции. Другие примеры – повышение цен в нашей стране в апреле 1991 г. по решению Кабинета министров СССР, в 1992 г. – как следствие «либерализации цен», в 1998 г. – как результат дефолта, объявленного государственной властью.

В литературе распространены ошибочные попытки вывести рост цен из роста денежной массы. Поясним ошибку, о которой идёт речь. Будем исходить из уравнения Фишера. Его называют также уравнением обмена, главным уравнением количественной теории денег [27]. Оно лежит в основе современного монетаризма, рассматривающего деньги как главную составляющую рыночного хозяйства. В соответствии с уравнением Фишера произведение величины денежной массы на скорость обращения денег равно произведению уровня цен на объем национального продукта, т.е.

$$MV = PQ.$$

Здесь M – количество денег в обращении; V – скорость обращения денег (в оборотах за год); P – уровень цен; Q – объем производства товаров и услуг.

В реальной системе народного хозяйства скорость обращения денег V мало меняется год от года.

Что произойдёт, если количество денег в обращении M будет увеличено? Увеличится произведение PQ . Можно ли утверждать, что цены возрастут? Не всегда. Они могут и упасть, если объем производства растёт быстрее роста денежной массы. Именно так и было в первые послевоенные годы в СССР, когда регулирующие цены государство ежегодно их снижало.

А если количество денег в обращении M будет уменьшено? Можно ли утверждать, что цены упадут? Не обязательно. Они могут и возрасти, если объем производства падает быстрее, чем падает объем денежной массы. Именно так и было в России в 1990-е годы. Денег не хватало для нормального функционирования хозяйства, в ход шли самые разные денежные суррогаты, приходилось переходить и к бартеру – обмену товарами и услугами без посредничества денежного обращения. И одновременно наблюдалась высокая инфляция (сотни процентов в год). Финансовое руководство страны полагало, что путём сокращения поступления денег в экономику удастся уменьшить рост цен. Получилось наоборот – цены быстро росли, а производство катастрофически падало (см. статистические данные в главе 3 «Динамика макроэкономических и демографических показателей России» монографии [219]).

В качестве иллюстрации – информация о работе нашего научного коллектива (Института высоких статистических технологий и эконометрики). За выполненный заказ с нами расплатились не деньгами, а их суррогатом – «налоговыми вычетами», т.е. расписками государства о поступлении налогов от предприятий и организаций. Чтобы, имея на руках эти суррогаты, выплатить зарплату нашим работникам, пришлось обращаться к банкам за посредничеством, в результате реальная выплата

сократилась примерно на 20% (а банки, естественно, получили дополнительную прибыль). Из этого примера ясно, что искусственно созданная в 1990-х годах хозяйственная ситуация была выгодна банкам, в то время как производители несли заметные потери.

Констатируем, что в настоящее время отсутствуют научно обоснованные организационно-экономические модели возникновения и развития инфляции. Поэтому, как уже говорилось в начале разд. 4.2.2, мы рассматриваем её как наблюдаемый и измеряемый эффект экономической жизни.

Глава 5. КОНТРОЛЛИНГ КАЧЕСТВА

5.1. Анализ и синтез планов статистического контроля качества

Одна из наиболее важных для практики областей математических методов исследования, дающая к тому же большой экономический эффект – статистические методы обеспечения качества продукции, основанные на применении вероятностно-статистических моделей. Эта область относится к перспективным математическим и инструментальным методам контроллинга [229]. Контроллинг статистических методов обеспечения качества продукции [164] – частный случай контроллинга организационно-экономических методов управления предприятиями [152].

В статье [153] была выделена такая область контроллинга, как *контроллинг рисков* (см. главу 3 данной монографии). Эта научно-практическая область посвящена проблемам разработки процедур управления соответствием задачам, поставленным руководством организации, используемых и вновь создаваемых (внедряемых) организационно-экономических методов риск-менеджмента, т.е. методов анализа, оценки и управления рисками различной природы, в том числе рисками дефектности и рисками разладки технологического процесса.

В настоящей главе мы выделяем такую область контроллинга, как *контроллинг качества*, и обсуждаем её основные проблемы. Речь идёт о контроллинге организационно-экономических методов обеспечения качества продукции, прежде всего статистических методов в этой области, основанных на теории вероятностей и математической статистике.

Начнём с обсуждения проблем статистического контроля качества.

На основе теории статистического контроля можно проанализировать планы контроля качества, имеющиеся в нормативно-технической документации (стандартах, технических условиях) и в договорах на поставку продукции и оказание услуг. Достаточно часто оказывается, что формулировки соответствующих разделов (разделов «Правила приёмки», «Методы контроля» и др.) имеют различные недостатки и неточности, что может послужить в дальнейшем причиной возникновения арбитражных ситуаций (т.е. споров между хозяйствующими субъектами, решаемых через арбитражные или иные суды).

Если обсуждаемая система контроля качества выдерживает чисто логическую проверку, то наступает вторая стадия – анализ с точки зрения теории статистического контроля. На этой стадии рассчитывают характеристики применяемых планов контроля – приёмочный и браковочный уровни дефектности, предел среднего выходного уровня дефектности. Есть и иные показатели, например, средний используемый объем выборки, средняя стоимость контроля, и т.п. Особенно важна прогнозируемая доля арбитражных ситуаций (споров между предприятиями) при используемой системе контроля.

На стадии анализа возможны неожиданные «открытия». Например, может оказаться, что существующая система контроля качества, хотя и является формально безупречной, но защищает лишь от приёмки столь плохих партий продукции, в которых более половины единиц продукции дефектны (т.е. для применяемых планов контроля браковочный уровень дефектности больше 0,5). Или что система контроля защищает интересы поставщиков, у которых каждое пятое изделие является бракованным (приёмочный уровень дефектности равен 0,2).

Замечание. До сих пор постоянно говорилось о контроле единиц и партий продукции. Однако нет никакого принципиального отличия с контролем услуг (медицинских, туристических, транспортных, образовательных, банковских, связанных с деятельностью торговых предприятий и иных) или докумен-

тации. Поэтому теория и практика статистического контроля качества продукции даёт полезные рекомендации для банковского дела и бухгалтерского аудита, а также для экологического мониторинга [201]. Надо только аккуратно заменить слова, описывающие предметную область применения теории статистического контроля.

После анализа ситуации с системой контроля естественно перейти к улучшению этой системы, к обоснованному выбору планов, к этапу синтеза. В зависимости от конкретных условий используются разнообразные подходы к выбору планов [196, гл. 10]. Например, задают приёмочный и браковочный уровни дефектности. В случае контроля с разбраковкой естественно использовать ограничения на предел среднего выходного уровня дефектности. Экономико-математическая теория статистических методов контроля качества изложена в наших учебниках (см., например, [196, 198]) и статьях (см., например, [157, 158]), в настоящем разделе мы сосредотачиваемся на проблемах контроллинга качества, при этом используя термины и результаты этой теории, не разъясняя их здесь.

Обсудим подробнее оптимизационные постановки в статистическом приёмочном контроле. Очевидно, имеется три вида издержек (затрат и потерь):

- затраты непосредственно на проведение контроля единиц продукции, включённых в выборку,
- потери в случае неверного решения о забраковании партии продукции (в которой на самом деле доля дефектной продукции *соответствует* требованиям договора между поставщиком и потребителем или иной нормативно-технической документации);
- потери в случае неверного решения о принятии партии продукции (в которой доля дефектной продукции *не соответствует* требованиям договора между поставщиком и потребителем или иной нормативно-технической документации).

При этом первые два вида затрат непосредственно связаны с деятельностью предприятия, на котором производится продукция, третий же вид затрат (потерь) формируется там, где продукция потребляется. С этим связана принципиальная сложность подсчёта затрат третьего вида. Особенно эта сложность проявляется тогда, когда попадание к потребителю дефектных изделий может привести к авариям с человеческими жертвами. Тогда возникает вопрос: сколько стоит человеческая жизнь? Только оценив потери здоровья и жизни в денежных единицах, можно сформировать функционал качества плана статистического контроля и затем оптимизировать его. Поскольку невозможно (прежде всего из этических и религиозных соображений) выразить стоимость человеческой жизни в денежных единицах, то невозможно сформировать функционал качества плана статистического контроля и тем более оптимизировать его.

К счастью, для большинства видов продукции вопрос о денежной оценке человеческой жизни не возникает. Проблема обычно «всего лишь» в том, что выпущенная продукция используется разнообразными конечными потребителями, а потому оценить отрицательный эффект повышения доли ее дефектности затруднительно.

Поэтому наряду с функционалом качества, включающим все три вида затрат, часто рассматривают «условный» функционал на основе затрат первых двух типов, а на вероятность принятия партии продукции, в которой доля дефектной продукции не соответствует требованиям нормативно-технической документации, накладывают ограничение, т.е., проще говоря, третий вид затрат учитывают в качестве ограничения.

Естественно также по-разному проводить контроль у поставщика (производителя) и потребителя (заказчика). Пусть для определённости поставщик использует план $(n_1, 0)$, а потребитель – план $(n_2, 0)$. (Здесь n_1 и n_2 – объёмы контролируемых выборок у поставщика и потребителя соответственно, партия

продукции принимается тогда и только тогда, когда все проконтролированные изделия являются годными.) Тогда естественно зафиксировать в договоре о поставке, что $n_1 \gg n_2$. Такая договорённость обеспечит тщательный контроль со стороны изготовителя и почти автоматическое подтверждение приёмки со стороны потребителя (т.е. мала вероятность появления хозяйственного спора – конфликтной (другими словами, арбитражной) ситуации).

Одна из распространённых догм состоит в том, что изготовитель и потребитель должны проводить контроль по одним и тем же планам контроля. Если план контроля и входной уровень дефектности таковы, что ситуация контроля относится к буферной зоне, т.е. вероятность приёмки партии заметно отличается от 0 и 1, то указанная догма приводит к высокой вероятности спорных ситуаций. Пусть, например, оперативная характеристика равна 0,5. Пусть изготовитель принял партию (с вероятностью 0,5). После этого при независимом контроле у потребителя с той же вероятностью 0,5 она может быть отклонена и с вероятностью 0,5 принята. Значит, общий итог таков: 50% за то, что партия будет забракована у поставщика, 25% – за спорную ситуацию (поставщик принял, потребитель забраковал), 25% – за принятие и поставщиком и потребителем. Конечно, рассмотрен крайний случай – наиболее частое появление спорных ситуаций. Но реальное появление 10–15% арбитражных споров – это типовая ситуация в 80-е годы.

Один из вариантов выбора планов контроля поставщиком и потребителем выглядит так. Стороны договариваются о некотором «приемлемом» входном уровне дефектности p^* . Затем поставщик выбирает план контроля, используя p^* как браковочный уровень дефектности, а потребитель – рассматривая p^* как приёмочный уровень дефектности. Анализ, синтезу, оптимизации и стандартизации планов статистического контроля посвящена обширная специальная литература, в частности, работы [6, 28, 81, 124, 275, 307; 318].

5.2. Усечённые планы контроля

Пусть единицы продукции контролируются одна за другой (т.е. последовательно). Рассмотрим план статистического контроля (60, 3). Пусть при проверке единицы продукции появляются в таком порядке: дефектная, дефектная, дефектная, дефектная, ... Четыре дефектные единицы подряд! Надо ли дальше проверять выборку? Исходя из здравого смысла – нет. Ведь совершенно неважно, каковы будут результаты по остальным 59 единицам продукции, окажутся они годными или дефектными – 4 дефектные единицы уже есть, и партию следует забраковать. Контроль мог бы быть прекращён и тогда, когда при проверке 57 единиц все 57 окажутся годными – независимо от качества остальных 3 единиц продукции партию надо принимать.

Усечённые планы – это планы статистического контроля, в которых контроль разрешается прекращать, если итог (принятие или забракование партии) становится ясен ранее, чем проведён контроль всех включенных в выборку единиц продукции. Усечённые планы применяются, когда единицы продукции поступают на контроль последовательно, одна за другой (или группа за группой). Это не всегда так. Если, например, план (60, 3) применяется для контроля качества электролампочек, и все 60 лампочек ввёрнуты в гнезда на испытательном стенде и одновременно включены, то подход на основе усечённых планов применить нельзя.

Возможность применения усечённых планов должна быть явным образом указана в нормативно-технической документации и в договорах на поставку. Опишем юридический казус, связанный с усечёнными планами. В ГОСТе на штангенциркули был предусмотрен план контроля (20, 0). Органы Госстандарта проверяли завод «Точнометр» (название изменено). Проверили первый штангенциркуль – дефектен, второй – дефектен, ..., десятый – дефектен. На этом комиссия остановилась, вполне резонно (с точки зрения здравого смысла) решив, что партия штанген-

циркулей должна быть забракована. Органы Госстандарта наложили на завод «Точнометр» штраф за выпуск некачественной продукции (в соответствии с действующим в то время законопорядком). Однако завод опротестовал это решение в суде. И суд удовлетворил протест, ссылаясь на то, что порядок проведения контроля качества штангенциркулей был нарушен! Бракоделы не смогли бы уйти от наказания, если бы в соответствующих документах была бы прописана возможность использования усечённых планов.

5.3. Выделение единиц бесформенной (жидкой, газообразной) продукции

Во всем предыдущем изложении постоянно встречается термин «единица продукции». Он вполне ясен, если речь идёт об отдельных изделиях – дискетах, коробках спичек, патронах, бутылках минеральной воды, электробритах, или отдельных деталях – болтах, гвоздях, пластмассовых дисках... Однако многие виды продукции имеют иной вид – газообразный, жидкий или, как говорят, используя объединяющий термин, бесформенный (в том числе порошкообразный, желеобразный, ...). Как быть с ними? В контроллинге качества должны быть даны правила принятия решений при контроле бесформенной продукции. Они актуальны также при экологическом мониторинге.

В работе [70] предложен подход, позволяющий применить к бесформенной продукции методы статистического контроля качества. Основное – это выделить единицу продукции. Она не должна быть очень малой, поскольку ясно, что в бесформенной продукции свойства вещества в близких точках близки. Основная идея состоит в том, чтобы взять некоторое количество пар точек, отстоящих друг от друга на определённое расстояние, и выяснить, есть связь (т.е. значим ли ранговый коэффициент корреляции Спирмена – см., например, [113, 114]) между значениями изучаемого свойства в этих парах точек или нет. Если

связь есть, значит, точки разнесены на недостаточное расстояние, другими словами, точки относятся к одной и той же единице продукции. Поэтому расстояние между точками надо увеличить. Если связь уже не обнаруживается, то это значит, что они относятся к разным единицам продукции. В процессе увеличения расстояния тем самым оценивается величина ребра куба, в виде которого условно представляем себе единицу бесформенной продукции. Разбив бесформенную продукцию на единицы, можно применять описанные выше подходы для контроля ее качества (подробнее см. [70]).

5.4. Отбор случайной выборки при статистическом контроле качества продукции

Как и при любом выборочном обследовании, при статистическом контроле качества продукции остро строит проблема отбора репрезентативной (представительной) выборки (см., например, [196, гл. 1]). Эта проблема усугубляется экономической заинтересованностью участников процесса.

В качестве примера обсудим ситуацию при пересмотре ГОСТ 3622-68 «Молоко и молочные продукты. Отбор проб и подготовка их к испытанию» [237]. Сотрудники Украинского научно-исследовательского института мясной и молочной промышленности (г. Киев) представили данные измерений жирности мороженого определённого сорта. Содержание жира ниже заданной в ГОСТ 3622-68 границы допускалось не более чем в 10% случаев. Для каждой партии было проведено 10 измерений. В представленных материалах всегда из 10 измерений ровно в одном жирность была ниже требуемой, причём это измерение стояло либо на третьем, либо на восьмом месте, что с точки зрения теории вероятностей практически невозможно. Гистограмма результатов измерений имела странный вид – в промежуток, примыкающий к граничному значению снизу, не попал ни один результат измерений, в то же время соседние

столбцы гистограммы были достаточно высокими. Это провал объясняется просто – результаты измерений, оказавшиеся несколько ниже требуемой величины, «исправлялись» в нужную сторону – завышались, чтобы требования ГОСТ были формально выполнены. Приведённые факты показывают, что данные измерений жирности были сфальсифицированы, причём достаточно «аккуратно», чтобы факт фальсификации не бросался в глаза. Цель фальсификации очевидна – замаскировать массовое нарушение требований нормативного документа – ГОСТ 3622-68.

Для получения представительной выборки наиболее научно-обоснованным является использование датчиков псевдослучайных чисел (а не таблиц или физических датчиков случайных чисел).

Исходя из экономической и технической целесообразности, популярна схема многоступенчатой выборки. Например, из 15 вагонов отобрать вагон № 5, из него – контейнер № 3 около двери (из 12 контейнеров), из контейнера № 3 – ящики №№ 7, 15 и 23, а из этих ящиков – каждое пятое изделие. При этом описании составления выборки совершенно ясно, что реально классическая случайная выборка может быть организована лишь при контроле одного конкретного контейнера, а именно, контейнера № 3 вагона № 5, и остаётся только надеяться, что он является типичным для всей партии.

5.5. Всегда ли нужен контроль качества продукции?

Выделим и обсудим основной парадокс теории статистического приёмочного контроля.

Как известно, в теории статистического приёмочного контроля качества продукции разработано много подходов к выбору планов контроля:

- на основе приёмочного и браковочного уровней дефектности;

- исходя из предела среднего выходного уровня дефектности (при контроле с разбраковкой);
- с использованием экономических показателей, относящихся к предприятию (см., например, ГОСТ 24660-81);
- с использованием экономических показателей, относящихся к народному хозяйству в целом; и т.д.

Имеется обширная литература, посвящённая обоснованию и сравнению этих подходов, разработке соответствующей математической теории и программного обеспечения. Не углубляясь в эти проблемы, сосредоточим внимание на уже отмеченном выше парадоксальном явлении: при повышении качества выпускаемой продукции теория рекомендует увеличивать объем контроля!

Действительно, при повышении качества выпускаемой продукции требования потребителя, очевидно, обеспечиваются все лучше. Следовательно, должен уменьшаться браковочный уровень дефектности, т.е. то значение входного уровня дефектности, при котором вероятность приёмки партии равна риску потребителя. Из всех планов с общим объёмом контроля n минимум вероятности приёмки партии (т.е. оперативной характеристики) достигается на одноступенчатом плане $(n, 0)$. (Напомним, что согласно этому плану партия принимается тогда и только тогда, когда из n проверенных единиц продукции все оказываются годными.) Другими словами, оперативная характеристика для плана $(n, 0)$ является огибающей (снизу) множества всех оперативных характеристик. Следовательно, из всех планов с общим объёмом контроля n минимум браковочного уровня дефектности достигается также на плане $(n, 0)$.

В дальнейшем будем исходить из биномиальной модели выборки, согласно которой число дефектных единиц продукции в выборке объёма n имеет биномиальное распределение с параметрами n и p , где p – входной уровень дефектности. Как хорошо известно, эта модель является приближением для модели простой случайной выборки из партии, согласно которой указанное

число имеет гипергеометрическое распределение. Известно, что по чисто математическим причинам гипергеометрическая модель переходит в биномиальную, если объём партии безгранично возрастает, а доля дефектных единиц продукции в партии приближается к p . Если объём выборки составляет не более 10% объёма партии, то с достаточной для практики точностью принимают, что соответствующее биномиальное распределение хорошо приближает гипергеометрическое.

Примем обычное предположение о том, что риск потребителя равен 0,10. Как известно, браковочный уровень дефектности $p_{бр}$ для плана $(n, 0)$ определяется из условия

$$(1 - p_{бр})^n = 0,10.$$

Это соотношение даёт возможность по заданному браковочному уровню дефектности $p_{бр}$ найти необходимый объём выборки:

$$n = \ln 0,10 / \ln (1 - p_{бр}) = - 2,30 / \ln (1 - p_{бр}).$$

Поскольку в силу сказанного ранее представляют интерес малые значения браковочного уровня дефектности, воспользуемся тем, что при малых x согласно правилам математического анализа

$$\ln (1 + x) = x + O (x^2).$$

Вторым слагаемым в правой части последней формулы, как обычно в асимптотических рассуждениях, можно пренебречь. Следовательно, необходимый объём выборки с достаточной точностью может быть найден по формуле

$$n = 2,30/p_{бр}. \quad (1)$$

(При конкретных расчётах надо, очевидно, правую часть округлить до ближайшего целого числа.) Например, при довольно низком (с точки зрения мирового рынка) качестве выпускаемой продукции можно задать $p_{бр} = 0,01$, т.е. потребовать,

чтобы почти все (точнее, не менее 90%) партии, в которых дефектных единиц больше, чем 1 из 100, были забракованы и не достигли потребителя. Тогда объем контроля должен составлять не менее $n = 230$.

Как следует из сказанного выше, необходимый объем выборки, определяемый для какого-либо плана контроля по заданному браковочному уровню дефектности $p_{бр}$, будет не меньше, чем для плана $(n, 0)$, т.е. не меньше, чем $2,30/p_{бр}$. Таким образом, если достигнут достаточно высокий уровень качества, такой, что потребителю может попасть не более 1 дефектной единицы продукции из 10 000, т.е. $p_{бр} = 0,0001$, то объем контроля должен быть не меньше $n = 23\,000$. Если же качество повысится в 100 раз, т.е. потребителю сможет попасть не более 1 дефектной единицы продукции из 1 000 000, то объем контроля и затраты на него возрастут также в 100 раз, и минимально необходимый объем контроля составит 2,3 миллиона единиц продукции. Поскольку объём партий большинства (практически всех!) видов продукции существенно меньше этого числа, то проведённые выше расчёты говорят о необходимости перехода на сплошной контроль.

Итак, выводы парадоксальны: если качество выпускаемой продукции не очень хорошее, то целесообразно проводить статистический (выборочный) контроль, если же качество возрастает, то объем контроля и затраты на него увеличиваются, вплоть до перехода на сплошной контроль. Если это возможно, т.е. если контроль не является разрушающим. А если невозможно, то попадаем в тупиковую ситуацию – высокое качество не может быть подтверждено.

В реальных ситуациях объёмы контролируемых выборок – единицы или десятки, но обычно отнюдь не сотни и тысячи. Если контролируются 100 изделий, то согласно формуле (1) браковочный уровень дефектности равен 2,3%. И это – предел для реально используемых объемов контроля. Следовательно, статистический приемочный контроль (в том числе выходной или

входной) может быть применен для контроля лишь такой продукции, в которой из 50 изделий хотя бы одно дефектно. Другими словами, этот метод управления качеством предназначен лишь для продукции сравнительно низкого качества (входной уровень дефектности не менее 1-2%) или при обслуживании потребителя, согласного на довольно высокий браковочный уровень дефектности (не менее 2,3%).

Следовательно, для повышения качества необходимо использовать не только статистический приемочный контроль партий продукции, но контрольные карты и другие методы статистического регулирования технологических процессов на предприятии. О них подробно рассказано, например, в монографиях [91, 94, 276] и статьях [244, 245]. В частности, упомянем методы «всеобщего» (в другом переводе – «тотального») контроля качества и др. Недаром этим методам уделяется больше внимания в зарубежных методических изданиях, чем собственно статистическому приёмочному контролю.

Чем выше достигнутый уровень качества, тем больше необходимый объем контроля для его подтверждения – таков парадокс классической теории статистического контроля. Возможный выход состоит в переходе к принципиально новому подходу, обеспечивающему существенное расширение возможностей менеджера при выборе технической политики на основе учёта экономических рисков. При этом оказывается, что даже «перекладывание» контроля на потребителя может быть экономически выгодно, если производитель организовал защиту от риска методом пополнения партий или путём развития технического обслуживания.

В государственных стандартах, технических условиях, другой нормативно-технической документации, относящейся к потребительским товарам и услугам, различным изделиям, веществам, материалам, иным видам продукции, а также в договорах между поставщиками и потребителями обычно присутствуют разделы «Правила приёмки и методы контроля». Поэтому,

в частности, методы статистического контроля качества продукции являются важной составной частью статистических методов сертификации, которым посвящена работа [130]. Как уже говорилось, имеется соответствующая вероятностно-статистическая теория, посвящённая анализу и синтезу (выбору) планов контроля. Однако эта теория вообще не предусматривает отказа от контроля, поскольку игнорирует возможность перехода на иную стратегию организации взаимоотношений поставщика и потребителя, например, на стратегию технического обслуживания, при которой выходной контроль не проводится, а обнаруженные потребителями дефектные изделия заменяются годными или ремонтируются. Для этого, например, объем партии увеличивается с целью гарантированного обеспечения замены содержащихся в ней дефектных изделий. Другой способ защиты интересов потребителя – создание системы развитого технического обслуживания (в том числе гарантийного), обеспечивающей быструю поставку запасных единиц продукции в случае обнаружения дефектов. Основная обсуждаемая в настоящем разделе идея – обоснование необходимости включения теории статистического приёмочного контроля в более широкую технико-экономическую теорию взаимоотношений поставщиков и потребителей и целесообразности перехода при повышении качества продукции от контроля качества к иным способам защиты потребителя. Подробнее эта идея обсуждается в работе [159].

Использование экономических показателей при выборе планов статистического (выборочного) контроля пропагандировалось давно, но делалось это в рамках парадигмы обязательности контроля. Здесь рассматривается более широкая система взглядов, согласно которой контроль качества продукции – лишь один из способов урегулирования взаимоотношений между поставщиками и потребителями.

В более широком плане речь идёт об отказе от получения детальной информации, если она стоит слишком дорого, и переходе к использованию иных механизмов управления. Так,

качественные методы химического анализа часто используют именно потому, что соответствующие количественные методы более трудоёмки и дороги, но не намного полезнее с практической точки зрения. Пример из всем знакомой области: в средней школе знания учащихся контролируются еженедельно, в высшей же – один или несколько раз в семестр. Однако разница с точки зрения эффективности управления процессом обучения невелика. Другой пример: как показано в статистике интервальных данных [227], из-за погрешностей измерений нецелесообразно увеличивать их число сверх некоторого «рационального объёма выборки», а для увеличения точности оценивания характеристик вероятностных распределений использовать более точные средства измерения. С учётом сказанного описываемый здесь подход представляется не столь необычным.

Выше кратко рассмотрен базовый (простейший, исходный) метод сравнения различных систем взаимоотношений поставщиков и потребителей. При разработке практически полезных систем принятия управленческих решений целесообразно дальнейшее его развитие.

Отметим, что реально статистический контроль качества продукции, осуществляемый поставщиком (выходной контроль), решает две основные задачи: обеспечение интересов потребителя и обнаружение разладок собственных технологических процессов (по результатам контроля последовательности партий). Как показано выше, для решения первой из этих задач он не всегда оптимален. Вторую из названных задач также часто эффективнее решать с помощью иных методов, например, обнаруживать разладку технологических процессов с помощью тех или иных контрольных карт. Таким образом, область применения методов статистического приёмочного контроля является довольно ограниченной. Очевидно, однако, что нельзя исключать эти методы из арсенала менеджеров по качеству, в частности, при использовании концепции «всеобщего управления качеством (*TQM – Total Quality Management*)». Хотя бы потому, что

они незаменимы при использовании разрушающих методов контроля.

Наиболее перспективным представляется использование полученных результатов в рамках концепции контроллинга (см., например, [56, 65, 264, 289, 291; 306]). Итак, выше сформулирован основной парадокс теории статистического приёмочного контроля – повышение качества выпускаемой продукции приводит к увеличению объёма контроля. Описан способ разрешения этого парадокса – на основе перехода от чисто технической политики выбора плана контроля к технико-экономической. Она исходит из сравнения по экономическим показателям схем контроля и схем технического обслуживания и пополнения партий. Проанализирован базовый метод такого сравнения, позволяющий выделить область экономического преимущества схемы пополнения партий и схемы технического обслуживания по сравнению со схемой контроля [159].

5.6. О статистических методах управления качеством

Как уже отмечалось, в России наблюдается всё расширяющаяся тенденция к сертификации продукции, т.е. к получению официальной гарантии поставки производителем продукции, удовлетворяющей установленным требованиям. Поставщики и продавцы должны иметь сертификаты качества на предлагаемые ими товары и услуги. Маркетинг, т.е. производственная и коммерческая политика, нацеленная на получение максимальной прибыли на основе изучения рынка, создания конкурентоспособной продукции и её полной реализации, включает в себя работы по сертификации [112].

Не будем останавливаться на быстро меняющейся организационной стороне процесса сертификации и соответствующих отечественных и зарубежных нормативных документах, а также на различных системах сертификации. Как общие проблемы сертификации, так и выбор схемы сертификации для конкрет-

ной продукции активно обсуждаются специалистами. Приведём лишь несколько замечаний, необходимых для дальнейшего изложения.

Напомним, что, говоря о сертификации продукции, могут иметь в виду качество конкретной её партии. В ряде случаев это оправдано – рядового потребителя интересует качество лишь той единицы продукции, которую он приобрёл. Однако установление долговременных хозяйственных связей целесообразно лишь в случае, когда поставщик гарантирует высокое качество не одной, а всех партий своей продукции. Другими словами, должны быть проведены оценка и сертификация технологических процессов и производств.

Ещё больше повышается доверие к поставщику, если не только отдельные технологические процессы, но и всё предприятие в целом гарантированно выпускает продукцию высокого качества. В современных условиях это обеспечивается действующей на предприятии системой менеджмента качества, удовлетворяющей требованиям Международной организации по стандартизации ИСО.

Одна из основных характеристик товара – его конкурентоспособность. Очевидно, производителю необходимо уметь оценивать конкурентоспособность перед запуском продукции в производство или началом работы по продвижению на зарубежный рынок (подробнее см. рекомендации [112]). Следует отметить, что в литературе имеются различные мнения по поводу понятия «конкурентоспособность». В частности, нельзя согласиться с крайне упрощённым подходом в монографии [84], согласно которому конкурентоспособность сводится к соотношению цен на внутреннем и внешнем рынках. Достаточно напомнить о таких приёмах конкурентной борьбы, как демпинг и (добросовестная или недобросовестная) реклама, таможенные пошлины и квоты.

Одним из основных компонентов конкурентоспособности продукции является её технический уровень. В западных пуб-

ликациях справедливо отмечается, что фирма, обладающая патентом или новой научно-технической разработкой, имеет более высокий «излишек производителя» по сравнению с другими фирмами (см., например, [251, 321, 339]). В частности, согласно одному из наиболее популярных западных учебников [323] технический уровень продукции – одна из основных учитываемых характеристик при выборе направления инвестиционных вложений.

Из сказанного вытекает, что сертификация – это современная форма управления качеством. Среди зарубежных специалистов общепринято, что основная составляющая в управлении качеством продукции – это статистические методы (см., например, отчёт Комитета ИСО по изучению принципов стандартизации [307]). В нашей стране внедрение комплексных систем управления качеством (КС УКП), к сожалению, сводилось во многом всего лишь к подготовке документации организационного характера. Статистические методы использовались в промышленности недостаточно прежде всего из-за недостаточной подготовки кадров, а государственные стандарты по этой тематике зачастую содержали грубейшие ошибки (см. [130]). Ситуация в области применения статистических методов и причины нашего отставания достаточно подробно разобраны в публикациях [79, 127, 130, 177, 225, 229].

Как отмечалось в [196, разд. 10.1], более 150 лет статистические методы применяются в России для проверки соответствия продукции установленным требованиям, т.е. для сертификации. С начала 1970-х годов стали разрабатываться государственные стандарты по статистическим методам. В связи с обнаружением в них грубых ошибок в 1985 г. была организована «Рабочая группа по упорядочению системы стандартов по прикладной статистике и другим статистическим методам». В ее работе приняли участие 66 специалистов, в том числе 15 докторов и 36 кандидатов наук. Выводы Рабочей группы кратко отражены в статьях [127, 130]. В соответствии с реко-

мендациями Рабочей группы 24 из 31 государственного стандарта по статистическим методам были отменены в 1986–1987 гг.

К сожалению, потеряв правовую силу как нормативные документы, ошибочные стандарты до настоящего времени продолжают использоваться отдельными «специалистами» как научно-технические издания. Полученные Рабочей группой результаты и выводы не были широко и подробно опубликованы, ошибки в государственных стандартах не были публично вскрыты, и авторы дальнейших публикаций продолжают ссылаться на издания с грубейшими ошибками. Так, в ряде работ пропагандируются ошибочные стандарты, посвящённые применению контрольных карт при статистическом регулировании технологических процессов. Продолжает широко использоваться грубо ошибочный ГОСТ 11.006-74 (СТ СЭВ 1190-78) «Прикладная статистика. Правила проверки согласия опытного распределения с теоретическим», хотя разбору ошибок в этом стандарте посвящена, например, статья [122] сорокалетней давности (см. также [196, гл. 2] и [160]). Перечисленные факты делают целесообразным популяризацию результатов и выводов Рабочей группы и в настоящее время.

С точки зрения теории и практики принятия решений рассматриваемая ситуация весьма поучительна. Она показывает, что недостаточно продуманная система разработки управленческих документов (в рассматриваемом случае – стандартов по статистическим методам управления качеством продукции) позволяет отдельным лицам бесконтрольно определять содержание нормативно-технических документов, в том числе на десятилетия закреплять в них ошибочные положения. Не так уж важны мотивы поведения подобных лиц – невежество в сочетании с самонадеянностью, корысть или стремление нанести вред действующей научно-технической системе – важен результат.

В 1988–1989 гг. наиболее активная часть Рабочей группы (10 докторов и 15 кандидатов наук) составили «Аванпроект комплекса методических документов и пакетов программ по

статистическим методам стандартизации и управления качеством». Это обширное сочинение (около 1600 стр.) и на настоящий момент является наиболее полным руководством по рассматриваемой тематике. Информация о нем приложена к переводу книги японских авторов по аналогичной тематике [276].

К сожалению, под влиянием авторов ошибок в стандартах Госстандарт принял решение не финансировать реализацию заказанного им «Аванпроекта». Тогда сообщество специалистов решило действовать самостоятельно. В феврале 1989 г. был организован Центр статистических методов и информатики (ЦСМИ). В декабре 1989 г. он получил статус Всесоюзного центра статистических методов и информатики (ВЦСМИ) Центрального правления Всесоюзного экономического общества. В настоящее время – Институт высоких статистических технологий и эконометрики, входит в состав Научно-образовательного центра «Контроллинг и управленческие инновации» Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. К середине 1990 г. в ВЦСМИ были разработаны 7 диалоговых систем по современным статистическим методам управления качеством, а именно, СПК, АТСТАТ-ПРП, СТАТКОН, АВРОРА-РС, ЭКС-ПЛАН, ПАСЭК, НАДИС (описания этих систем приведены в работе [128]; сравнительный анализ диалоговых систем по статистическому контролю дан в статье [129]). В работе ВЦСМИ над перечисленными программными продуктами участвовали 128 специалистов. В дальнейшем к ВЦСМИ присоединялись новые группы научно-технических работников. К концу 1991 г. число сотрудников ВЦСМИ превысило 300. Информация о программных продуктах и другой деятельности ВЦСМИ постоянно помещалась в журналах «Заводская лаборатория» и «Надёжность и контроль качества». Программные продукты, разработанные Всесоюзным центром статистических методов и информатики, были поставлены и использовались более чем в 100 организациях и предприятиях. Среди них – производственные объединения «Уралмаш», «АвтоВАЗ», «Пластик», ЦНИИ чёрной

металлургии им. И.П. Бардина, НИИ стали, ВНИИ эластомерных материалов и изделий, НИИ прикладной химии, ЦНИИ химии и механики, НПО «Орион», НИЦентр по безопасности атомной энергетики, ВНИИ экономических проблем развития науки и техники, ВНИИ нефтепереработки, МИИТ, Казахский политехнический институт, Ульяновский политехнический институт, Донецкий государственный университет и др.

Как уже отмечалось, параллельно ВЦСМИ вёл работу по объединению статистиков. В апреле 1990 г. в Большом актовом зале Московского энергетического института прошла Учредительная конференция Всесоюзной организации по статистическим методам и их применениям. На Учредительном съезде Всесоюзной статистической ассоциации (ВСА) в октябре 1990 г. в Московском экономико-статистическом институте эта организация вошла в состав ВСА в качестве секции статистических методов (подробнее о создании и задачах ВСА рассказано, например, в статьях [125, 126]). В 1992 г. после развала СССР и фактического прекращения работы ВСА организована Российская ассоциация по статистическим методам (РАСМ) на основе секции статистических методов ВСА, а затем и Российская академия статистических методов. В мероприятиях секции статистических методов ВСА, конференциях и семинарах РАСМ активно участвовали несколько сот специалистов по статистическим методам. В ВЦСМИ и РАСМ, объединивших большинство ведущих российских специалистов, коллективными усилиями разработан единый подход к проблемам применения статистических методов в сертификации и управлении качеством. На основе этого подхода уже в XXI в. были подготовлены современные учебники по прикладной статистике, теории принятия решений, эконометрике, организационно-экономическому моделированию [220].

Обсудим проблемы классификация статистических методов управления качеством. Рассмотрим два основания для классификации. Первый – по виду статистических методов. Второй –

по этапам жизненного цикла продукции, на которых соответствующий метод применяется. Первое основание привычно для специалистов по разработке статистических методов и соответствующего программного обеспечения, второе – для тех, кто эти методы применяет на конкретных предприятиях.

В ВЦСМИ сложилось пятичленное деление по первому основанию (в скобках указаны наименования диалоговых систем ВЦСМИ, рассмотренных, в частности, в работах [128; 129]):

а) прикладная статистика – иногда с дальнейшим выделением статистики случайных величин, многомерного статистического анализа, статистики случайных процессов и временных рядов, статистики объектов нечисловой природы (Система Регрессионного Статистического Моделирования СРСМ, или СТАТ-МАСТЕР; АДДА; ГРАНТ; КЛАМС; ЭКОНОМЕТРИК; РЕГРЕССИЯ; ЛИСАТИС; ЭКОСТАТ; РЕСТ);

б) статистический приёмочный контроль (СПК; АТСТАТ-ПРП; КОМПЛАН);

в) статистическое регулирование технологических процессов, в частности, методом контрольных карт (СТАТКОН; АВРОРА-РС);

г) планирование эксперимента (ПЛАН; ЭКСПЛАН; ПАСЭК; ПЛАНЭКС);

д) надёжность и испытания (НАДИС; ОРИОН; СЕНС).

Быстрое развитие компьютерной техники имеет свою оборотную сторону. Вполне добротные программные продукты устаревают и выходят из обращения просто потому, что они сделаны на отработавшем свой срок операционном (системном) программном обеспечении. «Выжить» может только то программное обеспечение, которое поддерживается соответствующей фирмой и постоянно совершенствуется с чисто программистской точки зрения. Важна система технической поддержки, обучение и, конечно, реклама. При этом чисто научная сторона дела отходит на задний план. Эти простые соображения объясняют, почему за 34 года (с 1991 г. по 2025 г.) отечественный

рынок программных продуктов по эконометрике и статистическим методам стал гораздо более бедным по числу продуктов, научный уровень явно понизился, зато дизайн явно стал более привлекательным.

Перейдём ко второму основанию классификации методов сертификации. Согласно п. 5.1 «Петля качества» стандарта ИСО 9004-87 «Общее руководство качеством и элементы системы качества. Руководящие указания» система качества функционирует «... одновременно со всеми остальными видами деятельности, влияющими на качество продукции или услуг, и взаимодействует с ними. Её воздействие распространяется на все этапы от первоначального определения и до конечного удовлетворения требований и потребностей потребителя. Эти этапы и виды деятельности включают:

- 1) маркетинг, поиски и изучение рынка;
- 2) проектирование и/или разработку технических требований, разработку продукции (опытного образца);
- 3) поиски поставщиков и оптовых покупателей, организацию материально-технического снабжения (решение задач логистики);
- 4) подготовку и разработку производственных (технологических) процессов;
- 5) непосредственно производство продукции;
- 6) контроль качества продукции, проведение испытаний и обследований;
- 7) упаковку и хранение продукции;
- 8) реализацию (сбыт) и распределение (доставку) продукции;
- 9) монтаж и эксплуатацию продукции у потребителей;
- 10) технические помощь и обслуживание;
- 11) утилизацию после использования».

Подробное рассмотрение применения основных типов статистических методов на перечисленных этапах жизненного

пути продукции не входит в задачу данной монографии. Сводка, приведённая в табл. 1, показывает, что статистические методы широко применяются на всех этапах жизненного пути продукции (обозначения: «+» – широко используется для решения задач, соответствующих клетке таблицы, «-» – практически не используется).

Таблица 1

**Применение статистических методов на различных этапах
жизненного цикла продукции по ИСО 9004-87**

Номер этапа	а	б	в	г	д	Специальные модели
1	+	-	-	+	-	+
2	+	-	-	+	+	+
3	+	-	-	-	-	+
4	+	+	+	+	+	+
5	+	+	+	+	-	+
6	+	+	+	+	+	+
7	+	+	+	+	+	+
8	+	+	-	-	-	+
9	+	+	+	+	+	+
10	+	-	-	-	-	+
11	+	+	+	+	-	+

Помимо компьютерных диалоговых систем широкого назначения, на каждом конкретном предприятии и на любом этапе жизненного пути продукции могут быть использованы специальные модели, например, на этапе 3 «материально-техническое снабжение» – модели управления запасами (см. о них, например, главу 5 монографии [119]). Более подробный перечень (более 200 постановок экономико-математических задач управления производством) дан в [199, прилож. 1].

Среди диалоговых систем по статистическому анализу выделим пакеты, ориентированные:

- на восстановление зависимостей (СТАТМАСТЕР, он же СРСМ – Система Регрессионного Статистического Моделирования, и его развитие ЭКОНОМЕТРИК, а также РЕГРЕССИЯ);

- анализ нечисловых данных на основе методов статистики объектов нечисловой природы (АДДА, КЛАМС, а также ориентированный на экспертное оценивание ГРАНТ, на анализ интервальных данных РЕСТ);

- прогнозирование (ЛИСАТИС и его развитие ЭКОСТАТ, а также относящиеся к временным рядам разделы пакета АВ-РОРА-РС – Анализ Временных Рядов и Обнаружение РАЗладки).

Для регулярного и обоснованного принятия решений на основе решения обширных комплексов задач сертификации и управления качеством на конкретном предприятии в ряде случаев целесообразно создать диалоговую систему, предназначенную для использования именно на этом предприятии. В частности, для решения задач этапа 4 используют созданные для конкретного предприятия программные системы, соединяющие в себе банки данных и пакеты статистических методов анализа этих данных. Примерами являются «Автоматизированное рабочее место материаловед (АРМ материаловед)» и «Автоматизированное рабочее место математика (АРМ математика)», разработанные Всесоюзным центром статистических методов и информатики для ВНИИ эластомерных материалов и изделий.

Для объединения типовых пакетов в индивидуальную систему полезно программное средство ИНТЕГРАТОР – универсальный инструмент, предназначенный для создания интегрированных программных систем и обеспечивающий возможность совместного использования различных пакетов прикладных программ на персональных компьютерах IBM PC. Так, с помощью ИНТЕГРАТОРА был разработан «АРМ математика» на основе пакетов СРСМ, ПЛАН, АТСТАТ-ПРП, соответствующей базе данных и ряду программ, ориентированных на специфику ВНИИ эластомерных материалов и изделий.

На всех этапах жизненного цикла продукции, особенно на этапах 3, 8, 10, часто используют специализированные вероятностно-статистические модели, в том числе модели управления

запасами, массового обслуживания и др. Такие модели и их программное обеспечение, как правило, разрабатываются для конкретного предприятия, и потому они хорошо приспособлены к особенностям этого предприятия.

Большое теоретическое и прикладное значение имеет математическое изучение моделей и методов в рассматриваемой области. Для получения новых научных результатов в них часто используют ряд предельных переходов. Возникают естественные вопросы. При каких условиях прежде всего, при каком объёме выборки можно применять асимптотические методы? Другими словами, когда влияние конечности объёма выборки становится пренебрежимо малым? Эти нерешённые задачи теории статистического контроля относятся к прикладной математике. В терминах теории устойчивости [119, 199] речь идёт об устойчивости выводов к изменению объёма выборки.

По нашему мнению (см., например, [229]), система внедрения контроллинга и его статистических инструментов, в том числе статистических методов управления качеством, может быть основана на подходе системы «Шесть сигм». Как продемонстрировано в [249], «Шесть сигм» – это современный способ управлять всей компанией или отдельным подразделением. Анализ системы «Шесть сигм» показывает, что, несмотря на некоторое различие терминов, связанное с корнями этой системы (лежащими в проблемах управления качеством), фактически «Шесть сигм» – это глубоко проработанная система внедрения современного контроллинга. Отметим большое место, которое занимают статистические методы среди ее инструментов. Система «Шесть сигм» трудоёмка, на внедрение нужны годы. Но и эффект велик [292]. Можно взглянуть на систему «Шесть сигм» и как на инструмент инновационного менеджмента. По нашему мнению, естественно рассматривать «Шесть сигм» как новую систему внедрения математических методов исследования и управления на промышленном предприятии [139].

5.7. Как проверить соответствие факта плану?

Запланированный технологический или управленческий процесс всегда реализуется с некоторыми отклонениями. И возникает вопрос о том, достаточно ли велики отклонения для того, чтобы заявить о невыполнении плана и перейти к устранению отклонений. Или же отклонения укладываются в естественные для плановой ситуации границы, и план не требует коррекции. Для выбора между этими двумя решениями к настоящему времени разработан большой арсенал организационно-экономических методов. Активно продолжается его расширение. Обсудим современное состояние и перспективы развития этого арсенала методов, предназначенных для проверки соответствия факта плану [210].

Наиболее известными представителями рассматриваемого класса организационно-экономических методов являются методы на основе использования контрольных карт Шухарта и контрольных карт кумулятивных сумм. Их подробное описание, включая расчётные формулы, приведено в литературе, в частности, в разделе 10.5 учебника [196].

Речь идёт о методах и алгоритмах анализа нестационарных временных рядов, когда нестационарность проявляется в форме спонтанного (непрогнозируемого, внезапного) изменения тех или иных вероятностных характеристик наблюдаемого (контролируемого) временного ряда (случайного процесса). Такого рода нестационарность обычно называют разладкой процесса. Основная проблема здесь – обнаружить появление разладки, причём максимально быстро.

Решению этой задачи посвящено весьма большое число работ, причём в последнее время особое внимание уделяется разработке и применению непараметрических методов обнаружения разладки, т.е. методов, не требующих для своего использования знания функции распределения вероятностей значений контролируемого процесса.

Это обусловлено тем, что такие методы все шире используются в составе программно-алгоритмического обеспечения АСУ ТП и систем автоматизированного мониторинга различного назначения (в промышленности, экономике и управлении, экологии, медицине и др.). Необходимо учитывать, что зачастую исходная информация о статистических характеристиках наблюдаемого процесса или мало достоверна, или вообще отсутствует. В таких случаях необходимо проведение достаточно трудоёмкого предварительного исследования процесса или есть основания считать, что эти характеристики со временем могут постепенно изменяться.

Обсудим развитие методов обнаружения разладки. Впервые метод контрольных карт был предложен У. Шухартом в 1924 г. Суть этого метода состоит в том, что результат измерения контролируемого параметра, сделанного в текущий момент времени, сравнивался с заданными границами регулирования. Если он находится внутри границ, то технологический процесс признается налаженным, вмешательство не требуется. Если же он выходит за границы, оказывается вне допустимого интервала, то процесс признается требующим наладки. Границы обычно выбирают симметричными относительно значения контролируемого параметра, соответствующего налаженному процессу. Дальнейшая история контрольных карт Шухарта в России и за рубежом отражена в статьях [2, 86] (см. также [16]).

Затем в 1954 г. Е.-С. Пейдж разработал другой инструмент обнаружения разладки – карты кумулятивных сумм. Они основаны на анализе данных предыдущих измерений для получения выводов о текущем состоянии контролируемого параметра. А именно, суммируются отклонения от значения контролируемого параметра, соответствующего налаженному процессу, начиная с момента предыдущей наладки. Далее значение кумулятивной суммы сравнивается с заданными границами регулирования. При выходе за эти границы подаётся сигнал о разладке.

Задачу обнаружения разладки рассматривают как для временных рядов, так и для случайных процессов. Основное отличие состоит в том, что значения временного ряда для соседних моментов времени можно рассматривать как независимые случайные величины, в то время как для случайных процессов, имеющих непрерывные траектории, нельзя пренебрегать автокорреляцией. В настоящей монографии мы ограничимся временными рядами. В области разладки случайных процессов фундаментальные результаты получены А.Н. Ширяевым [316, 317]. Его научная школа, базирующаяся на кафедре теории вероятностей Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, продолжает активно работать и в настоящее время.

В 1970-х годах в СССР началась разработка стандартов по статистическим методам управления качеством продукции – по прикладной статистике, статистическому приёмочному контролю, статистическому регулированию технологических процессов и др. В частности, были разработаны ГОСТы по контрольным картам Шухарта и кумулятивных сумм. К сожалению, затем в этих стандартах были обнаружены грубые ошибки. Они в 1980-х годах были найдены научным коллективом, который позже вошёл в состав Всесоюзного центра статистических методов и информатики (ВЦСМИ) при Центральном правлении Всесоюзного экономического общества (директор – А.И. Орлов). Комиссию по анализу ГОСТов по статистическому регулированию технологических процессов (т.е. ГОСТов по контрольным картам Шухарта и кумулятивных сумм) возглавлял профессор Московского энергетического института Г.Ф. Филаретов. Все ГОСТы, рассмотренные этой комиссией, были признаны неадекватными. Причина – недостаточная квалификация разработчиков. Как следствие, эти ГОСТы были отменены Госстандартом. Информация по результатам анализа стандартов по статистическим методам управления качеством продукции дана в итоговой статье [Орлов, 1977].

Как уже отмечалось, на замену отменённых ГОСТов ВЦСМИ разработал программные продукты [128]. В частности, по статистическому регулированию технологических процессов, т.е. по обнаружению разладки, в том числе методами контрольных карт, были разработаны пакеты программ АВРОРА и СТАТКОН. Руководителями временного творческого коллектива, результатом труда которых является АВРОРА, были А.А. Новиков (Математический институт АН СССР) и И.В. Никифоров (Институт проблем управления АН СССР). Математическая теория, реализованная в пакете АВРОРА, представлена в [106]. Пакет СТАТКОН разработан под руководством Г.Ф. Филаретова.

Методы контрольных карт Шухарта и кумулятивных сумм используются не только для обнаружения разладки технологических процессов. В [94] они применялись для контроля премиального фонда аппарата управления производственного предприятия, т.е. в менеджменте. Методам выявления отклонений в системе контроллинга (на примере мониторинга уровня безопасности полётов авиационных судов) посвящены работы [244, 245, 313]. Укажем также применение при мониторинге результатов медицинских измерений, например, значений верхнего и нижнего артериального давления и частоты сердечных сокращений у больного в реанимации. Обратим внимание на возможность использования рассматриваемых методов при проведении экологического мониторинга [201].

5.8. Вероятностно-статистические модели при разработке методов обнаружения разладки

Развитие теории контрольных карт Шухарта и кумулятивных сумм возможно лишь на основе вероятностно-статистических моделей [193]. Опишем простейшую из них.

Пусть результаты периодического контроля (с периодом 1) описываются случайным процессом, другими словами, рассмотрим временной ряд $X(1), X(2), X(3), \dots, X(t), \dots$, где $X(t)$ – результат

измерения контролируемого параметра в момент времени t . Рассмотрим математическое ожидание элементов временного ряда $M[X(t)] = a(t)$. Предположим, что все разности между значениями временного ряда и соответствующими математическими ожиданиями $X(t) - a(t)$ являются независимыми в совокупности одинаково распределёнными случайными величинами.

Используют две основные модели разладки. В первой из них предполагается, что $a(t) = A$ при $t < t(0)$ и $a(t) = B$ при $t \geq t(0)$ для некоторых чисел A и B . Таким образом, разладка состоит в том, что математическое ожидание значения контролируемого параметра скачком меняется в некоторый момент времени $t(0)$. Требуется как можно быстрее определить момент разладки $t(0)$. Для этого используют контрольные карты Шухарта. В качестве практического примера можно указать разладку станка-автомата в результате поломки резца. С точки зрения теории проверки статистических гипотез с помощью контрольных карт Шухарта проверяют нулевую гипотезу $a(t) = A$ при альтернативной гипотезе $a(t) = B$.

Во второй модели разладка происходит постепенно, например, математическое ожидание значения контролируемого параметра линейно растёт с некоторого момента $t(0)$. Для обнаружения подобной разладки целесообразно применять карты кумулятивных сумм. Они позволяют быстрее обнаружить разладку, чем контрольные карты Шухарта (см. пример в [196]). Вторая модель соответствует разладке станка-автомата в случае постепенного затупления резца.

В рассматриваемых постановках необходимо рассматривать два вида рисков. При статистическом регулировании технологических процессов риск незамеченной разладки состоит в том, что разладка произошла, но это не было вовремя обнаружено, потери вызваны выпуском бракованной продукции за период между разладкой и её обнаружением. Риск излишней наладки состоит в том, что сигнал о разладке подан ошибочно, потери связаны с простоем станка и его последующей наладкой.

В случае мониторинга результатов медицинских измерений и экологического мониторинга интерпретация рисков, очевидно, иная.

Разработано большое количество различных видов контрольных карт Шухарта и кумулятивных сумм. На основе значений рисков и соответствующих потерь выбирают их параметры для решения конкретных практических задач.

При разработке многих алгоритмов обнаружения разладки исходили из предположения, что случайные величины $X(t) - a(t)$ имеют нормальные (гауссовские) распределения. Однако в прикладной статистике установлено, что распределения реальных данных, как правило, не являются нормальными [138, 200]. Поэтому исследования, направленные на разработку и изучение новых последовательных непараметрических алгоритмов обнаружения разладки с детальным систематическим анализом их характеристик и возможностей, в том числе в сравнении с аналогичными параметрическими алгоритмами, несомненно, являются актуальными.

На современном этапе научной школой проф. Г.Ф. Филаретова весьма активно ведутся исследования в области методов проверки соответствия факта плану. Продолжается разработка параметрических алгоритмов обнаружения разладки гауссовского временного ряда [297, 298]. Однако основное внимание уделяется непараметрическим методам решения этой задачи [295; 296, 308].

В качестве примера более подробно рассмотрим диссертационную работу алжирского исследователя Зинеддина Бучаала, выполненную под руководством Г.Ф. Филаретова [15]. Он систематизировал имеющиеся сведения и провёл анализ существующих последовательных методов обнаружения разладки, способов получения их характеристик и примеров практического использования. Затем З. Бучаала разработал подходы к представлению сведений об исследовании различных алгоритмов обнаружения разладки с целью обеспечения корректного сопо-

ставления результатов сравнения непараметрических и параметрических методов, полученных различными исследователями. Он разработал три модификации оригинальных непараметрических алгоритмов обнаружения разладки, основанных на использовании механизма случайных блужданий с детальным анализом их статистических свойств и эффективности. В работе проведено формирование требований к стандартным непараметрическим критериям об отсутствии трендов и однородности распределений, когда такие критерии используются для построения непараметрических алгоритмов обнаружения разладки, функционирующих в реальном масштабе времени. В [15] проведена разработка новых непараметрических алгоритмов на базе критерия знаков, критерия серий и критерия Рамачандрана – Ранганатана с получением справочных данных, необходимых для целей синтеза контролирующих процедур с заданными свойствами. Доказана высокая эффективность алгоритма обнаружения разладки на базе непараметрического критерия Рамачандрана – Ранганатана, сопоставимая с эффективностью аналогичных по назначению параметрических алгоритмов. Для корректного сопоставления различных алгоритмов обнаружения в [15] предложен новая характеристика – показатель относительной эффективности.

Практическая значимость результатов этой работы заключается в том, что они были использованы при разработке методического руководства по применению непараметрических алгоритмов оперативного обнаружения разладки, для развития программно-алгоритмического обеспечения периметральных систем охраны и аппаратуры вибродиагностики, выпускаемой Приборостроительным предприятием ВИСОМ. Разработанные алгоритмы имитационного моделирования реализованы в виде компьютерных программ, зарегистрированных в Федеральной службе по интеллектуальной собственности. Созданные в [15] алгоритмы, методы и программные средства могут использоваться в составе программно-алгоритмического обеспечения

АСУ ТП и систем автоматизированного мониторинга различного назначения в научных исследованиях, при решении прикладных задач в областях, связанных с цифровой обработкой сигналов, а также в учебном процессе.

При анализе работы [15] была выявлена необходимость проведения дальнейших научных исследований. Так, необходимо углублённое изучение вероятностно-статистических моделей разладки временных рядов, на основе которых теория проверки статистических гипотез даст возможность строить и изучать различные алгоритмы обнаружения разладки. В [15] рассмотрены алгоритмы обнаружения разладки на основе непараметрических критериев знаков, серий и Рамачандрана – Ранганатана. Было бы целесообразно сопоставить их свойства со свойствами алгоритмов на основе других двухвыборочных ранговых критериев – Вилкоксона (Манна – Уитни), Ван-дер-Вардена, Смирнова, Лемана – Розенблатта. В [15] отмечено, что эффективность (в принятом в статистических методах смысле) разработанных непараметрических алгоритмов, когда речь идёт об обнаружении изменения дисперсии контролируемого процесса, различна для разладок в сторону увеличения и уменьшения дисперсии, причём бóльшую эффективность имеет процедура обнаружения разладки в сторону уменьшения дисперсии, что прямо противоположно свойствам классического CUSUM-алгоритма. Однако пока нет объяснения этому факту.

Тем же научным коллективом под руководством проф. Г.Ф. Филаретова выполнен ряд интересных работ по изучению последовательных алгоритмов обнаружения разладки временных рядов (в том числе многомерных) с помощью имитационного моделирования [262, 270, 299–301]. Отметим работу [305], посвящённую последовательному алгоритму обнаружения момента изменения дисперсии временного ряда (в то время как в большинстве работ речь идёт об изменении математического ожидания). Новое важное направление исследований –

изучение влияния коррелированности наблюдений на вероятностные характеристики алгоритмов обнаружения разладки [302–304].

Есть и много других интересных исследований. Так, в работе [74] Л.А. Кузнецов и М.Г. Журавлева строят карты контроля качества с помощью непараметрического критерия Вилкоксона – Манна – Уитни [138, 200].

Итак, наряду со статистическим приёмочным контролем (контролем партий продукции) широко применяется контроль процессов. Его проводят с помощью контрольных карт Шухарта, кумулятивных сумм и их непараметрических аналогов. Активная разработка новых математических методов контроля процессов ведётся и в настоящее время. Примером является кратко рассмотренное выше исследование алжирского учёного Зинеддина Бучаала [15]. Его научный руководитель – ведущий отечественный специалист по контролю процессов, профессор, доктор технических наук Геннадий Фёдорович Филаретов (Московский энергетический институт), а один из оппонентов на защите диссертации – автор настоящей монографии.

Методы обнаружения разладки позволяют выявить значимые отличия «факта» от «плана», что важно для решения ряда задач контроллинга в различных областях, не только при статистическом регулировании технологических процессов. В настоящей главе приведена развёрнутая информация о современных методах обнаружения разладки.

В современных условиях статистические методы управления качеством продукции ведутся на основе интенсивного использования информационно-коммуникационных технологий (искусственного интеллекта) и соответствующих программных продуктов.

По нашему мнению, рекомендации, вытекающие из научных результатов, рассмотренных в настоящей главе, заслуживают тщательного анализа и использования в хозяйственной деятельности при решении задач экономики и управления.

Глава 6. КОНТРОЛЛИНГ НАУКИ

Наука как отрасль народного хозяйства – большая организационная система со сложной внутренней структурой. Для результативного управления этой отраслью необходимо изучать её структуру и функционирование в современных условиях. Приходится констатировать, что органы управления имеют искажённое представление о науке. Так, Росстат публикует сведения о числе научных работников, не учитывая в их составе профессорско-преподавательский состав. Хорошо известно, что профессор вуза не только должен заниматься научными исследованиями, но и реально делает это, в чем нетрудно убедиться по данным Российского индекса научного цитирования (РИНЦ). Отметим, что требования к научной активности преподавателей не ниже, чем аналогичные требования к штатным научным работникам. При обсуждении проблем управления наукой плодотворным является применение подходов контроллинга для решения проблем науковедения и наукометрии [99, 177, 178, 208].

6.1. Информационный барьер и клановая структура науки

Выработке адекватных методов управления наукой мешает «информационный барьер». Он вызван ограниченностью возможностей человеческого мозга к восприятию информации. Обсудим упрощённый пример. Примем, что за неделю научный работник может изучить одну серьёзную монографию или статью. Тогда за год он сумеет познакомиться с примерно 50 публикациями. А за 100 лет – с 5000 (ясно, что это верхняя граница возможного объёма изученных статей и книг). Однако в любой области науки число актуальных публикаций – сотни тысяч

и миллионы. Таким образом, каждый конкретный исследователь может познакомиться лишь с весьма малой долей накопленных научных результатов.

В Российском индексе научного цитирования (РИНЦ) на 21.08.2025 зарегистрировано 22 245 математиков и 136 917 экономистов, имеющих хотя бы одну научную публикацию. У активных исследователей, как известно, десятки и сотни публикаций (у 356 исследователей – более тысячи). В РИНЦ нет информации о работах подавляющего большинства зарубежных исследователей, пишущих на китайском, испанском и многих других языках. Кроме того, число публикаций быстро растёт. Приходится констатировать всеобщее невежество научных работников, порождённое «информационным барьером». Из сказанного ясна необходимость создания методов принятия управленческих решений с учётом непреодолимости «информационного барьера».

Чтобы функционировать в условиях «информационного барьера», научное сообщество разбивается на подсистемы, которые в данной монографии называем кланами. Научный клан состоит из исследователей, которые достаточно хорошо знают работы друг друга, но имеют смутное представление о том, что делается за пределами клана. Величина клана ограничена возможностью поддержания личного или дистанционного общения, Количество лиц, которых может различать человек, не превышает нескольких сотен, остальные сливаются для него в абстрактную массу.

Сформировавшийся клан обладает соответствующей инфраструктурой, в которую входят дружественные научно-исследовательские организации и вузы и/или структурными подразделения НИИ и вузов, научные журналы, конференции, диссертационные советы, интернет-ресурсы.

Члены клана могут успешно заниматься наукой и строить карьеру (в научной области) внутри клана, не выходя за его пределы. Подавляющее большинство из них практически не интересуются тем, что находится вне клана, а потому не могут

объективно оценить полученные вне клана научные результаты. Типовым поведением членов клана является поддержка своих и борьба с чужими. Клановая структура консервирует устоявшиеся направления и препятствует развитию и признанию нового. Поддерживается статика в ущерб динамическому развитию.

Клановая структура фиксирует сложившуюся ситуацию. Она является тормозом на пути новых научных направлений. Речь идёт не о преследовании новых идей, а скорее об их игнорировании (замалчивании). С психологической точки зрения вполне естественно, как уже говорилось, что члены клана поддерживают своих и настороженно относятся к чужакам.

Типичным кланом являются, например, секция математики РАН, отражающая интересы не более чем 5% российских математиков (прежде всего сотрудников трёх академических институтов математики в Москве, Санкт-Петербурге, Новосибирске). А также портал Math-Net.Ru (проект Математического института им. В.А. Стеклова РАН), который вопреки объявленной цели игнорирует основную часть публикаций по математике, в частности, вышедших в разделе «Математические методы исследования» журнала «Заводская лаборатория. Диагностика материалов» (более тысячи научных статей) и в Научном журнале КубГАУ.

Кланами контролируется комитет по Нобелевским премиям. Это видно хотя бы по тому, что в потоке новых научных работ по экономическим дисциплинам весьма редко встречаются ссылки на исследования нобелевских лауреатов. Аналогична ситуация и с другими международными премиями, а также и с отделениями РАН (в рейтингах РИНЦ по числу публикаций в той или иной конкретной области члены РАН отнюдь не превалируют).

Исходя из сказанного, полезно сказать несколько слов о личном опыте научной и научно-организационной работы. Автор настоящей монографии – самый цитируемый исследователь МГТУ им. Н.Э. Баумана, один из самых цитируемых математиков

и экономистов России. На 21.08.2025 в РИНЦ указаны 742 публикации, 19834 цитирования, индекс Хирша 52. За 60 лет научной и научно-организационной работы накопился достаточно большой личный опыт в области функционирования науки и управлению ею. Он описан в [220, разд. 5.1 и 5.2]. Основные результаты начального этапа наших науковедческих исследований приведены в сборнике [285] и монографии [77]. Основные положения этой монографии отражены в рецензии [96]. Отметим, что в монографии они рассматриваются как положительные, а в рецензии – как отрицательные. Мы с автором рецензии О.В. Москалёвой относимся к разным научным кланам.

Существование информационного барьера и клановой структуры науки – не секрет для исследователей (см., например, [278]), однако в массовом сознании научных работников и общества в целом в настоящее время господствуют различные мифы относительно функционирования науки как общественного института и отрасли народного хозяйства. С точки зрения контроллинга организационно-экономических методов необходимо выявление этих мифов и их анализ с целью создания методологической базы для разработки и принятия адекватных управленческих решений.

6.2. Миф мировой науки

Один из наиболее вредных мифов – это миф о существовании единой мировой науки. Полагают, что наука едина, без внутренних границ. Это – один из мифов глобалистов. В экономике основная идея глобалистов состоит в том, что для успешного развития человечества необходимо обеспечить возможность свободного перемещения товаров, финансов и людей через границы стран. К настоящему времени стало очевидным, что подобная глобализация невозможна, в частности, потому, что она даёт односторонние преимущества Западу. Идея глобализации в связи с судьбой человечества обсуждается в монографии [47].

Ряд соображений на эту тему приведён в нашей монографии [219], посвящённой новой парадигме экономической науки на основе солидарной цифровой экономики.

В среде научных работников культивируется миф мировой науки. Согласно нему предполагается, что каждое новое исследование – это кирпичик в здание мировой науки. Научный работник должен быть знаком с достижениями своих коллег как отечественных, так и зарубежных. В свою очередь, он обязан донести свои результаты до исследователей всех стран. Мой полувековой опыт научной деятельности говорит о том, что эти утверждения – миф, причём миф вредный. Миф мировой науки мы подробно разбираем в одноименной статье [186]. Аналогично высказывались и другие авторы. Как показал проф. С.Н. Гринченко [34], мировая наука не является единым «организмом», её следует рассматривать как совокупность самостоятельно действующих отраслей народного хозяйства отдельных стран. Член-корреспондент РАН Л.А. Грибов, доказывая необходимость собственных (т.е. российских) научных журналов, подчёркивает: «российские учёные должны работать на Россию» [33].

С «мировой наукой» ситуация интересна. В «Вестнике Российской академии наук» один из самых выдающихся математиков современности академик АН СССР и РАН В.И. Арнольд писал достаточно жёстко: «...Нынешняя позорная дискриминация российских (а равно индийских, китайских и т.д.) учёных западным научным сообществом наносит мировой науке очевидный ущерб.... Недавно возник новый вид работорговли. Мои друзья – биологи, химики, физики – рассказывали мне, что американские и европейские университеты приглашают российских исследователей, платят им гроши (превосходящие, однако, российские профессорские зарплаты ...). Эти русские рабы трудятся изо всех сил, но публикации подписывают не они, а сотрудники приглашающей лаборатории. Технология присвоения результатов российских математиков иная, но итог такой же: эти результаты по большей части приписываются западным эпигонам» [4].

Миф мировой науки соответствует представлению о России как о колонии англосаксов, в которой российская наука платит дань победителям, преподнося им свои научные результаты в виде, полностью подготовленном для бесплатного потребления англоязычными специалистами [186].

6.3. Два основных подхода к объективной оценке результативности научно-исследовательской деятельности – наукометрический и экспертный

Под наукометрией понимают научную область, посвящённую применению статистических методов в науковедении. При этом статистической единицей является научная публикация, а генеральной совокупностью – то или иное множество публикаций. Первая в мире монография по наукометрии профессора МГУ им. Н.Э. Ломоносова В.В. Налимова (моего учителя) в соавторстве с З.М. Мульченко была опубликована в 1969 г. [104]. В ней были выявлены и обоснованы основные идеи этой научной области.

Современные методы анализа «больших данных» позволяют получить достаточно адекватное представление о массиве научных публикаций в стране и мире. Материалы, сконцентрированные в различных библиометрических базах данных (их десятки), позволяют анализировать различные стороны развития науки. Для нашей страны наиболее важен РИНЦ на основе электронной библиотеки eLIBRARY.ru. Из действующих в недружественных странах библиометрических баз отечественным научным администраторам наиболее известны Web of Science (WoS) и Scopus. Назовём также Google Scholar (Академия Google), Research Gate, Open Alex, Microsoft Academic Graph (MAG), ARGIS, CAS, GeoRef, Springer.

Как известно, под библиометрией понимают применение статистических методов к изучению библиографических данных, особенно в научном контексте. Она тесно связано с науко-

метрией (наукометрикой), настолько тесно, что обе области в значительной степени пересекаются. Огромная литература посвящена этим направлениям (см., например, [30]).

В первом приближении выделим два основных вида исследований – фундаментальные и прикладные. Фундаментальные работы нацелены на увеличение объёма знаний, в то время как прикладные выполняются в интересах конкретного заказчика. Изучение развития науки как информационного процесса проводят для фундаментальной науки. Как установлено в [104], вклад в фундаментальную науку измеряется (в первом приближении) числом цитирований работы в дальнейших исследованиях. Мысль проста: раз цитируют, значит, работа нужна. Экспертный подход основан на субъективных мнениях экспертов – специалистов в соответствующих научных областях. Сопоставление двух подходов проведено в сборнике [285] и монографии [77], в которых изучен и ряд смежных вопросов. Затем с целью учёта особенностей реального развития науки понадобилось перейти к более широким науковедческим постановкам, в частности, для анализа роли «информационного барьера» [331, 333, 335].

Методы сбора и анализа субъективных мнений экспертов в настоящее время широко используются при принятии управленческих решений. Такие методы подробно рассмотрены в наших многочисленных книгах и статьях [220].

Управление наукой до недавнего времени было полностью основано именно на экспертных оценках. На основе мнений учёных и научных администраторов проводилось распределение финансирования, преобразование организационных структур, решались кадровые вопросы (например, присвоение учёных степеней и званий, выборы в академии наук).

Поскольку наука имеет клановую структуру, то коллективное мнение комиссии экспертов во многом определяется составом экспертов. Каковы эксперты (к какому клану или кланам они относятся) – таков и результат их работы.

Появление наукометрии впервые в истории позволило получить не субъективные, а объективные оценки результатов научной деятельности. Это особенно важно для фундаментальной науки, в которой значимость полученных научных результатов разные специалисты оценивают по-разному. В прикладной науке иначе. В ней главное – решение поставленной заказчиком задачи. Для специалистов, участвующих в атомном или космическом проекте, результат их деятельности налицо, и нет смысла рассматривать число статей или цитирований.

Объективность наукометрических показателей вызывает резкое неприятие у тех, кто привык к высокому положению в своём клане, но не оказался впереди с точки зрения наукометрии. Поскольку наукометрические показатели получают на основе библиометрических баз данных, то появляются попытки добиться нужных значений, например, путём ограничения рассматриваемого множества журналов. Интересно посмотреть на эти попытки «приподнять» сложившиеся кланы в ущерб новым направлениям, описанные в [263].

Так, РИНЦ охватывает основную часть отечественных публикаций. Вне РИНЦ в eLIBRARY.ru остаются недавно созданные издания, ещё не включённые в РИНЦ, а также исключённые из РИНЦ по тем или иным причинам, в основном из-за низкого качества. Есть исключения – отдельные известные журналы, по каким-то причинам не включённые в РИНЦ. (Например, журнал «Экономист» (прежнее название – «Плановое хозяйство»), издающийся с марта 1924 года.) Неизвестными научной общественности экспертами выделено так называемое ядро РИНЦ. Наиболее интересные автору настоящей монографии журналы «Контроллинг», «Инновации в менеджменте», «Научный журнал КубГАУ» не входят в ядро РИНЦ (а вот журнал «Заводская лаборатория. Диагностика материалов» входит). Очевидно, рекомендация об ориентации на ядро РИНЦ вместо использования РИНЦ имеет целью «приподнять» давно сложившиеся научные кланы с развитой инфраструктурой в ущерб новым перспективным

направлениям, которые бурно растут, но ещё не обзавелись соответствующей инфраструктурой.

Западные библиометрические базы Scopus и Web of Science, помимо ориентации на устаревшую инфраструктуру науки, проводят дискриминационную политику по национальному и языковому признакам. Отечественные научные журналы включают в эти базы в 10 раз реже, чем западные [77]. К сожалению, администраторы в области науки продолжают ориентироваться на западные библиометрические базы, в том числе при стимулировании публикационной активности научных работников и профессорско-преподавательского состава. Вред ориентации на базы данных Scopus и Web of Science подробно показан в одноименной статье [190]. Национальная система оценки науки может и должна быть построена на данных РИНЦ [77].

6.4. Наукометрические показатели и их интерпретация

В рамках наукометрического подхода к объективной оценке результативности научно-исследовательской деятельности разработан целый ряд наукометрических показателей (например, см. в РИНЦ обширный раздел «Анализ публикационной активности автора»). Рассмотрим основные из них.

Для каждого автора в РИНЦ представлены три основных показателя – число публикаций, число цитирований и индекс Хирша (например, в разделе «Поиск авторов»). Первые два из них не требуют пояснений. Приведём определение индекса Хирша.

Учёный имеет индекс Хирша h , если h из его статей цитируются как минимум h раз каждая, в то время как оставшиеся статьи цитируются не более чем h раз каждая [325].

Кратко обсудим эти три показателя. Число публикаций отражает публикационную активность автора (если угодно, его трудолюбие и продолжительность научной карьеры). Число цитирований объективно оценивает вклад учёного в информа-

ционный процесс развития науки. Эти показатели рассмотрены уже в первой в мире монографии по наукометрии [104], опубликованной в 1969 г. В.В. Налимовым и З.М. Мульченко.

Индекс Хирша был предложен гораздо позже, в 2005 г. Как видно из его определения, индекс Хирша является характеристикой распределения публикаций учёного по числу ссылок на них. Не вполне понятна широкая популярность индекса Хирша. В ряде случаев он даёт совершенно неверную оценку значимости исследователя. Например, индекс Хирша основателя высшей алгебры Э. Галуа, погибшего в 20 лет на дуэли и успевшего опубликовать всего четыре статьи, равен 4 и останется таким навсегда.

Масса публикаций посвящена обсуждению наукометрических показателей и возможности их использования для интегральной оценки продуктивности учёного, группы учёных, научной организации или страны в целом, короче, для оценки вклада в науку. Сравнение таких вкладов необходимо проводить по отдельным отраслям науки (в РИНЦ они называются «тематиками»). Это вызвано тем, что, например, у математиков и экономистов наукометрические показатели традиционно являются существенно более низкими по сравнению с физиками.

С точки зрения контроллинга организационно-экономических методов принципиально важным является вывод о том, что наиболее объективной характеристикой вклада в науку является число цитирований. Он подробно обоснован в монографии [77] и ряде наших статей, указанных в [220].

Не вдаваясь в развёрнутое обсуждение затронутых вопросов, сделаем несколько замечаний.

Конечно, возможны манипуляции наукометрическими показателями с целью завышения. Очевидно, можно публиковать много однотипных статей и книг, завышая число публикаций. Директор НИИ может создать условия, при которых сотрудники НИИ будут обязательно ссылаться в своих работах на его публикации. Количественная оценка степени манипулирования ин-

дексом Хирша и его модификация, устойчивая к манипулированию, предложены в нашей статье [82].

Важно то, что все три основных наукометрических показателя сильно коррелируют между собой. РИНЦ позволяет упорядочить авторов по убыванию каждого из них. Нетрудно проверить, что лидирующие группы по каждому из трёх показателей близки между собой. Эти и другие интересные и полезные выводы получены с помощью разработанной с нашим участием наукометрической интеллектуальной измерительной системы по данным РИНЦ [83].

Интересна работа сотрудников Центра институционального анализа науки и образования Европейского университета в Санкт-Петербурге, посвящённая сопоставлению «академических репутаций» российских экономистов и их наукометрических оценок [274]. В частности, приведённые в ней результаты показывают, что господствующие в настоящее время кланы попросту игнорируют прикладные области и новые направления научных и практических работ.

Значение наукометрических характеристик нельзя преувеличивать. Есть учёные, чей вклад научным сообществом признается большим, но заметного влияния на развитие науки они не оказывают. Например, российский математик Г.Я. Перельман доказал гипотезу Пуанкаре, которая была нерешённой проблемой около века, и благодаря усилиям журналистов, на которых произвели впечатление особенности его научной карьеры и личной жизни, является, видимо, наиболее известным математиком XXI в. в нашей стране. Однако в РИНЦ для него на 08.06.2025 указано 40 публикаций, 1797 цитирований, индекс Хирша 17. По числу цитирований он стоит на 763-м месте среди математиков.

Иногда использование наукометрических (библиометрических) показателей может приносить вред. Приведём примеры.

Наукометрия должна помогать развитию науки как информационного процесса. Однако ложно понимаемые наукометри-

ческие требования, адресованные главным редакторам журналов, мешают развитию науки. Речь идёт о показателях самоцитирования в статьях и самоцитирования в журналах.

Очевидно, цитировать надо с целью помочь читателю осознать содержание статьи, не загромождая её повторением ранее полученных результатов. Исходя из того, что вряд ли читатель хорошо знаком со всеми предыдущими работами автора статьи или вообще читал их. Если статья продолжает предыдущие исследования её автора, то на них необходимо ссылаться. Чем более продвинуто исследование, тем больше использовано из предыдущих работ, тем больше необходимо ссылок на эти предыдущие работы. Ограничение самоцитирования (не более 15–20% ссылок в списке литературы) приводит автора статьи к необходимости на одну ссылку на свою статью (книгу) приводить 5–7 ссылок на чужие статьи. Это может раздувать в разы список литературных источников за счёт цитирования тех работ, на которые можно было бы и не ссылаться. Таким образом, это требование приводит к искажению объективной картины научного мира, даваемой наукометрией. Кроме того, растут расходы издателей печатных работ, поскольку приходится увеличивать объем статьи, иногда на несколько страниц, в угоду ошибочным формальным требованиям.

Ограничение самоцитирования журнала также мешает читателю, вынуждая его вести поиск интересующей его информации в массе других журналов. Так, по историческим причинам основным местом публикации отечественных работ по математическим методам исследования, прежде всего по методам обработки статистических данных, является журнал «Заводская лаборатория. Диагностика материалов», и в этом его достоинство. Для развития науки вредно заставлять исследователя процеживать содержимое массы журналов в поиске нужного, особенно учитывая ограниченные возможности человеческого мозга, т.е. наличие рассмотренного в начале главы «информационного барьера».

В рецензиях для научных журналов автор настоящей монографии обычно рекомендует авторам рецензируемых статей ссылаться на работы, ранее опубликованные в том журнале, в который направлена статья. Это делается для того, чтобы помочь читателям увязать новый текст с общим направлением журнала, а также, чтобы отсеять тех, кто не счёл нужным познакомиться с журналом, прежде чем отправить в него свою статью.

Все сформулированные выше положения подробно раскрыты в нашей монографии «Современные подходы в наукометрии» [77]. Полагаю, что нелепые и вредные для науки требования установлены теми, кто сам не проводит серьёзные научные исследования.

В информационном процессе развития науки программные продукты типа «Антиплагиат» вначале были полезны для борьбы с недобросовестными авторами и диссертантами, списывающих абзацами и страницами. Но сейчас он стал вреден, поскольку дискредитирует обзоры и работы, продолжающие ранее сделанные, по формальным признакам снижая оригинальность таких работ и тем самым мешая публикации.

Кроме того, требование высокой оригинальности (с точки зрения «Антиплагиата») наносит большой вред процессу подготовки учебных пособий и других учебно-методических материалов. Гораздо практичнее их составлять на основе разделов учебников-энциклопедий, таких как наши книги «Теория принятия решений», «Прикладная статистика», «Эконометрика». Непонятно, зачем перерабатывать соответствующие конкретной учебной дисциплине разделы, заставляя преподавателей тратить много времени и сил лишь для того, чтобы формально добиться высокой оригинальности текста. Если система «Антиплагиат» выявляет так называемую «перефразировку», то для получения заданных показателей оригинальности текст должен быть переработан кардинально.

Применение систем типа «Антиплагиат» имеет некоторый смысл при подготовке научных текстов начинающими иссле-

дователями. Однако, как подробно разъяснено в работе [204], требование скрупулёзного соблюдения показателей «Антиплагиата» нередко вредит развитию науки как информационного процесса, в частности, создаёт большие трудности при подготовке обзорных и обобщающих статей, при продолжении ранее проведённых исследований.

Приведём пример. В статье [332] было разработано принципиально важное обобщение аддитивно-мультипликативной модели оценки рисков, широко используемой при выполнении диссертаций и выпускных квалификационных работ, особенно применительно к ракетно-космической отрасли. Вполне естественно, что при подготовке этой статьи оказалось необходимым дать описание исходной модели и областей её применения. Система «Антиплагиат» (с учётом «перефразировок») оценила оригинальность статьи в 39,62%. При переводе на английский язык оригинальность поднялась до 75,17% – почти вдвое! (Подобный эффект наблюдался и для других работ. Оценить качество системы «Антиплагиат» как средства измерения оригинальности предлагаем читателям настоящей монографии.) В результате статья была опубликована на английском языке. Это, очевидно, значительно снижает возможности её использования отечественными исследователями и студентами.

При подготовке учебных материалов тем более нет оснований опираться на «Антиплагиат», забывая об интересах студентов.

Отметим, что тексты сотрудников МГТУ им. Н.Э. Баумана достаточно часто оказываются включёнными в более поздние публикации других авторов (которых в первом приближении следует считать плагиаторами). При подготовке к переизданию исходных работ «Антиплагиат» формально находит заимствования из публикаций плагиаторов, но вину возлагает на исходных авторов – на тех, кто ранее написал эти тексты. Таким образом, «Антиплагиат» выступает защитником плагиаторов.

Особенно печальная ситуация сложилась с диссертациями. Очевидно, диссертация основана на ранее выполненных работах автора. Наиболее естественный способ подготовки диссертации – сведение вместе этих работ, их компоновка в виде глав и параграфов. Но при этом формально применённый «Антиплагиат» покажет малую самостоятельность диссертации, что может послужить основанием для направления её на доработку. Но, по нашему мнению, диссертация не должна быть самостоятельной работой – в ней должны быть сведены вместе ранее опубликованные научные результаты её автора. Заимствование текста из своих работ – не недостаток, а достоинство. Таким образом, результаты «Антиплагиата» должны быть тщательно проанализированы экспертами с привлечением необходимой информации от автора работы. В частности, автор может представить для анализа свои более ранние работы, из которых плагиаторы позаимствовали тексты, которые позже «Антиплагиат» сочтёт исходными и, как следствие, соответствующие разделы новой работы автора объявит заимствованиями.

Повторим, что необходимо выступить в поддержку обоснованного самоцитирования (повтора текстов из собственных работ). «Антиплагиат» рассматривает самоцитирование как заимствование, т.е. как отрицательное явление. Однако в защиту полезности самоцитирования можно выдвинуть ряд аргументов (подробнее эта проблема рассмотрена в исследовании [77]).

Во-первых, научные результаты могут быть опубликованы в источниках, мало доступных для той или иной категории исследователей. Так, в России по ряду исторически обусловленных причин новые результаты по прикладной статистике публикуются в журнале «Заводская лаборатория. Диагностика материалов» в разделе «Математические методы исследования». Однако специалисты по экономике или социологии вряд ли обратятся к этому журналу, их отпугнёт само его название. Из-за необходимости донесения информации до специалистов тех или иных областей появляются, например, учебники с такими названиями,

как «Статистические методы в психологии», в которых дублируются научные результаты прикладной статистики и приведён анализ ряда примеров, описанных в терминах психологии. Аналогична ситуация с дисциплиной «Эконометрика», которая определяется как «Статистические методы в экономике и управлении».

Во-вторых, нет необходимости менять выработанное в предыдущих публикациях удачное представление материала с целью искусственного повышения показателя оригинальности в соответствии с ошибочными управленческими решениями, требующими такого повышения.

Итак, тенденция повышения оригинальности нередко мешает развитию науки как информационного процесса [104] и подготовке высококачественных учебно-методических материалов [214].

С целью совершенствования систем типа «Антиплагиат» предлагаю исправить очевидные недочёты и не считать заимствованиями:

- названия учебных заведений и других организаций;
- учёные степени и звания;
- воинские и аналогичные им звания;
- фамилии, имена и отчества,
- географические названия (названия населённых пунктов, рек, озёр, морей, регионов, административных единиц и т.п.);
- научные термины;
- названия научных специальностей ВАК РФ;
- названия научных теорий и методов;
- названия программных продуктов и систем;
- названия рас и национальностей;
- названия и наименования сортов растений и пород животных;
- названия химических препаратов и соединений (например, удобрений или средств защиты растений);

- названия различных видов сельскохозяйственной техники;
- названия различных транспортных средств (например, марок и моделей автомобилей) и других технических систем;
- названия министерств и ведомств, и т.д.

6.5. Диалектика развития науки

Составные части науки, как и её структура, меняются с течением времени. Для принятия обоснованных решений в области управления наукой необходимо изучать свойства научного сообщества. Для объективной оценки результативности научно-исследовательской деятельности необходимо принимать во внимание изменения, происходящие в науке в ходе её развития. Поэтому автор настоящей монографии был вынужден перейти от частного – обсуждения роли наукометрии и экспертных технологий в управлении наукой – к более общим широким постановкам науковедения. Оказалось полезным использование трёх законов диалектики – **закона единства и борьбы противоположностей, закона перехода количественных изменений в качественные и закона отрицания отрицания.**

Переход начался в 2021 г. с публикации двух статей: [191] и [192]. Ранее основное внимание мы уделяли критериям выбора показателей эффективности научной деятельности. Основной научный результат – было установлено, что число цитирований в научных публикациях является ключевым показателем эффективности научной деятельности исследователя и организации. В этих статьях была выявлена необходимость двигаться дальше – к выявлению глубинных противоположностей развития науки, изучению их развития и борьбы. Согласно одному из основных законов диалектики, развитие и борьба противоположностей – двигатель прогресса. Основное содержание этих статей – выделение и обсуждение 23 пар взаимодействующих полюсов (синонимы – пар противоположностей, биполярных

структур) в развитии науки. Эти научные результаты являются предварительными и требуют обсуждения и дальнейшего развития. Были выделены следующие пары:

1. Приращение знаний – социальное продвижение научных работников.

2. Фундаментальная наука – прикладная наука.

3. Необходимость увеличения знаний в своей области науки – невозможность освоить имеющиеся литературные источники.

4. Развитие науки (динамика) – научные кланы (статика).

5. Сложившиеся области науки – возникающее новое знание; узкая специализация – междисциплинарность.

6. Проведение исследования «с нуля» – предварительный анализ публикаций.

7. Обучение путём решения задач – обучение на основе лекций и изучения литературных источников.

8. Оригинальность (новое) для мира – оригинальность (новое) для читателя.

9. Невозможность сравнения научных работ по значимости – необходимость сравнения результатов деятельности исследователей и организаций.

10. Наукометрия – экспертные оценки.

11. Наука – журналистика.

12. Западные базы данных WoS и Scopus – отечественные базы данных (прежде всего РИНЦ).

13. Электронные издания – бумажные журналы.

14. Монографии – учебники.

15. Монографии – статьи.

16. Журналы – сборники.

17. Журналы – монографии.

18. Многообразие научных публикаций – библиометрические базы данных.

19. Широта распространения информации – избирательность.

20. Научная работа – преподавание.

21. Пары полюсов на профессиональном пути исследователя: (личная работа – беседы, путешествия; признание заслуг – финансирование; молодость – опыт).

22. Западная (мировая) наука – отечественная (национальная) наука.

23. Публикации за рубежом (на английском языке) – публикации на русском языке.

Каждая из перечисленных биполярных структур заслуживает подробного рассмотрения, но в настоящем разделе мы хотим лишь показать многообразие проблем развития науки. Рассмотрение ряда биполярных структур проведено в докладе [205] и статье [334].

По нашему мнению, плодотворным является обсуждение проблем управления наукой с точки зрения «Биокосмологической инициативы». Она была выдвинута и принята на 22-м Международном симпозиуме по Биокосмологии (в рамках 7-й Международной конференции по Глобалистике, Москва, МГУ им. М.В. Ломоносова, 15–18 июня 2021 г.) [110]. По нашему мнению, она даёт новый импульс исследованиям в науковедении.

В соответствии с [192] кратко рассмотрим нужные нам в настоящем разделе положения «Биокосмологической инициативы». В соответствии с ней реальную науку рассматриваем как единую, естественную и динамически развивающуюся систему. Весьма важна Биполярность – неизменное существование в реальной жизни (соответственно – науке) двух (и именно двух) противоположных центров (полюсов) целостной жизненной организации, причём при всестороннем рассмотрении науки целесообразно анализировать ряд пар противоположных полюсов. Согласно следующему принципу Триадичности: полюса объединяются в целостную жизненную организацию реальной науки, рассматриваемой как центр, имеющий способности и возможности к взаимодействию одновременно с обоими полюсами. Для анализа процесса развития науки и управления им важно

рассматривать круговоротную Цикличность – динамическое естественное поочерёдное доминирование (полюсов и центра) в организации целостной жизни субъекта. Важна Четырёхсторонность – существенная (и необходимая) одновременная активность как обоих полюсов; так и, под влиянием их доминирующей организации – двух циклов в круговоротной жизненной активности реальной науки (можно сопоставить с циркадными циклами «сна» и «бодрствования»). Подчеркнём и Пятивалентность – неотъемлемое значение центра (т.е. реальной науки) – в существовании полюсов субъекта и круговоротной реализации всех его жизненных циклов. Полезны понятия онтогенетической конечности (жизненного пути науки и её конкретных составляющих), функционалистской гетерогенности и иерархичности в существующих системах целостной жизненной организации реальной науки.

Научное знание о науке естественным образом является Биполярным, т.е. научное знание всегда содержит в себе два полярных (и несовместимых друг с другом напрямую) – противоположных научных подхода, которые в равной мере необходимы для Интегрального (целостного Триединого) истинного рационального (научного и философского) знания. В то же время, как становится ясным с позиции Биокосмологии (и что имеет значение краеугольного камня): оба полярных научных подхода (Дуалистский и Органицистский) являются в равной мере необходимыми для целостного успешного развития рационального знания (т.е. науки и философии). Однако последнее становится возможным исключительно на основе применения в науковедении самостоятельного Третьего (но Первого по значению) Интегралистского Типа научного знания, изучающего предметы в полном (целостном) охвате. Любое научное Интегралистское знание является способным к осуществлению познания и объяснения реальной науки исключительно через необходимое объединение оснований и средств из обоих полярных Типов знания (как, например, осуществление системного знания явля-

ется невозможным без признания целеполагания составляющих систему элементов-органов).

Суть «Биокосмологической инициативы» заключается в призыве к рассмотрению и признанию необходимого возвращения (восстановления, в естественном круговоротном циклическом эволюционном развитии) истинной Триадологической (Трёх Типов, но возможных только в Триединстве) сущности действительного научного знания.

В реализации этой грандиозной задачи первоочередное значение имеет признание натуралистской Биполярности и динамической Триадичности научного знания, а в структуре последнего – полюса Органицистского, целедвижимого интегрирующего знания (равного по значению Дуалистскому-англосаксонскому аналитическому знанию, и основания которого были утверждены в XVII веке). В этой связи необходим решительный разворот, на основаниях современного (XXI века) Интегрализма – от Трансценденталистского (Южного, Антропоцентризма) Дуалистского полюса – к Северному (АнтропоКосмизма и Ноосферности) полюсу Органицистского Типа рационального (научного и философского) знания. Предпочтительно в русле Биокосмологического (Интегралистского – Северо-Восточного) развития. (Цитируем по основополагающему документу «Обращение к научному сообществу – выдвижение Биокосмологической Инициативы» [110].)

Биокосмологическую инициативу рассматриваем как ориентир науковедения. С этой точки зрения проблемы управления наукой в современных условиях обсуждаем в работах [35, 36, 215, 331]. Подвергнуты анализу состояние, тенденции и перспективы развития математических, статистических и инструментальных методов экономики [335, 336]. Разработаны предложения по модернизации научного комплекса стран БРИКС (в таких областях, как экономика, математика, науковедение, в которых автор настоящей монографии имеет значительный опыт исследовательской работы). Эта модернизация имеет

целью разворот от ориентации на англосаксонское аналитическое знание к Биокосмологическому (Интегралистскому – Северо-Восточному) развитию науки, на чём настаивает Биокосмологическая Инициатива.

Заслуживает тщательного рассмотрения развёртывающаяся в настоящее время революция в математических методах исследования, основанная на новой парадигме в этой области [222–223, 225]. Эта революция подробно обсуждается в заключительной части монографии [219], поэтому здесь мы о ней лишь упоминаем.

Области научной деятельности с течением времени зачастую меняют свои названия. В статье [202] приведено несколько примеров этого явления и проведено его обсуждение. Прослежен переход от кибернетики к информатике и автоматизированным системам управления, затем к информационно-коммуникационным технологиям и искусственному интеллекту. Под цифровой экономикой мы понимаем применение информационно-коммуникационных технологий в экономике и управлении [78]. Автор настоящей монографии полвека занимается проблемами искусственного интеллекта, хотя и под разными названиями этой области научных исследований. Другой временной понятийный ряд – статистические методы, математическая статистика, анализ данных, прикладная статистика, интеллектуальный анализ данных. Третий – методы классификации на основе обучающих выборок, распознавание образов и нейросети. Как синонимы мы рассматриваем контроллинг и современные технологии управления. В статье [202] обсуждаем смену терминологии в ходе развития научной области. Такая смена выступает как управленческая инновация. Важно констатировать, что введение в оборот новых терминов позволяет облегчить получение финансирования, решение разнообразных организационных задач. Новая терминология выделяет новый клан в науке – совокупность тех, кто её придерживается. Информационный барьер отделяет членов этого клана от исследо-

вателей и литературных источников, использующих прежнюю терминологию. Отрицательной стороной управленческих инноваций, основанных на смене терминологии, является фактическое забвение научных результатов, сформулированных в прежней терминологии. В статье [202] продемонстрировано (на многочисленных примерах) важное для управления наукой явление, состоящее в замене новой терминологией прежней системы терминов при сохранении фактического содержания научной дисциплины, выявлена (на предварительном уровне) польза и вред подобных управленческих инноваций. Эта статья посвящена постановке и предварительному решению принципиально важной исследовательской задачи в области науковедения и управления наукой. Обнаруженное явление заслуживает более тщательного и подробного изучения.

В настоящем разделе мы обсуждали лишь наши исследования в области контроллинга науки. В таких научных областях, как библиометрия и наукометрия, успешно работали многие научные работники. В качестве примера обратим внимание на научную школу проф. В.О. Толчеева. В ней, в частности, разработаны методы классификации библиографических текстовых документов [11, 280].

В соответствии с результатами главы «Контроллинг статистических методов» отметим активное применение непараметрических статистических методов для оценки точности методов классификации [238], увеличения быстродействия классификации текстовых документов [10], проверки однородности выборок текстовых документов [268]. Разработаны методы автоматизированного оценивания формулировок научной новизны публикаций [281]. Проведён анализ публикационной активности ведущих стран в области квантовых технологий [282]. Предложены способы построения текстовых коллекций для обучения классификаторов [97]. Интересные результаты дал сравнительный анализ бинарных классификаторов на массиве научных публикаций [60].

Проблемы контроллинга в научно-исследовательских организациях прикладного профиля обсуждаются, в частности, в статье [99]. Одна из них – контроллинг персонала на предприятиях типа «Научно-исследовательский институт» – рассмотрена в работе [100]. Контроллинг персонала заключается, в частности, в регламентации процессов управления персоналом, определении контрольных показателей, мониторинге выполнения поставленных целей, учёте затрат на осуществление улучшения системы управления и т.д. Он позволяет сформировать информационную базу для принятия эффективных управленческих решений, с помощью которых можно оптимизировать систему управления персоналом, что является необходимой основой для успешного развития предприятий, в частности, работающих в области наукоёмкой продукции и услуг.

6.6. Проблемы внедрения новых научных результатов

Согласно одному из определений контроллинг – это система информационно-аналитической поддержки процесса принятия решений при управлении организацией (предприятием, корпорацией) [65, с. 9]. Тем самым контроллинг пронизывает все стороны деятельности предприятия, его применяют при решении различных проблем, связанных с совершенствованием процессов управления на промышленных предприятиях и в их объединениях. Функции контроллинга осуществляют специальные подразделения предприятий – службы контроллинга. Поэтому контроллинг включён в число функциональных областей управленческой деятельности предприятия, для которых в [199, 229, 230] нами проведена разработка ряда организационно-экономических моделей и метод. Как показано в главе 1, их можно также называть экономико-математическими методами и моделями (ЭММиМ). Они играют важную роль в контроллинге. Используем два естественных направления исследований:

1. От ЭММиМ к решению конкретных задач контроллинга («взгляд справа» на рис. 1 главы 1).

2. От конкретных проблем, возникающих в практике работы служб контроллинга, к разработке необходимых для их решения конкретных ЭММиМ («взгляд слева» там же).

В XXI веке основное внимание исследователей и управленцев переносится с разработки отдельных экономико-математических методов и моделей («взгляд справа») на системы внедрения таких методов в практическую деятельность предприятий и организаций («взгляд слева»). В этой связи укажем на систему «Шесть сигм» внедрения ЭММиМ с целью совершенствования бизнеса.

Согласно [249], «Шесть сигм» – это способ управлять всей компанией или отдельным её подразделением (например, литейным цехом или центральной заводской лабораторией). Фактически речь идёт о развитии системы управления качеством и контроллинга на предприятии, в организации, фирме, компании. Анализ системы «Шесть сигм» показывает, что, несмотря на некоторое своеобразие терминов, связанное с корнями этой системы (лежащими в проблемах управления качеством), фактически «Шесть сигм» – это глубоко проработанная система внедрения современных подходов к управлению предприятием и его подразделениями, прежде всего контроллинга. Отметим большое место, которое занимают математические методы исследования, прежде всего статистические и экспертные, среди ее инструментов.

Проанализируем изменение представлений о проблемах внедрения современных научных достижений в отечественную практику. В качестве примера для обсуждения рассмотрим теорию и методы планирования эксперимента, об истории которых в нашей стране рассказано в [87]. Локомотивом работ по планированию эксперимента являлся «незримый коллектив» под руководством проф. В.В. Налимова. Основные научные идеи и результаты их практического внедрения обсуждались в журнале «Заводская лаборатория» (в настоящее время – журнал «Заводская лаборатория. Диагностика материалов».

Очевидно, совершенно необходим первый этап – разработка самой научной теории до той стадии, когда предлагаемые рекомендации уже можно использовать на практике. Основным результатом этого этапа – методические разработки и образцы внедрения. Для планирования эксперимента первый этап в основном завершился к началу 1970-х годов.

Термин «завершился» требует уточнения. Научные исследования, разумеется, продолжались после 1970 г., ведутся сейчас, и будут продолжаться в дальнейшем, поскольку любая научная область может – при наличии энтузиастов – развиваться сколько угодно долго. Уточним: к началу 1970-х годов была создана методическая база для массового внедрения.

Следующий этап – пропаганда возможностей методов планирования эксперимента, преподавание и подготовка кадров. В статье [87] рассказано о многочисленных акциях 1960–70-х гг. в этом направлении. Казалось, что дальше всё пойдёт самотёком. Но не получилось. Широкого потока внедренческих работ не последовало. Блестящие работы не стали образцами для подражания.

И не только для планирования эксперимента. Примерно так же развивалась ситуация с внедрением экономико-математических методов. Хотя были и некоторые незначительные отличия. Удалось организовать Центральный экономико-математический институт РАН, а вот академического института по планированию эксперимента нет до сих пор. И Межфакультетская лаборатория статистических методов МГУ им. М.В. Ломоносова под руководством акад. А.Н. Колмогорова, которая занималась развитием теории и внедрением методов планирования эксперимента, расформирована в середине 1970-х годов. Были и другие примеры того, что организационные успехи по тем или иным причинам не удавалось закрепить [87].

Стало ясно, что создания методов и их пропаганды недостаточно. Выявилась необходимость перехода к третьему этапу – этапу разработки организационных форм, обеспечивающих

широкое внедрение. Наиболее ярким проявлением этого этапа было учреждение в 1990 г. Всесоюзной статистической ассоциации (ВСА), объединяющей – прежде всего в секции статистических методов – специалистов по математическим методам исследования [125]. В статье [127] тех лет, посвящённой проблемам внедрения прикладной статистики и других статистических методов, развёрнута программа создания сети научно-исследовательских и внедренческих институтов по этой тематике, аналогичной сети метрологических организаций. К сожалению, все эти глобальные планы организации внедрения рассматриваемых методов в государственном масштабе остались нереализованными из-за развала СССР и экономических «реформ» 1990-х годов. Они привели к сокращению (в разы!) объёмов научных исследований и численности работников в сфере науки и научного обслуживания, а также соответствующих подразделений (например, служб надёжности) промышленных предприятий, особенно в оборонно-промышленном комплексе. Интересно отражение развития статистических методов в Советском Союзе в западных публикациях [327–329, 338].

Сейчас мы находимся на четвёртом этапе. Надо разрабатывать и широко использовать новые организационные формы внедрения математических методов исследования на отдельных предприятиях [169]. С похожими проблемами сталкиваются разработчики крупных информационных систем управления предприятиями, занимающиеся их внедрением в конкретных организациях [37]. В частности, необходимо создание соответствующей службы под непосредственным началом одного из высших руководителей организации. Недаром внедрение контроллинга – современных методов управления предприятиями – обычно начинается именно с создания службы контроллинга и прорабатывания её взаимодействия со всеми остальными структурами предприятия [56].

Система «Шесть сигм» ценна прежде всего своей организационной составляющей, позволяющей рассматривать ее как

универсальную систему совершенствования бизнеса [292]. Той, которой не уделяли внимания на ранних этапах истории внедрения современных математических методов исследования. По нашей оценке, система «Шесть сигм» может быть использована не только для повышения качества продукции и услуг. Она даёт алгоритмы практической деятельности, в том числе и в области организации внедрения современных организационно-экономических методов и моделей [139].

Контроллинг науки в настоящее время бурно развивается. В частности, кратко представленные в настоящей главе научные результаты заслуживают более подробного и углублённого рассмотрения.

Глава 7. КОНТРОЛЛИНГ ИНВЕСТИЦИЙ

7.1. Основные идеи инвестиционного менеджмента

Управление инвестициями – одна из основных областей современного менеджмента (см., например, [142]). Инвестиции – это вложение средств в некоторый проект. Средства могут быть финансовые, материальные, кадровые, в виде услуг и др. Инвесторы – это те, кто осуществляет инвестиции. Цели инвесторов могут быть различными. В ряде случаев, но отнюдь не всегда, они стремятся к получению именно экономического эффекта. В теории менеджмента установлено [142], что решение должно быть принято на основе соответствующих проекту значений пяти групп факторов, соответствующих проекту. Речь идёт о группах социальных, технологических, экономических, экологических и политических факторов (сокращённо – о СТЭЭП-факторах). Особенно это касается крупных проектов, например, ядерных или космических.

Однако для небольших (локальных) проектов наиболее существенными могут оказаться экономические факторы. В таких случаях проекты называются инвестиционными (в узком – экономическом – смысле слова). Перевод термина «инвестиции» на русский язык – «капиталовложения».

Данная глава посвящена обсуждению методов анализа и сравнения инвестиционных проектов с целью подготовки управленческих решений. Основные вопросы, возникающие при управлении инвестициями, таковы.

Имеет ли смысл вкладывать средства в конкретный проект?

Какой экономический эффект даст вложение средств?

Какой из нескольких проектов целесообразно реализовать в первую очередь?

Сформулированные выше основные положения отражают точку зрения автора настоящей монографии, раскрытую, например, в [142]. В литературе встречаются и другие определения инвестиционного менеджмента.

Контроллинг организационно-экономических методов в рассматриваемой области – это разработка процедур управления соответствием поставленным задачам используемых и вновь создаваемых методов инвестиционного менеджмента.

Для выполнения проекта необходимы ресурсы различной природы. Иногда под ресурсами понимают только финансовые средства, а цель реализации проекта сводят к получению прибыли. С подобной крайне упрощённой точкой зрения мы не можем согласиться. Например, для реализации проектов в ракетно-космической отрасли необходимо привлечь не только тот или иной объем денежных средств, но и материальные ресурсы (станки, здания, транспорт и т.п.), нематериальные активы (результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, патенты и др.), кадровые ресурсы – необходимое число квалифицированных работников и управленцев, временные ресурсы – выделить достаточное время для выполнения работ по проекту, и т.д. Нельзя сегодня выделить финансовые средства, а завтра получить готовый космический корабль нового типа. Несостоятельность подобных ожиданий отражается в известной притче: «Для вынашивания ребёнка женщине требуется девять месяцев. Финансист спрашивает: за какое время девять женщин выносят одного ребёнка? Ожидает, что за месяц». Отметим, что привлечение ресурсов не означает, что они полностью создаются за счёт средств инвестора. Они привлекаются (их выделяют) в необходимом объёме для выполнения проекта, после чего (или одновременно) они могут использоваться для реализации других проектов.

С получением прибыли (экономического эффекта) также не все однозначно. При расчёте значения этого финансово-хозяйственного показателя возникает необходимость выбора од-

ного из многих видов прибыли. Так, производственная прибыль отличается от балансовой, используемой при налогообложении (о различных видах прибыли см., например, [320, с. 160]). Кроме того, необходимо выбрать временной промежуток, за который рассчитывается прибыль, на основе значения которой принимают решение о реализации проекта или о выборе одного проекта из нескольких. Оптимальные решения в области экономики и управления (полученные в результате решения соответствующей оптимизационной задачи в рамках используемой экономико-математической модели) определяются горизонтом планирования, могут меняться в зависимости от его длительности. Наконец, руководитель хозяйственной единицы при принятии управленческих решений должен учитывать, кроме прибыли, достижение других целей, в том числе необходимость обязательного выполнения государственного заказа и договоров на поставку, увеличения доли рынка, повышения научно-технического уровня предприятия, развития персонала и т.п. По мнению одного из наиболее известных американских экономистов Джона Кеннета Гэлбрейта (1908–2006), «крупными корпорациями управляет стремление к безопасности и расширению, а не погоня за максимальной прибылью» [38].

При разработке проекта решения в области экономики и управления возникают вопросы об целесообразности инвестиций в тот или иной проект и об ожидаемом эффекте от его осуществления. Часто опираются на экономические факторы и используют такие широко известные «показатели эффективности инвестиционных проектов», как чистая текущая стоимость NPV , внутренняя норма доходности IRR и др. (определения этих показателей приведены ниже). При обсуждении результатов выполнения проектов (например, при защитах диссертационных и дипломных работ) обычно возникает вопросы о том, на чем основан выбор таких параметров используемых экономико-математических моделей, как коэффициент дисконтирования и горизонт планирования, а также вообще

о допустимости использования показателей эффективности инвестиционных проектов. Как уже говорилось, настоящая глава посвящена попытке дать обоснованные ответы на такие вопросы.

Проблемам управления инвестиционными проектами и в том числе оцениванию их эффективности, посвящена огромная литература. По нашему мнению, наиболее значимыми являются монографии [18, 59, 131, 250]. По этой тематике нами также опубликован ряд научных работ [22, 133, 134, 165, 226, 233, 241, 242] начиная с 1999 г. Соответствующие разделы имеются в наших монографиях по менеджменту и теории принятия решений [137, 142, 198, 212].

Исторический анализ методов расчёта эффективности инвестиций дан в статье [290]. Отметим, что при применении ряда характеристик инвестиционных проектов термин «эффективность» нельзя использовать в принятом в экономике смысле как отношение экономического эффекта к затратам. Термин «показатели эффективности инвестиционных проектов» используем в соответствии со сложившейся в литературе практикой. Речь идёт, в частности, о таких характеристиках, как внутренняя норма доходности и (дисконтированный) срок окупаемости, которые, очевидно, нельзя рассматривать в терминах отношения экономического эффекта к затратам.

Рассмотрим принципиально важный вопрос: «В каких случаях можно дать экономическую оценку эффективности инвестиционного проекта»? Его обсуждение мы начали в статье [197] и продолжили в работе [209].

7.2. Математическое моделирование инвестиционных проектов

К сожалению, приходится констатировать, что в литературе (включая Интернет-ресурсы) имеется достаточно много неточных формулировок, кроме того, используются различные

обозначения. Поэтому необходимо начать с основных определений.

Рассмотрим дискретную постановку, обычную для анализа динамики экономических процессов (временных рядов). Финансовые показатели рассматриваются в моменты времени $t = 0, 1, 2, \dots$, где 0 соответствует началу реализации проекта, а k – горизонту планирования (длительности интервала планирования). За единицу измерения времени принимают естественный для рассматриваемого проекта интервал времени между последовательными событиями, обычно год, реже месяц.

Таким образом, будем считать время дискретным, с шагом 1. Переход к непрерывному времени не вызывает математических сложностей. Однако в хозяйственной практике в настоящее время итоги подводятся дискретно, раз в год, квартал или месяц.

Инвестиционному проекту соответствует финансовый поток $a(0), a(1), a(2), \dots, a(t), \dots$, где $a(t)$ – финансовый результат за интервал с номером t , т.е. сальдо за этот интервал (разность между поступлениями и расходами). Таким образом, под финансовым потоком инвестиционного проекта понимают последовательность чисел $a(0), a(1), a(2), \dots, a(k), \dots$, где $a(t)$ – оценка результатов выполнения проекта по итогам интервала времени с номером t , т.е. разность между поступлениями и платежами (расходами) с момента $(t - 1)$ до момента t (сальдо за интервал с номером t), а $a(0)$ является отрицательным числом и равно начальным вложениям (т.е. вложениям в момент 0) со знаком минус.

Динамика финансового потока обычно описывается *типовой* зависимостью, для которой характерны отрицательное значение в начальный момент, далее также отрицательные значения, соответствующие, например, проектированию и строительству объекта, в который производятся капиталовложения, сменяющиеся переходом к росту, достижению положительных значений и затем выходу на достаточно продолжительное плато, в конце же интервала реализации T проект завершается, на-

пример, утилизацией. В некоторых случаях финансовый поток имеет более сложное строение. Так, при последовательной реализации ряда очередей строительства подобные зависимости налагаются друг на друга (складываются).

Используют два вида показателей эффективности инвестиционных проектов – динамические и статистические. При использовании первого из них исходят из того, что элементы финансового потока относятся к различным моментам, следовательно, их надо привести к сопоставимому виду (использовать сопоставимые цены). Приведение осуществляется с помощью пересчёта путём дисконтирования. При этом принимают, что финансовая величина, составляющая A денежных величин в определённый момент времени, соответствует $A(1 + q)$ денежных величин в следующий момент времени, где q – некоторый коэффициент, называемый коэффициентом дисконтирования. Как следствие, при движении назад на один шаг происходит деление на $(1 + q)$, т.е. финансовая величина, составляющая A денежных величин в следующий момент времени, при приведении к сопоставимым ценам на предыдущий момент переходит в $A/(1 + q)$.

Основные характеристики инвестиционных проектов рассчитывают на основе дисконтирования. Приводя элементы финансового потока к начальному моменту времени $t = 0$, получают, что общий экономический эффект, соответствующий осуществлению инвестиционного проекта за время от начального момента $t = 0$ до окончания $t = T$ (где T – горизонт планирования) равен

$$NPV = NPV(q, T) = a(0) + \frac{a(1)}{1 + q} + \frac{a(2)}{(1 + q)^2} + \frac{a(3)}{(1 + q)^3} + \dots + \frac{a(T)}{(1 + q)^T}, \quad (1)$$

Величина NPV называется чистой текущей стоимостью, по первым буквам английского названия *Net Present Value*. В литературе на русском языке используют и другие названия этой характеристики инвестиционного проекта и обозначения её составляющих. Здесь не будем их приводить и обсуждать. Во всех

случаях общим является использование краткой записи NPV для обозначения рассматриваемой величины и формулы (1) для её расчёта (с точностью до равносильных преобразований). Аналогичное замечание касается и других характеристик инвестиционного проекта, рассмотренных далее. В формуле (1) обычно (т.е. в случае, когда динамика финансового потока описывается рассмотренной выше типовой зависимостью) функция $NPV(q, T)$ убывает при росте q и возрастает при росте T .

Поскольку зачастую обосновать выбор того или иного значения коэффициента дисконтирования затруднительно, а по поводу величины коэффициента дисконтирования могут быть дискуссии (см. ниже), то возникает желание выяснить, будет ли значение NPV положительным (т.е. будет инвестиционный проект экономически выгодным) для всех возможных в конкретной ситуации значений этого коэффициента. Для ответа на этот вопрос используют характеристику инвестиционного процесса, известную как внутренняя норма доходности IRR (по первым буквам английского названия *Internal Rate of Return*). Для определения этой характеристики рассмотрим чистую текущую стоимость как функцию от коэффициента дисконтирования (при зафиксированном горизонте планирования и одном и том же финансовом потоке). Тогда функция $NPV(q)$ непрерывна и, как правило, положительна при $q = 0$. Следовательно, она положительна и на некотором интервале $(0, q_0)$, где q_0 – корень уравнения

$$NPV(q) = 0 \quad (2)$$

относительно q при фиксированном T . Решение этого уравнения и называется внутренней нормой доходности IRR . Поскольку все слагаемые чистой текущей стоимости, кроме первого $a(0)$, стремятся к 0 при безграничном росте коэффициента дисконтирования, то внутренняя норма доходности существует для любого инвестиционного проекта. Таким образом, $IRR = IRR(T)$, т.е. внутренняя норма доходности IRR зависит от горизонта планирования IRR , как и чистая текущая стоимость NPV .

Если уравнение (2) имеет одно решение, то для имеющих экономический смысл финансовых потоков $NPV(q, T) > 0$ при $q < IRR(T)$, т.е. проект экономически выгоден, и $NPV(q, T) < 0$ при $q > IRR(T)$, т.е. проект не выгоден с экономической точки зрения.

Если уравнение (2) имеет несколько решений, то в качестве внутренней нормы доходности IRR используют минимальный корень. Тогда $NPV(q, T) > 0$ при $q < IRR(T)$ (в естественном предположении, что $NPV(0, T) > 0$). Однако доказано, что в случае, когда динамика финансового потока описывается рассмотренной выше типовой зависимостью, уравнение (2) имеет ровно одно решение (в естественном предположении, что $NPV(0, T) > 0$ и $a(0) \leq 0$).

Уравнение (2), вообще говоря, может иметь несколько корней. Соответствующие примеры есть в литературе [250]. Установлено математически, что в случае, когда финансовый поток описывается описанной выше *типовой* зависимостью, решение уравнения (2) является единственным. Несколько корней у этого уравнения может быть тогда, когда реализация проекта включает в себя ряд стадий, например, связанных с последовательным строительством ряда объектов. Тогда финансовый поток описывается зависимостью с несколькими участками отрицательной динамики сальдо поступлений и платежей, поскольку при начале строительства очередного проекта платежи резко возрастают, в то время как поступления остаются на достигнутом уровне.

В общем случае под внутренней нормой доходности IRR понимают наименьший (положительный) корень уравнения (2). Как уже отмечалось, если коэффициент дисконтирования меньше IRR , т.е. $q < IRR$, то чистая текущая стоимость положительна, $NPV(q) > 0$, т.е. инвестиционный проект экономически выгоден. На практике достаточно часто значительная неопределённость значения коэффициента дисконтирования q сочетается с уверенностью в том, что все возможные значения коэффициента дисконтирования менее внутренней нормы доход-

ности, т.е. для них выполнено неравенства $q < IRR$. Тогда можно заключить, что инвестиционный проект экономически выгоден, и использовать этот вывод при принятии управленческих решений. При этом значение чистой текущей стоимости остаётся неопределённым, но есть уверенность в том, что это значение положительно.

Обсудим теперь динамику чистой текущей стоимости как функции от горизонта планирования T (см. формулу (2) выше). При $T = 0$ значение этой функции отрицательно. Если финансовый поток описывается приведённой выше типовой зависимостью, то при увеличении T чистая текущая стоимость может сначала убывать, но затем начинает возрастать и в какой-то момент пересекает ось абсцисс, т.е. переходит от отрицательных значений к положительным. Этот момент и называется дисконтированным сроком окупаемости DPP (от *Discounted payback period* – англ.). Находят натуральное число k такое, что $NPV(T - 1) < 0$ и $NPV(T) > 0$ и полагают $DPP = T$. Иногда рекомендуют провести (линейную или иную) интерполяцию для более точного вычисления DPP . Тогда значение этой характеристики не является натуральным числом.

Дисконтированный срок окупаемости $DPP = DPP(q)$ – это минимальный срок $T(0)$, за который чистая текущая стоимость $NPV(q, T)$ становится неотрицательной, т.е. минимальное число периодов $T(0)$ такое, что $NPV(q, T) < 0$ при $T = 0, 1, 2, \dots, T(0) - 1$ и $NPV(q, T(0)) \geq 0$. Таким образом, к моменту $T(0)$ происходит возврат капиталовложений (инвестиций) и проект становится прибыльным при $T \geq T(0)$.

Чистая текущая стоимость $NPV(q, T)$ – функция двух переменных q и T . Две только что введённые на основе $NPV(q, T)$ характеристики – внутренняя норма доходности и дисконтированный срок окупаемости – являются функциями одной переменной. Внутренняя норма доходности – это функция от горизонта планирования, $IRR = IRR(T)$. Дисконтированный срок окупаемости – функция от коэффициента дисконтирования, $DPP = DPP(q)$.

(В обоих случаях финансовый поток не меняется, предполагается заданным для всех используемый моментов времени.)

В отличие от чистой текущей стоимости и внутренней нормы доходности дисконтируемый срок окупаемости существует не для всех инвестиционных проектов, а только для таких, для которых $NPV(T) > 0$ при некотором T . Если это условие не выполнено, то инвестиционный проект никогда не окупится. Решение о целесообразности его осуществления может быть принято на основе социальных, технологических, экологических, политических факторов, но не на основе экономических.

Используют и другие характеристики инвестиционного проекта. Как уже отмечалось, такие характеристики разделяют на две группы. В первую включают характеристики, основанные на дисконтировании. Их называют динамическими. К ним, помимо чистой текущей стоимости NPV , внутренней нормы доходности IRR , дисконтированного срока окупаемости DPP , относятся индекс рентабельности вложений PI , модифицированная внутренняя норма доходности $MIRR$ и др. При определении характеристик второй группы не используют дисконтирования, они основаны на учётных (номинальных) оценках. Их называют статическими. Речь идёт о сроке окупаемости инвестиций PP , коэффициенте эффективности инвестиций ARR и др. Определения перечисленных характеристик даны в литературе вместе с обсуждением их свойств (см., например, [18, 59, 142, 250], а также [137, 198]).

В настоящей главе основное внимание сосредоточим на обсуждении проблем, связанных с использованием чистой текущей стоимости $NPV(q, T)$ при решении проблем экономики и управления.

7.3. Анализ простейшего инвестиционного проекта

К дальнейшему обсуждению характеристик инвестиционных проектов перейдём после рассмотрения наиболее простой

ситуации, в которой инвестиционный проект описывается так. Сначала инвестор вкладывает в проект A денежных единиц, а затем каждый год в течение k лет получает доход в размере B денежных единиц. В этом случае финансовый поток выглядит так: $a(0) = (-A)$, $a(1) = a(2) = \dots = a(k) = B$.

Найдём основные характеристики этого инвестиционного проекта чистую текущую стоимость, внутреннюю норму доходности, срок окупаемости. Пусть коэффициент дисконтирования равен q .

В рассматриваемой организационно-экономической (экономико-математической) модели используются четыре параметра:

- A (объём начальных инвестиций),
- B (величина ежегодного дохода),
- q (коэффициент дисконтирования),
- k (длительность горизонта планирования).

Для рассматриваемого простейшего инвестиционного проекта чистая текущая стоимость равна

$$NPV = NPV(A, B, q, k) = -A + \frac{B}{1+q} + \frac{B}{(1+q)^2} + \dots + \frac{B}{(1+q)^k}. \quad (3)$$

Поскольку в правой части формулы (3) можно выделить сумму геометрической прогрессии,

$$NPV = NPV(A, B, q, k) = -A + \frac{B}{1+q} \left(1 + \frac{1}{1+q} + \dots + \frac{1}{(1+q)^{k-1}} \right), \quad (4)$$

то воспользуемся формулой для этой суммы,

$$1 + a + a^2 + \dots + a^n = \frac{1 - a^{n+1}}{1 - a}, \quad (5)$$

при $a \neq 1$, в которой положим

$$a = \frac{1}{1+q}, \quad n = k - 1. \quad (6)$$

Следовательно,

$$NPV(A, B, q, k) = -A + \frac{B}{1+q} \left(\frac{1 - \frac{1}{(1+q)^k}}{1 - \frac{1}{1+q}} \right) = -A + \frac{B}{q} \left(1 - \frac{1}{(1+q)^k} \right). \quad (7)$$

Из полученного равенства следует, в частности, что всегда

$$NPV(A, B, q, k) < -A + \frac{B}{q}. \quad (8)$$

Таким образом, при

$$-A + \frac{B}{q} \leq 0, \quad \frac{B}{q} \leq A, \quad Aq \geq B \quad (9)$$

вложения инвестора никогда не окупятся. Если же

$$-A + \frac{B}{q} > 0, \quad (10)$$

то они окупятся при достаточно большой продолжительности проекта, а именно, при

$$-A + \frac{B}{q} > \frac{1}{(1+q)^k}. \quad (11)$$

Это неравенство справедливо для горизонта планирования

$$k > \frac{\ln q - \ln(B - Aq)}{\ln(1+q)}. \quad (12)$$

Правая часть последнего неравенства даёт значение дисконтируемого срока окупаемости.

В статических методах оценки инвестиционных проектов дисконтирование не проводят, т.е. полагают $q = 0$, тогда $a = 1$ и

$$N(A, B, 0, k) = -A + kB. \quad (13)$$

Проект окупится при

$$-A + kB \geq 0, \quad k \geq \frac{A}{B}. \quad (14)$$

Очевидно, в динамических методах (т.е. при положительном q) справедливо неравенство

$$N(A, B, q, k) < N(A, B, 0, k), \quad (15)$$

т.е. чистая текущая стоимость всегда меньше, чем при использовании статических методов. Дисконтированный срок окупаемости всегда больше срока окупаемости A/B , рассчитываемого при применении статических методов.

Внутренняя норма доходности IRR является решением (относительно q) уравнения

$$NPV(A, B, q, k) = -A + \frac{B}{q} \left(1 - \frac{1}{(1+q)^k} \right) = 0. \quad (16)$$

Если продолжительность проекта достаточно велика ($k \rightarrow \infty$), то вторым слагаемым в скобках можно пренебречь и найти IRR из условия

$$-A + \frac{B}{IRR} = 0, \quad IRR = \frac{B}{A}. \quad (17)$$

7.4. Проблема устойчивости выводов на основе математических моделей инвестиционных проектов

Для расчёта показателей эффективности инвестиционного проекта на основе $NPV(q, T)$ необходимо знать финансовый поток проекта (сальдо поступлений и платежей по годам (или по другим интервалам времени, например, по месяцам)), коэффициент дисконтирования и горизонт планирования. Можно ли их обоснованно определить?

Необходимость дисконтирования очевидна. В частности, необходимо учитывать инфляцию. Но вот какой коэффициент дисконтирования взять?

Обычные вопросы при оценке эффективности инвестиционного проекта:

- почему использован тот или иной коэффициент дисконтирования?
- как обоснован выбор горизонта планирования?

Эти вопросы постоянно задают при обсуждении экономической оценки эффективности инвестиционных проектов на уровне диссертаций и дипломных работ.

Гораздо реже обращают внимание на уровень обоснованности финансового потока, поскольку ответ на этот вопрос требует разъяснений на основе результатов глубокого анализа конкретного проекта. Всегда ли можно обоснованно рассчитать $a(t)$ – финансовый результат за интервал с номером t , т.е. сальдо за этот интервал (разность между поступлениями и расходами)? Для подобного расчёта необходимо знать цены на товары и услуги. Текущие цены, очевидно, меняются с течением времени из-за инфляции. Чтобы использовать единый масштаб цен, т.е. перейти к сопоставимым ценам, необходимо использовать индексы инфляции в будущие моменты времени. Как показывает экономическая история России (и других стран), прогнозирование инфляции на длительный период невозможно из-за изменения общей экономической и политической ситуации (см., например, [143, гл. 4, 217]). Если использовать во всех расчётах цены на начало осуществления проекта, то приходится игнорировать возможное в будущем изменение соотношений цен на различные товары и продукты. Цены меняются в пространстве (т.е. при переходе от одного поставщика к другому) и во времени. Даже если удастся избавиться от зависимости от времени (т.е. установить по реальным данным и использовать в расчётах эту зависимость), остаётся изменение цен при смене поставщиков. Как следствие, финансовый поток может быть рассчитан лишь в стабильной ситуации, при фиксации цен (или полной информации об их дальнейшей динамике) и системы поставок (или при полностью известной динамике ее будущего изменения). Эти условия могут быть выполнены лишь для краткосрочных проектов с ограниченными по величине инвестициями, реализуемыми в стабильной экономической обстановке.

Если финансовый поток определяется особенностями конкретного проекта, то коэффициент дисконтирования отражает

экономическую ситуацию в целом. Как можно указать полностью определённое значение коэффициента дисконтирования? Рассмотрим несколько распространённых методов определения этого коэффициента.

Один из типовых вариантов таков: «Так принято в нашей фирме». Это – отказ от ответа, перекладывание выбора коэффициента и ответственности за его выбор на других лиц, в конечном случае – на руководство фирмы.

Иногда рекомендуют определять коэффициент дисконтирования на основе оценки инфляции и степени риска. Например, использовать формулу

$$q = (1 + a)I(1 + R) - 1, \quad (18)$$

где коэффициент a соответствует идеальной ситуации без инфляции и риска, I – ожидаемое значение индекса инфляции, R – повышающий коэффициент, учитывающий возможный риск. В ряде источников рекомендуют формулу типа (18), в которой вместо произведения стоит сумма величин, аналогичных используемым в (18). Очевидно, все три коэффициенты, как и способ из агрегирования, являются достаточно произвольными.

В связи с необходимостью учёта инфляции путём перехода к сопоставимым ценам отметим, что есть две существенно различные задачи оценки эффективности инвестиционного проекта – когда проект уже закончен (анализируем прошлое – по завершённым проектам) и когда он продолжается или начинается. В первом случае можно использовать текущие цены, во втором – цены на момент начала проекта (или на тот момент между прошлым и будущим, на котором заканчивается известная история проекта и начинается его будущее). Для расчёта чистой текущей стоимости и других показателей эффективности инвестиционных проектов финансовый поток надо измерять в сопоставимых ценах, исключая влияние инфляции (изменения покупательной способности денежных средств). Для прошедших моментов времени переход к сопоставимым ценам проводят с использо-

ванием известных исследователю индексов инфляции и текущих цен на соответствующие моменты времени.

Проблемам расчётов инфляции посвящён ряд наших работ [73, 166]. Эти проблемы наиболее подробно проанализированы в главе 4 нашего учебника «Эконометрика» (4-е издание) [143, с. 198–274]. Подчеркнём, что значения индексов инфляции определяются не только ценами, но и используемой потребительской корзиной. Такая корзина должна соответствовать набору товаров и услуг, который используется при выполнении проекта. По ней следует проводить расчёты по завершённым (полностью или частично) инвестиционным проектам. Отраслевые и относящиеся ко всему народному хозяйству индексы инфляции можно найти в материалах Росстата. Однако их применимость для анализа конкретного инвестиционного проекта должна быть тщательно обоснована.

Практика показывает, что обоснованный прогноз индексов инфляции на будущее невозможен (см. главу «Контроллинг инфляции» данной монографии). Поэтому остаётся проводить расчёты в ценах на начальный момент времени. Эта рекомендация основана на предположении о стабильности соотношения цен на товары и услуги, используемые при выполнении проекта. Такая стабильность может быть нарушена различными инновациями в той сфере хозяйственной практики, к которой относится рассматриваемый инвестиционный проект.

Иногда спрашивают, включать ли амортизационные отчисления в платежи при расчёте финансового потока? Если инвестиционный проект осуществляется полностью за счёт финансовых вложений инвестора, то ответ – нет, поскольку иначе произойдёт двойной счёт. Другими словами, амортизационные отчисления уже оплачены за счёт первоначальных вложений. Если же, кроме финансовых средств, привлекаются материальные ресурсы и нематериальные активы, используется труд работников и управленцев, то соответствующие расходы должны быть возмещены в ходе выполнения проекта.

В отличие от финансовых потоков, определяемых микроэкономической ситуацией в сфере выполнения инвестиционного проекта, на коэффициенты дисконтирования влияет ситуация в экономике в целом, т.е. их следует считать макроэкономическими величинами. Это видно из способов их практического расчёта. Например, естественно определять величину коэффициента дисконтирования, сопоставляя экономический эффект инвестиционного проекта с эффектом от вложения исходных финансовых средств в банковский депозит.

Распространено приравнивание коэффициента дисконтирования «цене капитала». Она определяется банковскими процентами на тот собственный и заёмный капитал, который будет использоваться при выполнении проекта. Ясно, что динамика этих процентов зависит от макроэкономической динамики. Обычно полагают, что ставка кредита (а потому и коэффициент дисконтирования) должна быть больше ставки рефинансирования Центрального банка РФ. Но эта ставка в нестабильной обстановке может быстро меняться в разы (табл. 1)! Поэтому расчёт цены капитала является обоснованным лишь на краткосрочный период и в стабильной обстановке, т.е. для устойчивой системы кредитования.

Таблица 1

**Динамика ставки рефинансирования Центрального банка РФ
(в %)**

Дата	Ставка	Дата	Ставка	Дата	Ставка
2019.07.26	7,25	2021.07.23	6,5	2022.09.17	7,5
2019.09.06	7,0	2021.09.10	6,75	2023.07.21	8,5
2019.10.25	6,5	2021.10.22	7,5	2023.08.15	12,0
2019.12.14	6,25	2021.12.17	8,5	2023.09.15	13,0
2020.02.07	6,0	2022.02.11	9,5	2023.10.27	15,0
2020.04.24	5,5	2022.02.28	20,0	2023.12.15	16,0
2020.06.19	4,5	2022.04.08	17,0	2024.07.26	18,0
2020.07.24	4,25	2022.04.29	14,0	2024.09.13	19,0
2021.03.19	4,5	2022.05.26	11,0	2024.10.25	21,0
2021.04.23	5,0	2022.06.10	9,5	2025.06.06	20,0
2021.06.11	5,5	2022.07.22	8,0	2025.07.25	18,0

Как же определять коэффициент дисконтирования? Можно использовать тот или иной метод экспертных оценок [146; 150, 188, 195]. Частный случай экспертного оценивания – ссылка на принятое в конкретной организации значение.

Обсуждение обоснованности выбора горизонта планирования проведём в связи с проблемой начала и проблемой конца инвестиционного проекта.

Начнём с примера – краткого обсуждения конкретного проекта выпуска высокотехнологичной продукции.

Рассмотрим динамику разработки грузового самолёта «Руслан», самого крупного из коммерчески используемых самолётов за всю историю авиации [40]. Разработка концепции началась в 1966 г. Через пять лет – в 1971 г. – перешли к полномасштабному проектированию. Ещё через десять лет – в 1981 г. – был изготовлен опытный образец и начались лётные испытания. На них ушло восемь лет, и лишь в 1989 г. самолёт допущен к эксплуатации и началось его серийное производство. Итак, от начала проекта до серийного производства прошло 23 года. Как учесть расходы на проект за эти годы? Финансовый поток можно восстановить по годовым расчётам, но коэффициент дисконтирования, очевидно, менялся в течение этих лет, поскольку менялась экономическая обстановка, в частности, темп роста макроэкономических характеристик.

Ещё одна проблема связана с тем, что одновременно шла реализация других проектов, например, проектирование ещё более крупного самолёта «Мрия», который так и не пошёл в серию. Куда отнести расходы на прерванные проекты?

Напрашивается попытка «разнести» истраченные средства на отдельные экземпляры продукции. Однако для этого надо, как минимум, знать общий объем выпуска – число самолётов, переданных в коммерческую эксплуатацию. Однако невозможно установить этот объем обоснованно, поскольку выпуск самолётов продолжается.

Рассматриваемая проблема начала инвестиционного проекта может частично быть снята путём отнесения всех расходов на первых этапах инновационных проектов к накладным расходам (предприятий, которые их осуществляют), включающим, в частности, расходы на развитие производства.

Проблема конца связана с тем, что момент окончания проекта зачастую не может быть обоснованно установлен. Например, таким является момент завершения проекта по выпуску самолётов «Руслан», поскольку неизвестно, когда закончится их практическое использование. Можно предположить, что до этого момента пройдёт ещё несколько десятков лет. В экономико-математических моделях оптимальное решение обычно зависит от горизонта планирования T , например, в классической модели управления запасами Вильсона [167]. Поэтому неопределённость значения T лишает смысла поиск оптимального решения.

В ряде экономико-математических моделей можно попытаться обойти эту возможность, используя асимптотически оптимальные планы. Они представляют собой бесконечные последовательности, начальные отрезки которых (до момента T) дают решения, для которых значение используемого при оптимизации критерия асимптотически эквивалентно значению для зависящего от T оптимального плана [182]. Однако такой подход применим лишь тогда, когда в течение интервала планирования экономическая ситуация остаётся стабильной, как это имеет место для моделей управления запасами. В частности, интервал между последовательными значениями T должен быть мал по сравнению с интервалом стабильности экономической ситуации, например, измеряться не годами, а днями.

Оценивание эффективности инвестиционного проекта на основе дисконтированного срока окупаемости DPP не требует выбора горизонта планирования. Для обоснования вывода о целесообразности осуществления проекта достаточно выполнения условия $DPP < T$. Однако при таком подходе не удаётся

оценить экономический эффект от реализации инвестиционного проекта.

7.5. Методы изучения устойчивости выводов на основе математических моделей инвестиционных проектов

Как показывают проведённые выше рассуждения, весьма важно изучение устойчивости выводов при оценивании эффективности инвестиционных проектов относительно допустимых отклонений исходных данных и предпосылок рассматриваемых математических моделей. Нами разработан единый подход к изучению устойчивости выводов, получаемых с помощью экономико-математических моделей. Он основан на использовании математической конструкции под названием «общая схема устойчивости». Общий подход и результаты для конкретных моделей рассмотрены в монографиях [119, 199].

В соответствии с общей концепцией системной нечёткой интервальной математики [227, 228] исходные данные целесообразно описывать с помощью нечётких и интервальных переменных. Необходимо применять современные методы анализа статистических данных [200], прежде всего методы нечисловой статистики [194].

В данной монографии нет возможности рассмотреть всё многообразие научных результатов в области теории устойчивости и системной нечёткой интервальной математики. Отметим только два результата, непосредственно относящихся к рассматриваемой тематике.

Среди всех моделей экономической динамики особое место занимают модели с дисконтированием. Согласно (1) к ним относятся и NPV . В [179] установлено, что модели с дисконтированием выделяются среди всех моделей динамического программирования (речь идёт, в частности, о математических моделях экономического развития) выполнением условия устойчивости результатов сравнения планов к изменению момента начала их

реализации. Поясним подробнее. Рассматриваются планы на некоторое количество шагов. Пусть первый план лучше второго при начале реализации этих планов в определённый момент времени. Потребуем, чтобы первый план был лучше второго и при начале реализации этих планов в следующий момент времени. Это и есть условие устойчивости планов к изменению момента начала их реализации. Доказано, что если условие устойчивости планов выполнено для планов на 1 шаг и на 2 шага, то рассматриваемая экономико-математическая модель является моделью с дисконтированием [179]. Обратное утверждение также справедливо: для модели с дисконтированием упорядоченность планов не меняется при изменении момента начала их реализации. Эти математические результаты показывают, что модели с дисконтированием и, в частности, модели, основанные на использовании NPV , предполагают стабильность экономической ситуации. Их использование в меняющейся экономической ситуации не является обоснованным.

Второй математический результат, непосредственно относящийся к рассматриваемой тематике, получен в рамках статистики интервальных данных (этот раздел прикладной статистики подробно рассмотрен в [137, 194, 198, 200, 227]). Рассматривается модель, согласно которой коэффициенты дисконтирования меняются со временем, но незначительно, отклонение не превосходит Δq (по абсолютной величине). Методами статистики интервальных данных найдено максимально возможное отклонение ΔNPV значения чистой текущей стоимости NPV [165]. В терминах метрологии – по ошибке прямого измерения коэффициента дисконтирования Δq найдена ошибка ΔNPV косвенного измерения (в рассматриваемом случае – измерения значения чистой текущей стоимости NPV).

7.6. Инновации и инвестиции

Необходимо разделять инновационные проекты и инвестиционные проекты. На начальных этапах инновационного

проекта обычно не удаётся достаточно точно оценить экономический эффект, такие проекты начинают, исходя из оценок для других групп факторов. Однако при переходе от опытного образца к подготовке серийного производства происходит перелом, экономические факторы выходят на первое место среди других групп факторов, проект становится инвестиционным [174]. В проектах, осуществляемых в ракетно-космической отрасли, велика инновационная составляющая, и поэтому естественно говорить об инновационно-инвестиционных проектах (см., например, [230, гл. 4]).

Управление инвестициями и управление инновациями обычно рассматривают отдельно [142]. Однако применяется и термин «инновационно-инвестиционный проект», особенно в ракетно-космической отрасли в соответствии с ее спецификой (см., например, [22, 154, 155, 230, 233, 241, 242]). Обсудим взаимосвязь инноваций и инвестиций.

Под инновацией понимают внедрённое новшество (в литературе встречаются многочисленные развёрнутые определения, анализировать которые здесь нет необходимости). Путь инновации от появления идеи до внедрения (в случае инновации в материальной сфере – до промышленного производства) проходит в рамках инновационного процесса. В статьях [174, 176] мы выделили 13 этапов инновационного процесса. Кратко обсудим их.

1. Формирование инновационной идеи.
2. Формирование коллектива собственников инновационного проекта.
3. Защита интеллектуальной собственности с помощью авторского или патентного права.
4. Выполнение научно-исследовательской работы по тематике инновационного проекта с целью развития первоначальной идеи.
5. Разработка опытного образца.

Этапы 1–5 обычно выполняет коллектив первоначальных разработчиков инновационной идеи, например, сотрудники технической кафедры университета. Именно на этапе 5 возможность коммерциализации инновационного проекта становится заметным фактором его движения по траектории развития. Обычно происходит смена собственности – инновационная идея передаётся для дальнейшей разработки малому предприятию, иногда специально для этого организованному [5, 23, 48–53, 132, 147, 168, 256].

6. Маркетинговые исследования.

Авторы новшеств обычно занимаются научно-техническими вопросами. Сроки и стоимость перехода к промышленному производству они, как правило, обсуждают в своих заявках, адресованных потенциальным производителям. После создания опытного образца (этап 5) необходимы полевые (а не только кабинетные) маркетинговые исследования [142], и проводить их должны специалисты по маркетингу, разумеется, совместно с авторами новшеств.

7. Разработка бизнес-плана и оценка эффективности.

Очевидно, к подготовке бизнес-планов должны быть привлечены профессионалы в области организационно-экономического обеспечения инновационной деятельности.

8. Экспертиза.

При реализации многих этапов инновационного процесса применяют различные экспертные технологии. Для их успешного проведения необходимо привлекать специалистов по экспертным оценкам.

Этапы 6–8 обычно выполняются сотрудниками малого предприятия (специалистами по маркетингу, бизнес-планированию, проведению экспертиз и т.п.) совместно с разработчиками этапов 1–5. Цель их работы – перейти от исходной инновационной идеи к ее развитию, позволяющему предложить эту идею промышленным предприятиям.

Этап 9. Переход к стадии промышленного производства.

На этом этапе часто происходит вторая смена собственника – при переходе от малого предприятия к достаточно крупной организации, способной наладить массовый выпуск инновационной продукции. Как предлагается в [61, 257], этот переход может быть осуществлён, например, путём проведения Интернет-аукциона. Организует этап 9 малое предприятие, выполнившее перед этим этапы 5–8.

10. Подготовка к внедрению – опытно-конструкторские работы и технологическая подготовка производства.

11. Внедрение, начало массового производства, выход на рынок.

12. Контроль после внедрения (со стороны коллектива разработчиков).

13. Оценка эффективности реализации проекта.

Речь идёт о краткосрочных и долгосрочных последствиях реализации проекта.

Мы видим, что инновационный процесс, как правило, проходит по трём стадиям. На первой (этапы 1–5) идёт разработка новшества – от идеи до опытного образца. На второй (этапы 6–9) новшество готовится к переходу к массовому производству на третьей стадии (этапы 10–13). На каждой из стадий новшеством занимается свой коллектив исполнителей (часто свой собственник). На первой стадии речь идёт об инновации в узком смысле (о разработке новшества). Вторая стадия – переходная (подготовка к внедрению новшества). На третьей стадии наблюдаем типовой инвестиционный проект. Поэтому проекты, имеющие целью разработку и внедрение новшеств, вполне естественно называть инновационно-инвестиционными. Они часто реализуются в высокотехнологичных отраслях, в частности, в авиастроительной и ракетно-космической. Очевидно, что инвестиционные проекты отнюдь не всегда имеют инновационную составляющую, поскольку могут реализоваться по типовым образцам

(в таких случаях этапами проекта могут быть, например, покупка транспорта или станка, строительство здания и т.п.).

В современных условиях успешная реализация инновационно-инвестиционных проектов предполагает использование системной нечёткой интервальной математики [131, 134], искусственного интеллекта [194–196], цифровой экономики [78, 180, 236].

7.7. Области применимости основных динамических характеристик эффективности инвестиционных проектов

На основе проведённых выше рассуждений выделим области применимости основных характеристик инвестиционных проектов. Ранее было установлено, что чистую текущую стоимость NPV можно обоснованно применять лишь для краткосрочных (по сроку окупаемости) проектов, за время осуществления которых экономическая ситуация не меняется, т.е. остаётся фиксированным финансовый поток, элементы которого являются разностями поступлений и платежей за последовательные интервалы времени. Причинами возможного изменения финансового потока могут являться технологические и управленческие инновации (включая изменения законодательства и нормативно-технической документации).

Большое значение имеют проблемы начала и конца периода, в течение которого анализируется финансовый поток. Проблема начала связана с выбором точки отсчёта, с которой начинается экономический анализ процесса реализации инвестиционного проекта. Дело в том, что зачастую инвестиционный проект начинается ранее своего официального начала, поскольку необходимы предварительные разработки, завершающиеся принятием управленческого решения о начале реализации этого проекта. Расходы на предварительные разработки, как правило, относят к расходам на поисковые исследования

и не включают в издержки по инвестиционному проекту, поскольку оплачивают, например, из фонда развития новой техники. Очевидно, такая практика сокращает издержки по инвестиционному проекту. Однако учесть издержки на предварительные разработки затруднительно, поскольку, например, пришлось бы включить в них часть расходов по профессиональному обучению специалистов, участвующих в реализации инвестиционного проекта. Проблема начала не является столь острой, как может показаться, поскольку издержки на предварительные разработки обычно сравнительно малы по сравнению с издержками после начала реализации проекта.

Проблема конца более важна. Ее появление определяется тем, что выбор момента окончания проекта во многих случаях трудно обосновать. Зачастую этот момент определяется волевым решением лица, принимающего решение. При этом результаты реализации проекта часто продолжают использовать и после официального окончания проекта. Речь идёт, например, о зданиях, построенных в ходе реализации проекта, или технологическом оборудовании, созданном или приобретённом для использования при выполнении проекта. Обычно ограничение горизонта планирования приводит к занижению экономического эффекта. Если увеличить этот горизонт, то чистая текущая стоимость NPV возрастёт. Однако возможен и противоположный эффект, если расходы по прекращению реализации проекта и утилизации отходов и оборудования являются значительными, но соответствующие работы не были включены в инвестиционный проект. Например, в проекты по созданию атомных электростанций зачастую не включают расходы по утилизации отработанных ядерных материалов. Оставляют проблему утилизации на будущее, в частности, потому, что методы для решения этой задачи не разработаны на настоящее время.

Гораздо сложнее проблема выбора обоснованного выбора коэффициента дисконтирования. Эта проблема относится не к отраслевому, а к макроэкономическому уровню, т.е. уровню

государства и даже мирового хозяйства в целом. Многие сложности отмечены выше, поэтому не будем их здесь подробно обсуждать.

При анализе завершённых проектов или начальной части (состоящей из периодов, реализация которых закончена до момента анализа) текущих проектов коэффициенты дисконтирования могут быть оценены (при наличии необходимой информации). Отметим, что они, очевидно, меняются от периода к периоду.

Для анализа будущего развития проекта необходимо принять те или иные гипотезы о значениях коэффициентов дисконтирования. Одна из таких гипотез – предположение о том, что коэффициенты дисконтирования, хотя и меняются, но при этом мало отличаются от некоторого среднего значения q . Таким образом, ситуация описывается с помощью погрешности Δq определения коэффициентов дисконтирования, т.е. для всех будущих периодов такие коэффициенты лежат в интервале $(q - \Delta q; q + \Delta q)$. Неопределённость коэффициента дисконтирования q приводит к неопределённости $\Delta NPV(q)$ чистой текущей стоимости $NPV(q)$. Другими словами, реальное значение NPV лежит в интервале $(NPV(q) - \Delta NPV(q); NPV(q) + \Delta NPV(q))$.

Как уже отмечалось, неопределённость $\Delta NPV(q)$ можно найти на основе подходов статистики интервальных данных, подробно изложенных в [137, 138, 144, 194, 198, 200, 227]. Методы расчёта $\Delta NPV(q)$ получены в [131, 133, 226], Завершающей статьёй этого цикла является работа [165].

Правила получения выводов на основе проведённых расчётов необходимо изменить по сравнению с классической ситуацией, когда коэффициент дисконтирования является постоянным. Так, если интервал $(NPV(q) - \Delta NPV(q); NPV(q) + \Delta NPV(q))$ полностью располагается правее 0, то проект наверняка выгоден. Если же этот интервал лежит полностью левее 0, то с экономической точки зрения проект невыгоден. Если же $NPV(q) - \Delta NPV(q) < 0; NPV(q) + \Delta NPV(q) > 0$, то нельзя дать определённое

закключение – проект может оказаться как выгодным, так и невыгодным.

Рассмотрим задачу сравнения экономической эффективности двух инвестиционных проектов. Пусть для первого проекта реальное значение NPV лежит в интервале $(NPV_1(q) - \Delta NPV_1(q); NPV_1(q) + \Delta NPV_1(q))$, а для второго – в интервале $(NPV_2(q) - \Delta NPV_2(q); NPV_2(q) + \Delta NPV_2(q))$. Если эти интервалы не пересекаются, то вывод однозначен – тот проект более выгоден, у которого весь соответствующий ему интервал лежит правее интервала для другого проекта. Если же интервалы имеют общую часть, то имеем неопределённость – более выгодным может быть как первый, так и второй проект. Аналогичным образом можно разобрать сравнение трёх и более инвестиционных проектов.

При наличии указанных неопределённостей дальнейшую оценку и сравнение инвестиционных проектов естественно проводить экспертными методами [146, 195], прежде всего на основе интуиции экспертов (проблемам интуиции и её развития посвящены работы [114, 115, 231, 232]).

Однако в реальной хозяйственной практике отнюдь не всегда наблюдаем малые отклонения коэффициента дисконтирования от некоторого среднего значения q . В таких случаях чистая текущая стоимость $NPV(q)$ не является надёжным основанием для принятия обоснованных управленческих решений, даже с учётом и возможности расчёта ее погрешности $\Delta NPV(q)$, поскольку погрешность Δq коэффициента дисконтирования не является малой, что требуется для применения методов работы [165]. Если же погрешность Δq коэффициента дисконтирования достаточно велика, то и непосредственная численная оценка погрешности чистой текущей стоимости велика, а потому интервал неопределённости для этой характеристики имеет большую длину, что не даёт возможности получения обоснованных управленческих решений на основе этой характеристики.

Из-за указанных недостатков чистой текущей величины NPV на практике при подготовке управленческих решений го-

раздо чаще, чем NPV , используют внутреннюю норму доходности IRR , как констатируется, например, в обстоятельной статье [290]. Эта характеристика основана только на внутренних данных инвестиционного проекта, т.е. на финансовом потоке, и не зависит от макроэкономической ситуации, порождающей коэффициент дисконтирования, неизвестный лицу, принимающему решение. Если IRR превышает максимально возможное в рассматриваемой ситуации значение коэффициента дисконтирования, то инвестиционный проект практически всегда окажется экономически выгодным. Если же IRR меньше ожидаемого значения коэффициента дисконтирования, то проект экономически невыгоден. В остальных случаях имеет быть неопределённость – проект может оказаться как выгодными, так и, наоборот, невыгодным. Сравнение проектов на основе IRR позволяет сравнить лишь степень надёжности выводов об их экономической выгодности, но не позволяет сделать выводы о том, какой из проектов даст больший экономический эффект $NPV(q)$ при том или ином значении коэффициента дисконтирования.

Таким образом, выводы на основе IRR не зависят от величины q , а потому являются устойчивыми по отношению к изменению q . С точки зрения теории устойчивости выводов в экономико-математических моделях [119, 148, 156, 183, 199] это является решающим доводом в пользу массового использования внутренней нормы доходности. Недостатком же IRR по сравнению с NPV является невозможность оценить, хотя бы приближённо, экономический эффект от реализации инвестиционного проекта.

Такая характеристика, как дисконтированный срок окупаемости DPP , позволяет в определённой степени снять «проблему конца». Если есть основания полагать, что интервал для расчёта DPP попадает в период микроэкономической стабильности экономической ситуации, в рамках которой осуществляется инвестиционный проект, то, поскольку коэффициент дисконтирования q определён и определение дисконтированного срока оку-

паемости DPP как функции q корректен, проект окупится. Его дальнейшая реализация будет приносить прибыль. Если дисконтированный срок окупаемости DPP для первого проекта меньше, чем значение этой характеристики для второго, то этот факт является аргументом для выбора первого из них для реализации. Подчеркнём, что на основании расчёта DPP для проекта и сравнения значений этого показателя для двух проектов нельзя ничего определённого сказать о значениях двух других рассмотренных выше характеристик инвестиционного проекта – NPV и IRR .

Под стабильностью экономической ситуации понимаем возможность полного знания значений финансового потока и коэффициента дисконтирования, т.е. их постоянство или возможность точного предсказания. При этом финансовый поток соответствует конкретному проекту в определённой сфере деятельности, в то время как коэффициент дисконтирования определяется в основном макроэкономической ситуацией. В современных условиях цифровой экономики [78], выраженного инновационного развития, нестабильной макроэкономической ситуации условие применимости рассматриваемых показателей эффективности инвестиционного проекта, очевидно, не выполнено. Некоторая стабильность экономических условий в определённой сфере деятельности может наблюдаться в течение нескольких лет, в то время как макроэкономическая ситуация меняется гораздо быстрее, как и определяемый ею коэффициент дисконтирования. Принимать решения в области управления инвестиционными проектами приходится на основе всей совокупности социальных, технологических, экономических, экологических, политических факторов (СТЭП-факторов), нельзя опираться только на одну из пяти групп факторов – на экономические показатели.

Применение показателей эффективности инвестиционного проекта, основанных на NPV , допустимо лишь для краткосрочных (по сроку окупаемости) проектов, за время осущест-

вления которых экономическая ситуация (как микроэкономическая, так и макроэкономическая) не меняется. Как уже говорилось, при использовании дисконтированного срока окупаемости достаточно, чтобы это условие было выполнено лишь до момента достижения окупаемости проекта. Объёмы инвестиций должны быть невелики, как из-за того, что большой объем инвестиций обычно осваивается в течение длительного времени, так и потому, что большой объем инвестиций сам по себе может привести к заметному изменению экономической ситуации.

Почему экономические показатели эффективности инвестиционного проекта, прежде всего основанные на чистой текущей стоимости NPV , получили широкое распространение в литературе и деятельности практических работников? Они были предложены и получили распространение в середине XX в., когда экономическая ситуация действительно была достаточно стабильна. Кроме того, они позволяли сформировать лёгкие для использования инструменты принятия решений руководителями (владельцами и менеджерами). В России они были внедрены после развала СССР вместе с другими составляющими теории рыночной экономики, внедрены сначала в учебники, а затем и в практическую деятельность. В современных условиях цифровой экономики и быстрого инновационного развития их применение во многих случаях не является обоснованным. Для подготовки надёжных решений приходится использовать знания обо всех группах СТЭП-факторов, хотя это и более трудоёмко, требует больших знаний и умений.

Подведём итоги сравнительного анализа трёх основных характеристик инвестиционного проекта. Область применимости NPV и DPP – период стабильности экономической ситуации, причём требование стабильности касается как микроэкономической, так и макроэкономической сфер, поскольку речь идёт о возможности применения определённого значения коэффициента дисконтирования q . Область применимости IRR шире, так как речь идёт не об определённом значении q , а выделении

интервала значений коэффициента дисконтирования, в котором инвестиционный проект экономически выгоден. С точки зрения теории устойчивости [119, 148, 156, 183, 199] целесообразно вычислять все три характеристики *NPV*, *IRR* и *DPP*, затем сопоставлять выводы, сделанные на основе значений этих характеристик. Управленческие решения относительно возможности и целесообразности реализации инвестиционных проектов необходимо принимать на основе тех или иных экспертных технологий [146, 195], опираясь на опыт и интуицию экспертов [114, 115, 231, 232].

Полученные результаты позволяют повысить обоснованность выводов об экономической эффективности инвестиционных проектов.

Целесообразно дальнейшее развитие предложенных в данной главе идей и подходов. Необходимы соответствующие изменения в преподавании экономических и управленческих дисциплин, позволяющие побудить обучающихся избегать неоправданно широкого бездумного применения рассмотренных выше показателей экономической эффективности инвестиционных проектов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Контроллинг – крупная область научных исследований и практических работ. Настоящая монография посвящена новому *научному* направлению в этой области. Поскольку мы полагаем, что контроллинг – это менеджмент на современном этапе, то оправданно говорить о новом направлении в менеджменте. Мы выделили основные идеи, стержень нового направления. Обсуждаем не что делать (алгоритмы расчётов, правила принятия решений), а зачем и как делать. Кратко рассматриваем научные основы (например, теоремы, относящиеся к математическим методам исследования), за подробностями о них и практических применениях отсылаем к многочисленным публикациям, процитированным в данной монографии.

Уместно рассказать о некоторых деталях обсуждения нашего доклада на 214-м заседании семинара Научно-исследовательской лаборатории «Экономико-математические методы в контроллинге» (МГТУ им. Н.Э. Баумана, 20 февраля 2025 г.). В дискуссии участвовали некоторые из тех, чьи работы процитированы в настоящей монографии.

Обсуждаемое новое направление является инновацией (О.Ю. Савельев). Кто её потребитель? Это надо тем, кто занимается методикой подготовки решений. Для продвижения этой инновации целесообразно использовать наработки экономики внимания. Рекламирывать полученные результаты.

Ответ: пример применения экономики внимания – монографию назвать учебником и на её основе вести преподавание. То, что не входит в учебники – пропадает (забывается). В процессе функционирования научного сообщества большое значение имеет существование информационного барьера и научных кланов. Неожиданным для автора данной монографии оказалось наличие большого числа цитирований в РИНЦ. Их на-

личие показывает востребованность наших идей и конкретных результатов.

Вопрос (Ю.Б. Сажин): как сделанное будет доведено до конкретных лиц?

Ответ: прежде всего через учебники.

Вопрос: как дойдёт до предприятий?

Ответ: через наших учеников.

Вопрос: где взять деньги?

Ответ: не надо думать, что люди работают ради денег. Не менее важно – служение. Служение науке, своему народу, интересам человечества.

Развёрнутым было выступление С.Г. Фалько. Он сказал: у контроллинга нет своих интересов, отдельных от интересов организации. Кто пользуется результатами работы контроллеров? Контроллинг – на страже того, чтобы менеджеры не применяли неадекватные методы. Это его цель. Пример – если нет нормальности (распределения изучаемых величин), то не следует применять методы, основанные на нормальности. Другой пример – динамические методы оценки эффективности инвестиционных проектов, разработанные в 1962 г. для определённых ситуаций. Контроллинг не говорит, хороший это метод или плохой, он говорит, что сегодня этот метод неправильный. В других условиях может быть правильным. Многим менеджерам интересны неправильные методы, потому что у них КРІ (ключевые показатели эффективности) привязаны к результатам применения таких методов. КРІ никогда нельзя привязывать к мотивации, это грубейшая ошибка. Нормирование и оплату труда нельзя связывать (в том числе в учебниках по организации производства). В продвинутых организациях есть подразделения, которые следят за тем, чтобы компании использовали правильные (на настоящий момент) методы планирования, учёта, контроля, прогнозирования. За это отвечает контроллер. Во многих компаниях у контроллеров есть право вето. Но менеджер может доказать свою правоту. Ещё пример. В МГТУ

им. Н.Э. Баумана 120 кафедр, при выборах заведующих один из критериев – средний возраст сотрудников кафедры. Как считать средний возраст? А так, как выгодно. Если бы были выбраны правила расчёта... Контроллер отвечает за обоснованность, методологию управления, за организационную структуру управления. Например, линейная структура управления несовместима с реализацией проектов. Нужен «сторож», который должен следить за тем, чтобы не применялись плохие, неправильные методы.

Реплика О.Ю. Савельева: кому адресована эта работа? ... Единственным вменяемым потребителем (работы Орлова) становится контроллер.

Ответ С.Г. Фалько: контроллер – продавец этой системы взглядов и методов. Заинтересован тот, для кого важно, чтобы его компанию не разворовали. Собственник.

Реплика А.М. Карминского: может быть, совет директоров.

Ответ С.Г. Фалько: важно, где позиционировать контроллеров. Служба контроллинга – штабная структура. Нецелесообразно её помещать при финансовом директоре, поскольку тот будет гнуть в свою сторону. Менеджменту зачастую полезно искажать информацию из-за дурацкой привязки к KPI. (Далее С.Г. Фалько разбирает практическую ситуацию в одной из компаний, хорошо известных участникам семинара.) В западных компаниях контроллер находится в некоторой фронде к их руководству. На Западе контроллер никогда не входит в Правление, он независим, его зарплата фиксирована.

Совершенно правильная мысль – насколько правильно будет в компании сформирована методическая, управленческая, инструментальная база, настолько она будет эффективна, продолжает С.Г. Фалько. И за это отвечает контроллер. Продвигать его предложения должны те, кому подчиняется контроллер. Если придёт воспитанник наш, то это не значит, что компания сразу его идеи воспримет. Зачастую правда никого в организации не интересуется. Лучше счастье, чем правда. Дискуссия идёт

ещё с момента основания научного менеджмента. Система Тейлора (не выполнил требуемое – штраф) хороша, но – не прижилась. Профсоюз заявил: вы издеваетесь над людьми. Пришли другие методы...

Резюмируя – предлагается важное, нужное направление внутри контроллинга. Не только в том дело, чтобы правильно считать. Мы должны показать, для какой области какой метод надо применять. Баобаб – хорош, но под Москвой не растёт. Приходится констатировать, что зачастую эпигоны забивают в стандарт ошибочные методы. Например, по Москве было принято решение – для проектов считать *NPV*. Типичный обман с помощью красивых методов. Ещё пример. Решили, что надо создавать частный пенсионный фонд Сбербанка. Поручили обосновать. Подогнать данные. Да ещё и на английском, чтобы была красивая презентация. А как посчитали ставку на 15 лет? Оказывается, экспертно. Проф. Д. Хан говорил: контроллинг – это экономическая совесть предприятия. Будем следовать за ним.

Реплика А.М. Карминского: в докладе контроллинг рассматривается не только применительно к экономике и менеджменту, но шире.

Ответ докладчика: вместо «организационно-экономические методы» можно сказать «экономико-математические» методы.

Фалько С.Г.: можно добавить «Управленческие».

Карминский А.М.: может быть, говорить о контроллинге методов управления?

Фалько С.Г.: основное – обеспечить правильность методов.

Ответ докладчика: может быть, назвать новое направление кратко – «Контроллинг методов»?

Итак, участники семинара поддержали подготовку монографии по контроллингу организационно-экономических методов как нового направления в менеджменте.

Результат – перед вами, читатель.

Очевидно, необходимо дальнейшее развитие нового направления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агаларов З.С., Орлов А.И. Эконометрика. – Изд. 3-е. – Москва: Дашков и К, 2024. – 380 с.
2. Адлер Ю.П., Максимова О.В., Шпер В.Л. Контрольные карты Шухарта в России и за рубежом. Часть 1 // Стандарты и качество. – 2011. – № 7. – С. 82–87.
3. Аристотель. Экономика. Книги I–III / пер. Г.А. Тарояна // Вестник древней истории. – 1969. – № 3. – С. 217–242.
4. Арнольд В.И. Антинаучная революция и математика // Вестник Российской академии наук. – 1999. – Т. 69, № 6. – С. 553–558.
5. Баев Г.О., Орлов А.И. Проблемы управления малыми производственными предприятиями на ранних стадиях жизненного цикла // Научный журнал КубГАУ. – 2016. – № 118. – С. 275–304.
6. Беляев Ю.К. Вероятностные методы выборочного контроля. – Москва: Физматлит, 1975. – 408 с.
7. Бирюков Б.В. Модель [Электронный ресурс]// Большая российская энциклопедия. – URL: <https://old.bigenc.ru/philosophy/text/2221671> (дата обращения 23.08.2025).
8. Блинов И. Что такое менеджмент, какие направления в нем есть и как ему научиться [Электронный ресурс]. URL: <https://www.vbr.ru/kursy/help/menedzhment/> (дата обращения 23.08.2025).
9. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. Таблицы математической статистики. – Москва: Наука, 1983. – 416 с.
10. Бородкин А.А., Толчеев В.О. Комплексная процедура редукции для увеличения быстродействия непараметрических методов классификации текстовых документов // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2011. – Т. 77, № 7. – С. 64–69.

11. Бородкин А.А., Толчеев В.О. Разработка и исследование методов взвешивания ближайших соседей (на примере классификации библиографических текстовых документов) // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2013. – Т. 79, № 7. – С. 70–74.

12. Бронз П.В. Разработка методов оценки экономической эффективности инвестиционных проектов электростанций по интервальным данным: 08.00.05: дис. ... канд. экон. наук. – Москва: ЦНИИ управления, экономики и информации Росатома, 2007. – 148 с.

13. Бурков В.Н., Новиков Д.А. Теория активных систем: состояние и перспективы. – Москва: Синтег, 1999. – 128 с.

14. Бутов А.А., Волков М.А., Макаров В.П., Орлов А.И., Шаров В.Д. Автоматизированная система прогнозирования и предотвращения авиационных происшествий при организации и производстве воздушных перевозок // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Т. 14, № 4(2). – С. 380–385.

15. Бучаала З. Разработка и исследование непараметрических алгоритмов обнаружения разладки временных рядов: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Москва: МЭИ, 2021. – 21 с.

16. Васин Л.А., Нечаев Ю.В. Проблемы применения метода Шухарта для мониторинга технологических процессов // Известия ТулГУ. Технические науки. – 2013. – № 5. – С. 133–140.

17. Вероятность и математическая статистика: энциклопедия / гл. ред. Ю.В. Прохоров. – Москва: Большая российская энциклопедия, 1999. – 910 с.

18. Виленский П.Л., Лившиц В.Н., Смоляк С.А. Оценка эффективности инвестиционных проектов: теория и практика. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва: ПолиПринтСервис, 2015. – 1300 с.

19. Винер Н. Кибернетика, или управление и связь в животном и машине. – 2-е изд. – Москва: Советское радио, 1968. – 326 с.

20. Винер Н. Кибернетика и общество. – Москва: АСТ, 2019. – 288 с.

21. Вокруг искусственного интеллекта складывается очень тревожная структура знаний и компетенций – академик Новиков [Электронный ресурс] / подг. Л. Ситник // Российская академия наук. – 26 июля 2022. – URL: <https://new.ras.ru/mir-nauky/news/vokrug-iskusstvennogo-intellekta-skladyvaetsya-ochen-trevozhnaya-struktura-znaniy-i-kompetentsiy-aka/?ysclid=ldx9tajju6720668306> (дата обращения 23.08.2025).

22. Волков В.А., Орлов А.И. Организационно-экономические подходы к оценке реализуемости инновационно-инвестиционных проектов // Научный журнал КубГАУ. – 2014. – № 97. – С. 181–202.

23. Вологжанина С.А., Орлов А.И. Об одном подходе к оценке рисков для малых предприятий (на примере выполнения инновационных проектов в вузах) // Подготовка специалистов в области малого бизнеса в высшей школе: сборник научных статей. – Москва: Изд-во ООО «ЭЛИКС+», 2001. – С. 40–53.

24. Вошинин А.П., Бронз П.В. Построение аналитических моделей по данным вычислительного эксперимента в задачах анализа чувствительности и оценки экономических рисков // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2007. – Т. 72, № 1. – С. 101–105.

25. Гаек Я., Шидак З. Теория ранговых критериев. – Москва: Наука, 1971. – 376 с.

26. Гилязова О.С., Замощанский И.И., Конашкова А.М. Экономика внимания в контексте специфики новых медиа: причины и факторы участия пользователей // Культура и цивилизация. – 2020. – Т. 10, № 5А. – С. 294–302.

27. Гловели Г.Д. Количественная теория денег [Электронный ресурс] // Большая российская энциклопедия. – URL: <https://bigenc.ru/c/kolichestvennaia-teoriia-deneg-6719cc> (дата обращения 23.08.2025).

28. Гнеденко Б.В. Математика и контроль качества продукции. – Изд. 2-е, испр. – Москва: URSS, 2007. – 61 с.
29. Гнеденко Б.В., Коваленко И.Н. Введение в теорию массового обслуживания. – Москва: URSS, 2021. – 400 с.
30. Гонашвили А.С. Наукометрические базы данных и работа с ними. – Санкт-Петербург: Университет при МПА ЕврАзЭС, 2020. – 57 с.
31. Горелик А.Л., Скрипкин В.А. Методы распознавания. – Изд. 3. – Москва: Высшая школа, 1989. – 232 с.
32. Гражданский кодекс Российской Федерации. Части первая, вторая, третья и четвертая. – Москва: ЭКСМО, 2022. – 640 с.
33. Грибов Л.А. Собственные научные журналы. Нужны ли они? // Троицкий вариант – Наука. – 2018. – 24 октября.
34. Гринченко С.Н. Является ли мировая наука «организмом»? // Биокосмология – нео-Аристотелизм. – 2014. – Т. 4, № 1-2. – С. 115–122.
35. Гринченко С.Н., Орлов А.И., Хруцкий К.С. Россия и мир (реасе) – перед Органицистским вызовом в преодолении текущего глобального кризиса (системный генезис, наукометрические и (Био)космологические аспекты); в год 200-летия со дня рождения Н.Я. Данилевского // Biocosmology – neo-Aristotelism. – 2022. – Vol. 12, No. 1-2. – С. 37–261.
36. Гринченко С.Н., Орлов А.И., Хруцкий К.С. К реализации Биокосмологической Инициативы: Метаэволюционная теория С.Н. Гринченко, 'Живая' (Био)Кибернетика и Триадологическое науковедение // Biocosmology – neo-Aristotelism. – 2024. – Vol. 14. No. 1-2. – С. 7–74.
37. Гуськова Е.А., Орлов А.И. Информационные системы управления предприятием в решении задач контроллинга // Контроллинг. – 2003. – № 1(5). – С. 52–59.
38. Гэлбрейт Дж.К. Экономические теории и цели общества / ПОД общ. ред. и с предисл. Н.Н. Иноземцева, А.Г. Милейковского. – Москва: Прогресс, 1976. – 408 с.

39. Декалов В.В. Экономика внимания [Электронный ресурс] // Большая российская энциклопедия. – URL: <https://bigenc.ru/c/ekonomika-vnimaniia-a32f5f?ysclid=m7izjf2jx3505245395> (дата обращения 24.08.2025).

40. Ельцов Г. Антонов-124. История воздушного превосходства. – Москва: В2В дизайн бюро «Зебра», 2011. – 300 с.

41. Елфимова И.Ф., Исаева О.В. Контроллинг. – Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2013. – 144 с.

42. Жуков М.С. Об алгоритмах расчёта медианы Кемени // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2017. – Т. 83, № 7. – С. 72–78.

43. Жуков М.С., Орлов А.И. Задача исследования итогового ранжирования мнений группы экспертов с помощью медианы Кемени // Научный журнал КубГАУ. – 2016. – № 122. – С. 785–806.

44. Жуков М.С., Орлов А.И. Использование экспертных ранжировок при расчётах кредитного риска в банке // Инновации в менеджменте. – 2017. – № 1 (11). – С. 18–25.

45. Жуков М.С., Орлов А.И., Фалько С.Г. Экспертные оценки в рисках // Контроллинг. – 2017. – № 4 (66). – С. 24–27.

46. Зигерт В., Ланг Л. Руководить без конфликтов. – Москва: Экономика, 1990. – 456 с.

47. Зюганов Г.А. Глобализация и судьба человечества. – Москва: Молодая гвардия, 2002. – 448 с.

48. Иванова Н.Ю., Орлов А.И. Методология экономико-математического моделирования в маркетинге малого бизнеса // Научные труды Рижского института мировой экономики. Вып. 1. – Рига, 1997. – С. 24–26.

49. Иванова Н.Ю., Орлов А.И. Экономико-математический подход к моделированию малого бизнеса // Научные труды Рижского института мировой экономики. Вып. 3. – Рига: РИМЭ, 1999. – С. 5–14.

50. Иванова Н.Ю., Орлов А.И. Математическое моделирование малого бизнеса – важная составляющая подготовки спе-

циалистов в этой области // Тезисы докладов международной конференции «Подготовка специалистов в области малого бизнеса в высшей школе». – Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1999. – С. 20–21.

51. Иванова Н.Ю., Орлов А.И. О подходах к экономико-математическому моделированию малого бизнеса // Бизнес, прибыль, право. – 2000. – № 8. – С. 3–19.

52. Иванова Н.Ю., Орлов А.И. Экономико-математическое моделирование малого бизнеса (обзор подходов) // Экономика и математические методы. – 2001. – Т. 37, № 2. – С. 128–136.

53. Иванова Н.Ю., Орлов А.И. Обучение и научные исследования в области малого бизнеса // Подготовка специалистов в области малого бизнеса в высшей школе. Сборник научных статей. – Москва: Изд-во ООО «ЭЛИКС +», 2001. – С. 54–61.

54. Ивин А.А. Метод [Электронный ресурс] // Большая российская энциклопедия. – URL: <https://bigenc.ru/c/metod-85db71> (дата обращения 24.08.2025).

55. Карамышев А.Н., Абросимова Е.В., Улеев А.С. Определение понятия «риск» // Экономика и социум. – 2015. – № 3-1 (16). – С. 786–789.

56. Карминский А.М., Оленев Н.И., Примаков А.Г., Фалько С.Г. Контроллинг в бизнесе. Методологические и практические основы построения контроллинга в организациях. – Москва: Финансы и статистика, 2004. – 256 с.

57. Кемени Дж., Снелл Дж.Л. Кибернетическое моделирование: некоторые приложения / пер. с англ. И.А. Полетаева. – Москва: Советское радио, 1972. – 192 с.

58. Ковалёв А.М. Сущность, функции и классификации инструментов и методов менеджмента предприятий // Прикладные экономические исследования. – 2015. – № 2 (6). – С. 14–19.

59. Ковалёв В.В. Методы оценки инвестиционных проектов. – Москва: Финансы и статистика, 2003. – 141 с.

60. Козлов П.А., Мохов А.С., Назаров Н.А., Сафин Ш.И., Толчеев В.О. Сравнительный анализ бинарных классификаторов на

массиве научных публикаций // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2022. – Т. 88, № 7. – С. 79–87.

61. Колобов А.А., Омельченко И.Н., Орлов А.И. Менеджмент высоких технологий. Интегрированные производственно-корпоративные структуры: организация, экономика, управление, проектирование, эффективность, устойчивость. – Москва: Экзамен, 2008. – 621 с.

62. Колмогоров А.Н. Основные понятия теории вероятностей. – Москва: Ленанд, 2025. – 120 с.

63. Колмогоров А.Н. О логарифмически-нормальном законе распределения размеров частиц при дроблении // Доклады АН СССР. – 1941. – Т. XXXI, № 2. – С. 99–101.

64. Контроллинг: 10 лет (Интервью подготовлено Ивановой Н.Ю.) // Контроллинг. – 2013. – № 4 (50). – С. 88–95.

65. Контроллинг / А.М. Карминский, С.Г. Фалько, Н.Ю. Иванова, А.А. Жевага. – Изд. 4-е, испр. и доп. – Москва: ИНФРА-М, 2024. – 252 с.

66. Контроллинг в банке: учебное пособие / А.М. Карминский, С.Г. Фалько, А.А. Жевага, А.В. Моргунов. – Изд. 2-е. – Москва: ИНФРА-М, 2025. – 284 с.

67. Контроллинг как инструмент управления предприятием / Е.А. Ананькина, С.В. Данилошкин, Н.Г. Данилошкина и др.; под ред. Н.Г. Данилошкиной. – Москва: Аудит, ЮНИТИ, 2009. – 279 с.

68. Контроллинг на промышленном предприятии / А.М. Карминский, С.Г. Фалько, В.О. Тихвинский и др. – Изд. 2-е. – Москва: ИНФРА-М, 2024. – 295 с.

69. Кораблёва А.А. Контроллинг на понятийном уровне: почему мы употребляем те или иные понятия и как определить, что такое контроллинг // Омский научный вестник. – 2004. – № 2 (27). – С. 154–158.

70. Кравченко Г.Г., Орлов А.И. О статистическом приёмочном контроле порошкообразных материалов // Надёжность и контроль качества. – 1991. – № 2. – С. 37–39.

71. Красавина Л.Н. Инфляция [Электронный ресурс] // Большая российская энциклопедия. URL: <https://bigenc.ru/c/infliatsiia-23b473> (дата обращения 24.08.2025).

72. Крючков В.Н., Полещенко К.Н., Разумов В.И. Менеджмент высоких технологий: научно-образовательные аспекты подготовки кадров для инвенциональной экономики // Вестник Омского университета. Серия «Экономика». – 2009. – № 2. – С. 123–127.

73. Куликова С.Ю., Муравьева В.С., Орлов А.И. Контроллинг динамики потребительских цен и прожиточного минимума // Научный журнал КубГАУ. – 2017. – № 126. – С. 403–421.

74. Кузнецов Л.А., Журавлева М.Г. Построение карт контроля качества с помощью непараметрического критерия Вилкоксона – Манна – Уитни // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2009. – № 1. – С. 70–95.

75. Ленин В.И. Философские тетради // Полное собрание сочинений. Т. 29. – С. 163–164.

76. Леонов В.П. Требования и рекомендации по описанию и использованию статистического анализа в исследованиях // Инновационная медицина Кубани. – 2019. – № 1 (13). – С. 72–76.

77. Лойко В.И., Луценко Е.В., Орлов А.И. Современные подходы в наукометрии: монография / под науч. ред. проф. С.Г. Фалько. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – 532 с.

78. Лойко В.И., Луценко Е.В., Орлов А.И. Современная цифровая экономика. – Краснодар: КубГАУ, 2018. – 508 с.

79. Лойко В.И., Луценко Е.В., Орлов А.И. Высокие статистические технологии и системно-когнитивное моделирование в экологии. – Краснодар: КубГАУ, 2019. – 258 с.

80. Лоренц К. Обратная сторона зеркала. – Москва: Знание, 1998. – 532 с.

81. Лумельский Я.П. Статистические оценки результатов контроля качества. – Москва: Изд-во стандартов, 1979. – 200 с.

82. Луценко Е.В., Орлов А.И. Количественная оценка степени манипулирования индексом Хирша и его модификация,

устойчивая к манипулированию // Научный журнал КубГАУ. – 2016. – № 121. – С. 202–234.

83. Луценко Е.В., Орлов А.И., Глухов В.А. Наукометрическая интеллектуальная измерительная система по данным РИНЦ на основе АСК-анализа и системы «Эйдос» // Научный журнал КубГАУ. – 2016. – № 122. – С. 157–212.

84. Лэйард Р. Макроэкономика. Курс лекций для российских читателей. – Москва: Джон Уайли энд Санз, 1994. – 160 с.

85. Лябах Н.Н., Лябах А.Н. Нетрадиционные страницы менеджмента. – Ростов н/Д.: БАРО-ПРЕСС, 2002. – 208 с.

86. Максимова О.В., Адлер Ю.П., Шпер В.Л. Контрольные карты Шухарта в России и за рубежом. Часть 2 // Стандарты и качество. – 2011. – № 8. – С. 82–87.

87. Маркова Е.В., Никитина Е.П. Математическая теория эксперимента: история, развитие, будущее // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2002. – Т. 68, № 1. – С. 112–118.

88. Мартынов Л.М. Инфоком-менеджмент. – Москва: Логос, 2007. – 400 с.

89. Математические основы разработки искусственного интеллекта в публичном управлении муниципальным образованием: монография / М.Н. Павленков, С.Г. Фалько, П.М. Воронин и др. – Москва: Книгиздат, 2024. – 440 с.

90. Менеджмент / С.А. Боголюбов, Ж.В. Прокофьева, А.И. Орлов и др.; под ред. Ж.В. Прокофьевой. – Москва: Знание, 2000. – 288 с.

91. Мердок Дж. Контрольные карты: пер. с англ. – Москва: Финансы и статистика, 1986. – 132 с.

92. Метод [Электронный ресурс] // Философия: энциклопедический словарь / под ред. А.А. Ивина. – Москва: Гардарики, 2004. – 1072 с. – URL: https://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_philosophy/710/МЕТОД (дата обращения 24.08.2025).

93. Миркин Б.Г. Анализ качественных признаков и структур. – Москва: Статистика, 1980. – 320 с.

94. Митрохин И.Н., Орлов А.И. Обнаружение разладки с помощью контрольных карт // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2007. – Т. 73, № 5. – С. 74–78.

95. Моисеев Н.Н. Люди и кибернетика: Совершенствование организации управления экономической и социальной жизнью. – Изд. 2. – Москва: URSS, 2021. – 224 с.

96. Москалёва О.В. Рецензия на книгу: Лойко В.И., Луценко Е.В., Орлов А.И. Современные подходы в наукометрии. Краснодар: КубГАУ, 2017. 532 с. // Научный редактор и издатель. – 2017. – Т. 2, № 2-4. – С. 130–132.

97. Мулатов Н.И., Мохов А.С., Толчеев В.О. Способы построения текстовых коллекций для обучения классификаторов // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2021. – Т. 87, № 7. – С. 76–84.

98. Муравьева В.С., Орлов А.И. Организационно-экономические инструменты в контроллинге // Контроллинг. – 2021. – № 81. – С. 72–79.

99. Мухин В.В., Орлов А.И. О контроллинге научной деятельности // Научный журнал КубГАУ. – 2014. – № 100. – С. 256–275.

100. Мухин В.В., Орлов А.И. Совершенствование организационных структур и контроллинг персонала на предприятиях типа «Научно-исследовательский институт» ракетно-космической промышленности // Научный журнал КубГАУ. – 2015. – № 109. – С. 265–296.

101. Найдис О.А., Найдис И.О. Потребительские корзины, контроллинг уровня потребительских цен и МРОТ // Контроллинг. – 2019. – № 74. – С. 40–53.

102. Налимов В.В. Теория эксперимента. – Москва: Наука, 1971. – 208 с.

103. Налимов В.В., Голикова Т.И. Логические основания планирования эксперимента. – Изд. 2-е. – Москва: Металлургия, 1981. – 152 с.

104. Налимов В.В., Мульченко З.М. Наукометрия. Изучение развития науки как информационного процесса. – Москва: Наука, 1969. – 192 с.
105. Неуймин Я.Г. Модели в науке и технике: история, теория, практика. – Ленинград: Наука, 1984. – 189 с.
106. Никифоров И.В. Последовательное обнаружение изменения свойств временных рядов. – Москва: Наука, 1983. – 200 с.
107. Новейший философский словарь / сост. А.А. Грицаков. – Минск: Изд. В.М. Скакун, 1998. – 896 с.
108. Новиков Д.А. Кибернетика: Навигатор. История кибернетики, современное состояние, перспективы развития. – Москва: Ленанд, 2016. – 160 с.
109. Новиков А.М., Новиков Д.А. Методология. – Москва: СИНТЕГ, 2007. – 668 с.
110. Обращение к научному сообществу – выдвижение Биокосмологической Инициативы // Biocosmology – neo-Aristotelism. – 2021. – V. 11, No. 3-4. – P. 133–145.
111. Объединение контроллеров [Электронный ресурс]. – URL: <https://controlling.ru/> (дата обращения 24.08.2025).
112. Организационно-методические материалы по маркетингу на предприятии. – Москва: Всесоюзный центр статистических методов и информатики, 1992. – 91 с.
113. Организация и планирование машиностроительного производства (производственный менеджмент): учебник для вузов / Л.А. Некрасов, Е.С. Постникова, Ю.В. Скворцов; под ред. Ю.В. Скворцова. – Москва: Студент, 2016. – 414 с.
114. Орлов А.А., Орлов А.И. Методы развития интуиции для принятия управленческих решений // Инновации в менеджменте. – 2022. – № 2 (32). – С. 40–47.
115. Орлов А.А. Методы сравнения технологий активации интуиции в принятии управленческих решений // Инновации в менеджменте. – 2023. – № 1 (35). – С. 22–30.
116. Орлов А.А. Дисциплина «контроллинг рисков»: современный подход к преподаванию // Контроллинг в экономике,

организации производства и управления: сборник научных трудов X международной конференции по контроллингу, Москва, 17 ноября 2023 года. – Москва: Некоммерческое партнёрство «Объединение контроллеров», 2023. – С. 165–172.

117. Орлов А.А., Орлов А.И. О корреляции // Научный журнал КубГАУ. – 2024. – № 08 (202). – С. 217–242.

118. Орлов А.А., Орлов А.И. Коэффициенты корреляции: шкала Чеддока и значимость // Контроллинг. – 2024. – № 4 (94). – С. 28–37.

119. Орлов А.И. Устойчивость в социально-экономических моделях. – Москва: Наука, 1979. – 296 с.

120. Орлов А.И. Задачи оптимизации и нечёткие переменные. – Москва: Знание, 1980. – 64 с.

121. Орлов А.И. Математика нечёткости // Наука и жизнь. – 1982. – № 7. – С. 60–67.

122. Орлов А.И. Распространённая ошибка при использовании критериев Колмогорова и омега-квадрат // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 1985. – Т. 51, № 1. – С. 60–62.

123. Орлов А.И. Области применимости государственных стандартов по аналитическим и графическим методам оценки параметров вероятностных распределений // Надёжность и контроль качества. – 1986. – № 11. – С. 29–34.

124. Орлов А.И. Об оптимизации выборочного контроля качества продукции // Стандарты и качество. – 1989. – № 3. – С. 91–94.

125. Орлов А.И. Создана единая статистическая ассоциация // Вестник Академии наук СССР. – 1991. – № 7. – С. 152–153.

126. Орлов А.И. Всесоюзная статистическая ассоциация – гарантия успешного внедрения современных статистических методов // Надёжность и контроль качества. – 1991. – № 6. – С. 54–55.

127. Орлов А.И. О современных проблемах внедрения прикладной статистики и других статистических методов // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 1992. – Т. 58, № 1. – С. 67–74.

128. Орлов А.И. Внедрение современных статистических методов с помощью персональных компьютеров // Качество и надёжность изделий. – Москва: Знание, 1992. – № 5 (21). – С. 51–78.

129. Орлов А.И. Математическое обеспечение сертификации: сравнительный анализ диалоговых систем по статистическому контролю // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 1996. – Т. 62, № 7. – С. 46–49.

130. Орлов А.И. Сертификация и статистические методы // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 1997. – Т. 63, № 3. – С. 55–62.

131. Орлов А.И. Интервальные оценки погрешностей характеристик финансовых потоков и инвестиционных проектов // Проблемы технологии, управления и экономики / под общ. ред. к.э.н. В.А. Панкова. Ч. 1. – Краматорск: Донбасская государственная машиностроительная академия, 1999. – С. 123–124.

132. Орлов А.И. Что нужно знать руководителю малого предприятия (из опыта работы) // Тезисы докладов международной конференции «Подготовка специалистов в области малого бизнеса в высшей школе». – Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1999. – С. 21–23.

133. Орлов А.И. Оценки погрешностей характеристик финансовых потоков инвестиционных проектов // Российские предприятия в системе рыночных отношений: материалы межрегиональной научно-практической конференции. Часть III. – Ярославль: Концерн «Подати», 2000. – С. 33–36.

134. Орлов А.И. Размытые цены. Нечисловая экономика и управление инвестиционным процессом // Российское предпринимательство. – 2001. – № 12. – С. 103–108.

135. Орлов А.И. О развитии методологии статистических методов // Статистические методы оценивания и проверки гипотез: межвузовский сборник научных трудов. – Пермь: Пермский государственный университет, 2001. – С. 118–131.

136. Орлов А.И. Эконометрика: учебник для вузов. – Изд. 3. – Москва: Экзамен, 2004. – 576 с.
137. Орлов А.И. Теория принятия решений. – Москва: Экзамен, 2006. – 576 с.
138. Орлов А.И. Прикладная статистика. – Москва: Экзамен, 2006. – 671 с.
139. Орлов А.И. «Шесть сигм» – новая система внедрения математических методов исследования // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2006. – Т. 72, № 5. – С. 50–53.
140. Орлов А.И. Контроллинг организационно-экономических методов // Контроллинг. – 2008. – № 4 (28). – С. 12–18.
141. Орлов А.И. Статистические пакеты – инструменты исследователя // Заводская лаборатория. – 2008. – Т. 74, № 5. – С. 76–78.
142. Орлов А.И. Менеджмент: организационно-экономическое моделирование. – Ростов н/Д.: Феникс, 2009. – 475 с.
143. Орлов А.И. Эконометрика. – Изд. 4-е, доп. и перераб. – Ростов н/Д.: Феникс, 2009. – 572 с.
144. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование: в 3 ч. Ч. 1: Нечисловая статистика. – Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. – 542 с.
145. Орлов А.И. Вероятность и прикладная статистика: основные факты: справочник. – Москва: КноРус, 2010. – 192 с.
146. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование: учебник: в 3 ч. Ч. 2. Экспертные оценки. – Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. – 486 с.
147. Орлов А.И. Принятие решений в малом бизнесе // Контроллинг процессов: теория, практика: сборник научных трудов. – Нижний Новгород: Изд-во Волго-Вятской академии государственной службы, 2011. – С. 21–33.
148. Орлов А.И. Устойчивые экономико-математические методы и модели. Разработка и развитие устойчивых экономико-математических методов и моделей для модернизации

управления предприятиями. – Saarbrücken (Germany), LAP (Lambert Academic Publishing), 2011. – 436 с.

149. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование: учебник: в 3 ч. Ч. 3. Статистические методы анализа данных. – Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – 624 с.

150. Орлов А.И. Теория экспертных оценок в нашей стране // Научный журнал КубГАУ. – 2013. – № 93. – С. 1–11.

151. Орлов А.И. Восстановление зависимости методом наименьших квадратов на основе непараметрической модели с периодической составляющей // Научный журнал КубГАУ. – 2013. – № 91. – С. 189–218.

152. Орлов А.И. Новая область контроллинга – контроллинг организационно-экономических методов // Научный журнал КубГАУ. – 2014. – № 99. – С. 50–72.

153. Орлов А.И. Современное состояние контроллинга рисков // Научный журнал КубГАУ. – 2014. – № 98. – С. 32–64.

154. Орлов А.И. Организационно-экономическое обеспечение инновационной деятельности // Научный журнал КубГАУ. – 2014. – № 96. – С. 605–632.

155. Орлов А.И. Организационно-экономическое обеспечение инновационной деятельности в ракетно-космической отрасли // Научный журнал КубГАУ. – 2014. – № 102. – С. 112–143.

156. Орлов А.И. Новый подход к изучению устойчивости выводов в математических моделях // Научный журнал КубГАУ. – 2014. – № 100. – С. 1–30.

157. Орлов А.И. Асимптотические методы статистического контроля // Научный журнал КубГАУ. – 2014. – № 102. – С. 1–31.

158. Орлов А.И. Метод проверки гипотез по совокупности малых выборок и его применение в теории статистического контроля // Научный журнал КубГАУ. – 2014. – № 104. – С. 38–52.

159. Орлов А.И. Всегда ли нужен контроль качества продукции у поставщика? // Научный журнал КубГАУ. – 2014. – № 96. – С. 709–724.

160. Орлов А.И. Непараметрические критерии согласия Колмогорова, Смирнова, омега-квадрат и ошибки при их применении // Научный журнал КубГАУ. – 2014. – № 97. – С. 32–45.

161. Орлов А.И. Прогностическая сила – наилучший показатель качества алгоритма диагностики // Научный журнал КубГАУ. – 2014. – № 99. – С. 15–32.

162. Орлов А.И. Аддитивно-мультипликативная модель оценки рисков при создании ракетно-космической техники // Научный журнал КубГАУ. – 2014. – № 102. – С. 78–111.

163. Орлов А.И. Двухвыборочный критерий Вилкоксона – анализ двух мифов // Научный журнал КубГАУ. – 2014. – № 104. – С. 91–111.

164. Орлов А.И. Основные проблемы контроллинга качества // Научный журнал КубГАУ. – 2015. – № 111. – С. 52–84.

165. Орлов А.И. Оценка погрешностей характеристик финансовых потоков инвестиционных проектов в ракетно-космической промышленности // Научный журнал КубГАУ. – 2015. – № 109. – С. 238–264.

166. Орлов А.И. Оценка инфляции по независимой информации // Научный журнал КубГАУ. – 2015. – № 108. – С. 259–287.

167. Орлов А.И. Оптимальный план управления запасами нельзя найти на основе формулы квадратного корня // Научный журнал КубГАУ. – 2015. – № 106. – С. 270–300.

168. Орлов А.И. О некоторых подходах к экономико-математическому моделированию малого бизнеса // Научный журнал КубГАУ. – 2015. – № 108. – С. 288–315.

169. Орлов А.И. Проблемы внедрения математических и инструментальных методов контроллинга // Научный журнал КубГАУ. – 2015. – № 107. – С. 1017–1048.

170. Орлов А.И. Анализ экспертных упорядочений // Научный журнал КубГАУ. – 2015. – № 112. – С. 21–51.

171. Орлов А.И. Многообразие рисков // Научный журнал КубГАУ. – 2015. – № 111. – С. 85–112.

172. Орлов А.И. Многообразие областей и инструментов контроллинга // Научный журнал КубГАУ. – 2016. – № 123. – С. 688–707.

173. Орлов А.И. Распределения реальных статистических данных не являются нормальными // Научный журнал КубГАУ. – 2016. – № 117. – С. 71–90.

174. Орлов А.И. 13 этапов инновационного процесса // Инновации в менеджменте. – 2017. – № 4 (14). – С. 46–54.

175. Орлов А.И. Контроллинг явный и контроллинг скрытый // Контроллинг. – 2018. – № 69. – С. 28–32.

176. Орлов А.И. Варианты траектории инновационного процесса: этапы, их взаимосвязь и последовательность // Экономика и жизнь. – № 32 (9748) от 16 августа 2018 г. – С. 14–15.

177. Орлов А.И. Контроллинг научной деятельности // Контроллинг. – 2019. – № 71. – С. 18–24.

178. Орлов А. Наукометрические методы анализа и оценки результатов научной деятельности с позиции контроллинга науки // Экономист. – 2019. – № 2. – С. 55–59.

179. Орлов А.И. Характеризация моделей с дисконтированием // Научный журнал КубГАУ. – 2019. – № 153. – С. 202–218.

180. Орлов А.И. Цифровая экономика, инновации в менеджменте и идеи Аристотеля // Инновации в менеджменте. – 2019. – № 20. – С. 74–79.

181. Орлов А.И. Инструменты контроллинга рисков // Контроллинг. – 2020. – № 78. – С. 56–62.

182. Орлов А.И. Существование асимптотически оптимальных планов в дискретных задачах динамического программирования // Научный журнал КубГАУ. – 2020. – № 155. – С. 147–163.

183. Орлов А.И. Свойства общей схемы устойчивости // Научный журнал КубГАУ. – 2020. – № 161. – С. 121–149.

184. Орлов А.И. Оценивание размерности вероятностно-статистической модели // Научный журнал КубГАУ. – 2020. – № 162. – С. 1–36.

185. Орлов А.И. Основные требования к методам анализа данных (на примере задач классификации) // Научный журнал КубГАУ. – 2020. – № 159. – С. 239–267.

186. Орлов А.И. Миф мировой науки // Большая Евразия: развитие, безопасность, сотрудничество: ежегодник: материалы XIX Национальной научной конференции с международным участием «Модернизация России: приоритеты, проблемы, решения». Вып. 3. Ч. 1 / РАН. ИНИОН. Отд. науч. сотрудничества; отв. ред. В.И. Герасимов. – М., 2020. – С. 687–689.

187. Орлов А.И. Контроллинг рисков как научная, практическая и учебная дисциплина // Научный журнал КубГАУ. – 2021. – № 168. – С. 154–185.

188. Орлов А.И. О развитии теории принятия решений и экспертных оценок // Научный журнал КубГАУ. – 2021. – № 167. – С. 177–198.

189. Орлов А.И. Математические методы исследования рисков (обобщающая статья) // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2021. – Т. 87, № 11. – С. 70–80.

190. Орлов А.И. Вред ориентации на базы данных SCOPUS и WEB OF SCIENCE // Россия: тенденции и перспективы развития: ежегодник: материалы XX Национальной научной конференции с международным участием «Модернизация России: приоритеты, проблемы, решения» Вып. 16. Ч. 1 / РАН. ИНИОН. Отд. науч. сотрудничества; отв. ред. В.И. Герасимов. – М., 2021. – С. 835–840.

191. Орлов А.И. Наукометрия и экспертиза в управлении наукой: развитие и борьба полюсов // Научный журнал КубГАУ. – 2021. – № 173. – С. 143–166.

192. Орлов А.И. Науковедение в свете биокосмологической инициативы // Biocosmology – neo-Aristotelism. – 2021. – V. 11, No. 3-4. – P. 188–206.

193. Орлов А.И. Контроллинг статистических методов // Контроллинг. – 2022. – № 86. – С. 2–11.

194. Орлов А.И. Искусственный интеллект: нечисловая статистика. – Москва: Ай Пи Эр Медиа, 2022. – 446 с.
195. Орлов А.И. Искусственный интеллект: экспертные оценки: учебник. – Москва: Ай Пи Эр Медиа, 2022. – 436 с.
196. Орлов А.И. Искусственный интеллект: статистические методы анализа данных: учебник. – Москва: Ай Пи Эр Медиа, 2022. – 843 с.
197. Орлов А.И. В каких случаях можно дать экономическую оценку эффективности инвестиционного проекта? // Научный журнал КубГАУ. – 2022. – № 180. – С. 297–314.
198. Орлов А.И. Теория принятия решений. – Москва: Ай Пи Эр Медиа, 2022. – 826 с.
199. Орлов А.И. Устойчивые экономико-математические методы и модели: монография. – Москва: Ай Пи Эр Медиа, 2022. – 337 с.
200. Орлов А.И. Прикладной статистический анализ. – Москва: Ай Пи Эр Медиа, 2022. – 812 с.
201. Орлов А.И. Проблемы управления экологической безопасностью. – Москва: Ай Пи Эр Медиа, 2022. – 224 с.
202. Орлов А.И. Смена терминологии в развитии науки // Научный журнал КубГАУ. – 2022. – № 177. – С. 232–246.
203. Орлов А.И. О современных интеллектуальных инструментах экономики и менеджмента // Экономическая наука современной России. – 2022. – № 4 (99). – С. 30–38.
204. Орлов А.И. Единство и борьба полюсов в развитии науки // Научный журнал КубГАУ. – 2022. – № 176. – С. 156–180.
205. Орлов А.И. Развитие фундаментальной науки как единство и борьба противоположных полюсов // Россия: тенденции и перспективы развития: ежегодник: материалы XXI Национальной научной конференции с международным участием «Модернизация России: приоритеты, проблемы, решения». Вып. 17. Ч. 1 / РАН. ИНИОН. Отд. науч. сотрудничества; отв. ред. В.И. Герасимов. – М., 2022. – С. 848–852.

206. Орлов А.И. Бережливое производство: оптимизация запасов и отказ от выходного контроля // Двенадцатые Чарновские чтения: сборник трудов XII Всероссийской научной конференции по организации производства. Форум «Современное предприятие и будущее России». Москва, 2 декабря 2022 г. – Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, НП «Объединение контроллеров», 2022. – С. 62–69.

207. Орлов А.И. Обобщённая аддитивно-мультипликативная модель оценки рисков на основе нечётких и интервальных исходных данных // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2023. – Т. 89, № 1. – С. 74–84.

208. Орлов А.И. О математических, статистических и инструментальных методах экономики и управления наукой // Научный журнал КубГАУ. – 2023. – № 02 (186). – С. 173–194.

209. Орлов А.И. О методах сравнения инвестиционных проектов в ракетно-космической отрасли // Научный журнал КубГАУ. – 2023. – № 188. – С. 151–173.

210. Орлов А.И. Как проверить соответствие факта плану // Тринадцатые Чарновские чтения: сборник трудов XIII Всероссийской научной конференции по организации производства. – Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, НП «Объединение контроллеров», 2023. – С. 100–106.

211. Орлов А.И. Искусственный интеллект, нейросети, большие данные и математические методы исследования // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2023. – Т. 89, № 7. – С. 5–7.

212. Орлов А.И. Методы и инструменты менеджмента: учебник. – Москва: Ай Пи Эр Медиа, 2023. – 403 с.

213. Орлов А.И. О требованиях к статистическим методам анализа данных (обобщающая статья) // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2023. – Т. 89, № 11. – С. 98–106.

214. Орлов А.И. О развитии математических и статистических компетенций кадров высокотехнологичных наукоёмких

предприятий // Кадры инновационного развития. – 2023. – № 1. – С. 9–14.

215. Орлов А.И. Управление наукой в современных условиях с точки зрения Биокосмологической инициативы // Международное сотрудничество в целях устойчивого развития: сборник статей Международной научной ассамблеи, Москва, 04–07 октября 2022 года / под ред. И.В. Ильина. – Москва: Межрегиональная общественная организация содействия изучению, пропаганде научного наследия Н.Д. Кондратьева, 2023. – С. 226–232.

216. Орлов А.И. О развитии контроллинга организационно-экономических методов // Контроллинг в экономике, организации производства и управлении: сборник научных трудов XII международного конгресса по контроллингу. – Москва: НП «Объединение контроллеров», 2023. – С. 171–178.

217. Орлов А.И. Эконометрика. – Москва: Ай Пи Эр Медиа, 2024. – 525 с.

218. Орлов А.И. Методологические вопросы теории нечёткости (обобщающая статья) // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2024. – Т. 90, № 5. – С. 69–78.

219. Орлов А.И. Новая парадигма экономической науки на основе солидарной цифровой экономики: монография. – Москва: Русайнс, 2024. – 164 с.

220. Орлов А.И. Шестьдесят лет в мире формул (1964–2023) [Электронный ресурс]: комментарии к списку научных и методических трудов. – Изд. 4, испр. и доп. – Москва: Институт высоких статистических технологий и эконометрики МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2024. – 524 с. – URL: <http://ukros.ru/archives/37928>, <https://ibm2.ru/library/> (дата обращения 24.08.2025).

221. Орлов А.И. О выборе объёма выборки // Контроллинг. – 2024. – № 2 (92). – С. 46–54.

222. Орлов А.И. Контроллинг и революция в математических методах исследования // Контроллинг в экономике, организации производства и управлении: сборник научных трудов XIII международного конгресса по контроллингу (Ковров, 24 мая

2024 г.) / под науч. ред. С.Г. Фалько. – Москва: НП «Объединение контроллеров», 2024. – С. 105–111.

223. Орлов А.И. Революция в математических методах исследования и искусственный интеллект // Интеллектуальные технологии в эргономике и когнитивных науках: сборник материалов всероссийской научно-практической онлайн-конференции с международным участием (Брянск, 4–6 июня 2024 г.). – Брянск: БГТУ, 2024. – С. 54–57.

224. Орлов А.И. Революция в математических методах исследования // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2024. – Т. 90, № 7. – С. 5–7.

225. Орлов А.И. Научная революция в математических методах исследования и искусственный интеллект // Эргоди-
зайн. – 2025. – № 2 (28). – С. 160–170.

226. Орлов А.И., Алешин Д.Н. О методах сравнения инвестиционных проектов // Научные труды Рижского института мировой экономики. Вып. 3. – Рига: РИМЭ, 1999. – С. 20–25.

227. Орлов А.И., Луценко Е.В. Системная нечёткая интервальная математика: монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ. 2014. – 600 с.

228. Орлов А.И., Луценко Е.В. Анализ данных, информации и знаний в системной нечёткой интервальной математике: научная монография. – Краснодар: КубГАУ, 2022. – 405 с.

229. Орлов А.И., Луценко Е.В., Лойко В.И. Перспективные математические и инструментальные методы контроллинга: монография (научное издание) / под науч. ред. проф. С.Г. Фалько. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – 600 с.

230. Орлов А.И., Луценко Е.В., Лойко В.И. Организационно-экономическое, математическое и программное обеспечение контроллинга, инноваций и менеджмента: монография / под общ. ред. С.Г. Фалько. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 600 с.

231. Орлов А.И., Орлов А.А. О методах принятия решений, основанных на использовании интуиции // Научный журнал КубГАУ. – 2022. – № 179. – С. 178–196.

232. Орлов А.И., Орлов А.А. Интуиция при принятии решений в контроллинге // Контроллинг в экономике, организации производства и управлении: сборник научных трудов XI международного конгресса по контроллингу (Нижний Новгород, 20 мая 2022 г.) / под науч. ред. С.Г. Фалько. – Москва: НП «Объединение контроллеров», 2022. – С. 125–135.

233. Орлов А.И., Орлова Л.А. Современные подходы к управлению инновациями и инвестициями // Экономика XXI века. – 2002. – № 12. – С. 3–26.

234. Орлов А.И., Пугач О.В. Подходы к общей теории риска // Управление большими системами. Вып. 40. – Москва: ИПУ РАН, 2012. – С. 49–82.

235. Орлов А.И., Савинов Ю.Г., Богданов А.Ю. Экспертные технологии и их применение при оценивании вероятностей редких событий // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2014. – Т. 80, № 3. – С. 63–69.

236. Орлов А.И., Сажин Ю.Б. Инновации в менеджменте, экология, хрематистика и цифровизация // Инновации в менеджменте. – 2019. – № 22. – С. 52–60.

237. Орлов А.И., Старчевой А.Н., Азаров Б.Г., Крейтер И.Г., Мищенко М.М., Богатырев А.А. Пересмотреть ГОСТ 3622-68 «Молоко и молочные продукты. Отбор проб и подготовка их к испытанию» (в соответствии с ГОСТ 18242-72). Совместный научно-технический отчёт УкрНИИмясомолпрома и ВНИИС по теме № 168106 (рукопись). – Киев – Москва: УкрНИИмясомолпром – ВНИИС, 1983. – 97 с.

238. Орлов А.И., Толчеев В.О. Об использовании непараметрических статистических критериев для оценки точности методов классификации (обобщающая статья) // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2011. – Т. 77, № 3. – С. 64–69.

239. Орлов А.И., Федосеев В.Н. Менеджмент в техносфере. – Москва: Академия, 2003. – 384 с.

240. Орлов А.И., Цисарский А.Д. Особенности оценки рисков при создании ракетно-космической техники // Национальные

интересы: приоритеты и безопасность. – 2013. – № 43(232). – С. 37–46.

241. Орлов А.И., Цисарский А.Д. Аддитивно-мультипликативная модель оценки рисков и её применение при разработке инновационно-инвестиционных проектов создания ракетно-космической техники // Проблемы управления безопасностью сложных систем: труды XXI Международной конференции. Москва, декабрь 2013 г. Под ред. Н.И. Архиповой, В.В. Кульбы. – Москва: РГГУ, 2013. – С. 394–398.

242. Орлов А.И. Цисарский А.Д. Особенности оценки рисков при реализации инновационно-инвестиционных проектов в космической отрасли // Актуальные проблемы российской космонавтики: материалы XXXVIII Академических чтений по космонавтике (Москва, январь 2014 г.) / под общ. ред. А.К. Медведевой. – Москва: Комиссия РАН по разработке научного наследия пионеров освоения космического пространства, 2014. – С. 210–210.

243. Орлов А.И., Цисарский А.Д. Определение приоритетности реализации НИОКР на предприятиях ракетно-космической отрасли // Контроллинг. – 2020. – № 2 (76). – С. 58–65.

244. Орлов А.И., Шаров В.Д. Выявление отклонений в контроллинге (на примере мониторинга уровня безопасности полётов) // Научный журнал КубГАУ. – 2014. – № 95. – С. 184–203.

245. Орлов А.И., Шаров В.Д. Метод выявления отклонений в системе контроллинга (на примере мониторинга уровня безопасности полётов) // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2014. – № 26 (263). – С. 54–64.

246. Павленко С. Основы менеджмента для начинающих руководителей и бизнесменов [Электронный ресурс]. – URL: <https://habr.com/en/articles/839666/> (дата обращения 24.08.2025).

247. Павленков М.Н., Павленков И.М., Павленкова И.Н. Контроллинг предприятия: теория, практика. – Москва: Знание-М, 2023. – 428 с.

248. Павлова И.О., Скороход М.А. Основы менеджмента: учебное пособие. – Самара: Изд-во Самар. ун-та, 2021. – 80 с.

249. Панде П., Холп Л. Что такое «Шесть сигм»? Революционный метод управления качеством: пер. с англ. – Москва: Альпина Бизнес Букс, 2004. – 158 с.

250. Первозванский А.А., Первозванская Г.Н. Финансовый рынок: расчёт и риск. – Москва: ИНФРА-М, 1994. – 256 с.

251. Пиндайк Р., Рубинфельд Д. Микроэкономика. – Москва: Экономика – Дело, 1992. – 510 с.

252. Платон. Государство // Собрание сочинений. Т. 3. – Москва: Мысль, 1993. – С. 79–420.

253. Подиновский В.В., Подиновская О.В. О некорректности метода анализа иерархий // Проблемы управления. – 2011. – № 1. – С. 8–13.

254. Подиновский В.В., Подиновская О.В. Ещё раз о некорректности метода анализа иерархий // Проблемы управления. – 2012. – № 4. – С. 75–78.

255. Поляк Б.Т. Введение в оптимизацию. – Изд. 3-е. – Москва: URSS, 2023. – 404 с.

256. Потоцкий О.В., Орлов А.И. Организационные кризисы как этапы развития предприятия малого и среднего бизнеса // Российское предпринимательство. – 2016. – Т. 17, № 11. – С. 1351–1360.

257. Проектирование интегрированных производственно-корпоративных структур: эффективность, организация, управление / С.Н. Анисимов, А.А. Колобов, И.Н. Омельченко и др.; под ред. А.А. Колобова, А.И. Орлова. – Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. – 728 с.

258. Прохоров Ю.В., Розанов Ю.А. Теория вероятностей. Основные понятия. Предельные теоремы. Случайные процессы. – Изд. 3-е. – Москва: Наука, 1987. – 400 с.

259. Раушенбах Г.В. Меры близости и сходства // Анализ нечисловой информации в социологических исследованиях. – Москва: Наука, 1986. – С. 169–203.

260. Рекомендации. Прикладная статистика. Методы обработки данных. Основные требования и характеристики /

А.И. Орлов, Н.Г. Миронова, В.Н. Фомин, А.Н. Черчинцев. – Москва: ВНИИСтандартизации, 1987. – 62 с.

261. Ренгольд О.В. Контроллинг в условиях цифровизации экономики. – Омск: Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет, 2023. – 47 с.

262. Репин И.Д., Рябов С.Н., Филаретов Г.Ф. Программное обеспечение имитационного моделирования последовательных алгоритмов обнаружения разладки временных рядов // Естественные и технические науки. – 2022. – № 12 (175). – С. 389–393.

263. Рубинштейн А.Я. О наукометрических рейтингах и журнальной ВАКханалии // Экономический журнал Высшей школы экономики. – 2023. – Т. 27, № 2. – С. 290–305.

264. Рыжикова Т.Н., Тихвинский В.О., Фалько С.Г. Управление процессами системного проектирования инновационной продукции: модели, методы, инструменты. – Изд. 2-е. – Москва: Дашков и К, 2025. – 194 с.

265. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – Москва: Радио и связь, 1993. – 278 с.

266. Савельев О.Ю. Модель: иерархия понятия и потенциальный источник ошибок // Инновации в менеджменте. – 2021. – № 2 (28). – С. 54–59.

267. Садовский В.Н. Система [Электронный ресурс] // Большая российская энциклопедия. – URL: <https://bigenc.ru/c/sistema-4284c7> (дата обращения 24.08.2025).

268. Сафин Ш.И., Толчеев В.О. Процедура проверки однородности выборок текстовых документов на основе непараметрических критериев // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2023. – Т. 89, № 7. – С. 71–77.

269. Семёнов А.Л. Менеджмент [Электронный ресурс] // Большая российская энциклопедия. – URL: <https://bigenc.ru/c/menedzhment-1bbb39> (дата обращения 24.08.2025).

270. Сивова Д.Г., Филаретов Г.Ф. Последовательный алгоритм обнаружения момента изменения характеристик вектор-

ных временных рядов // Вестник Московского энергетического института. – 2014. – № 2. – С. 63–69.

271. Сила связи. Сообщение 2. Градации величины корреляции / А.Н. Котеров, Л.Н. Ушенкова, Э.С. Зубенкова и др. // Медицинская радиология и радиационная безопасность. – 2019. – Т. 64, № 6. – С. 12–24.

272. Скопина И.В., Романова Т. Менеджмент: понятие и многочисленные дефиниции российских и зарубежных учёных // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. – 2007. – № 12. – С. 35–39.

273. Словарь русско-английских терминов по контроллингу. – Калуга: Манускрипт, 2005. – 192 с.

274. Соколов М.М., Чечик Е.А. Академические репутации российских экономистов и их наукометрические оценки. – СПб.: ЦИАНО ЕУСПб, 2022. – 18 с.

275. Статистический контроль качества продукции на основе принципа распределения приоритетов / В.А. Лapidус, М.И. Розно, А.В. Глазунов и др. – Москва: Финансы и статистика, 1991. – 224 с.

276. Статистические методы повышения качества. Перевод с японского / под ред. Х. Кумэ. – Москва: Финансы и статистика, 1990. – 301 с.

277. Стрельник М.М. Контроллинг в инвестиционной деятельности. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2023. – 62 с.

278. Татарова Г.Г. Выступление Татаровой Г.Г. // Учёные записки ФНИСЦ РАН: материалы заседания Учёного совета, Москва, 19 декабря 2018 года. – Москва: Федеральный научно-исследовательский социологический центр Российской академии наук, 2019. – С. 33–36.

279. Теория управления: словарь системы основных понятий / под общ. ред. Д.А. Новикова. – Москва: ЛЕНАНД, 2024. – 128 с.

280. Толчеев В.О. Модифицированный и обобщённый метод ближайшего соседа для классификации библиографических

текстовых документов // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2009. – Т. 75, № 7. – С. 63–70.

281. Толчеев В.О. Автоматизированное оценивание формулировок научной новизны публикаций // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2017. – Т. 83, № 5. – С. 72–78.

282. Толчеев В.О., Мохов А.С. Анализ публикационной активности ведущих стран в области квантовых технологий // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2018. – Т. 84, № 7. – С. 67–76.

283. Уёмов А.И. Логические основы метода моделирования. – Москва: Мысль, 1971. – 315 с.

284. Указ Президента РФ от 10 октября 2019 г. № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс]. – URL: <https://base.garant.ru/72838946/>

285. Управление большими системами: сборник трудов. Специальный выпуск 44. Наукометрия и экспертиза в управлении наукой / под ред. Д.А. Новикова, А.И. Орлова, П.Ю. Чеботарёва. – Москва: Институт проблем управления РАН, 2013. – 568 с.

286. Файоль А., Эмерсон Г., Тейлор Ф., Форд Г. Управление – это наука и искусство. – Москва: Республика, 1992. – 642 с.

287. Фалько С.Г. Научная школа организации производства в МГТУ им. Н.Э. Баумана: история, современность, перспективы // Семьдесят лет кафедры «Экономика и организация производства»: сборник статей / под ред. С.Г. Фалько. – Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1999. – С. 5–16.

288. Фалько С.Г. Предмет контроллинга как самостоятельной научной дисциплины // Контроллинг. – 2005. – № 13. – С. 2–6.

289. Фалько С.Г. Контроллинг для руководителей и специалистов. – Москва: Финансы и статистика, 2024. – 271 с.

290. Фалько С.Г., Брижань А.В. Методы расчёта эффективности инвестиций: прежде и сегодня // Контроллинг. – 2019. – № 71. – С. 38–43.

291. Фалько С.Г., Носов В.М. Контроллинг на предприятии. – Москва: Об-во «Знание» России, 1995. – 80 с.

292. Фалько С.Г., Орлов А.И. «Шесть сигм» как подход к совершенствованию бизнеса // Контроллинг. – 2004. – № 4 (12). – С. 42–46.

293. Федеральный закон от 23.11.1995 N 174-ФЗ «Об экологической экспертизе» (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_8515/ (дата обращения 24.08.2025).

294. Филаретов Г.Ф., Бучаала З. Непараметрический метод обнаружения разладки временного ряда с использованием механизма случайных блужданий // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2020. – № 4(214). – С. 107–117.

295. Филаретов Г.Ф., Бучаала З. Разработка алгоритмов обнаружения разладки временных рядов на основе непараметрических критериев проверки гипотез // Вестник Московского энергетического института. – 2021. – № 3. – С. 67–77.

296. Филаретов Г.Ф., Бучаала З. Программа моделирования и исследования свойств непараметрических алгоритмов оперативного обнаружения разладки временных рядов. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Номер свидетельства: RU 2021613446. Патентное ведомство: Россия. Номер заявки: 2021612474. Дата регистрации: 01.03.2021. Дата публикации: 09.03.2021 / Заявитель – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет МЭИ».

297. Филаретов Г.Ф., Ларин А.А., Локтюшов В.А. Параметрический МА-алгоритм обнаружения разладки гауссовского временного ряда по математическому ожиданию // Вестник Московского энергетического института. – 2022. – № 5. – С. 112–120.

298. Филаретов Г.Ф., Ларин А.А. Исследование и разработка EWMA-алгоритма обнаружения разладки гауссовского времен-

ного ряда по математическому ожиданию // Датчики и системы. – 2022. – № 6(265). – С. 9–15.

299. Филаретов Г.Ф., Симоненков П.С. Алгоритм кумулятивных сумм для обнаружения изменений ковариационной матрицы многомерных временных рядов // Вестник Московского энергетического института. – 2020. – № 3. – С. 92–101.

300. Филаретов Г.Ф., Симоненков П.С. Алгоритм обнаружения изменения корреляционных связей между компонентами векторного случайного процесса // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2020. – № 7. – С. 200–211.

301. Филаретов Г.Ф., Симоненков П.С. Многомерный алгоритм кумулятивных сумм для обнаружения изменений характеристик временных рядов // Вестник Московского энергетического института. – 2021. – № 1. – С. 86–94.

302. Филаретов Г.Ф., Цинь Ю. Влияние коррелированности наблюдений на вероятностные характеристики МА-алгоритма обнаружения разладки гауссовского временного ряда по математическому ожиданию // Вестник Московского энергетического института. – 2024. – № 3. – С. 99–106.

303. Филаретов Г.Ф., Цинь Ю. Анализ влияния коррелированности наблюдений на эффективность EWMA-алгоритма обнаружения разладки // Цифровая трансформация транспорта: проблемы и перспективы: материалы IV Международной научно-практической конференции, Москва, 25 сентября 2024 года. – Москва: Российский университет транспорта, 2024. – С. 190–195.

304. Филаретов Г.Ф., Цинь Ю. Анализ свойств EWMA-алгоритма обнаружения разладки по математическому ожиданию гауссовского временного ряда скользящего среднего // Вестник Московского энергетического института. – 2024. – № 6. – С. 128–135.

305. Филаретов Г.Ф., Червова А.А. Последовательный алгоритм обнаружения момента изменения дисперсии временного

ряда // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2019. – Т. 85, № 3. – С. 75 -82.

306. Хан Д. Планирование и контроль: концепция контроллинга: пер. с нем. – Москва: Финансы и статистика, 1997. – 800 с.

307. Цели и принципы стандартизации / под ред. Т. Сандерса. – Москва: Изд-во стандартов, 1974. – 132 с.

308. Червова А.А., Филаретов Г.Ф., Бучаала З. Последовательный непараметрический алгоритм обнаружения разладки временного ряда // Датчики и системы. – 2020. – № 1 (243). – С. 9–16.

309. Черчилль У. Вторая мировая война. Т. 3. – Москва: Воениздат. 1991. – 484 с.

310. Чистякова Н.О. Менеджмент: учебное пособие для слушателей профессиональной переподготовки по направлению «Экономика и управление на предприятии». – Томск: Томский политехнический университет, 2007. – 240 с.

311. Чугунов В.С. Контроллинг: философия, теория, методология. – Москва: НП «Объединение контроллеров», 2017. – 140 с.

312. Шапиро У. Русско-английский и англо-русский словарь. – Москва: Наука – Уайли, 1993. – 768 с.

313. Шаров В.Д., Орлов А.И. Выявление отклонений в системе контроллинга (на примере мониторинга уровня безопасности полётов) // Green Controlling: сборник трудов III Международного конгресса по контроллингу / под науч. ред. С.Г. Фалько. – Москва: НП «Объединение контроллеров», 2013. – С. 277–292.

314. Шароватова Е.А., Щербакова Е.П. Контроллинг: текст лекций и практические задания. – Ростов н/Д.: Ростовский государственный экономический университет «РИНХ», 2023. – 164 с.

315. Шаститко А.Е., Моросанова А.А., Маркова О.А. Экономика внимания: вопросы применения // Вопросы теоретической экономики. – 2022. – № 1. – С. 7–23.

316. Ширяев А.Н. Задача скорейшего обнаружения нарушения стационарного режима // Доклады АН СССР. – 1961. – Т. 138, № 5. – С. 1039–1042.

317. Ширяев А.Н. Статистический последовательный анализ. Оптимальные правила остановки. – Изд. 2. – Москва: Наука, 1976. – 272 с.
318. Шор Я.Б. Статистические методы анализа и контроля качества и надёжности. – Москва: Советское радио, 1962. – 552 с.
319. Штофф В.А. Моделирование и философия. – Москва – Ленинград: Наука, 1966. – 303 с.
320. Экономика предприятия / И.Э. Берзин, С.А. Пикунова, Н.Н. Савченко, С.Г. Фалько. – Москва: КноРус, 2010. – 368 с.
321. Begg D., Fischer S., Dornbusch R. Economics. – London: McGraw-Hill Book Company, 1991. – 667 pp.
322. Bootle R. The AI Economy: Work, Wealth and Welfare in the Age of the Robot. – London: Quercus, 2019. – 224 p.
323. Brealey R.A., Myers S.C. Principles of Corporate Finance. – New York: McGraw-Hill, Inc., 1991. – 924 pp.
324. Guo P.J. Six Opportunities for Scientists and Engineers to Learn Programming Using AI Tools such as ChatGPT // Computing in Science & Engineering. 2023. Vol. 25. No. 3. P. 73–78.
325. Hirsch J.E. An index to quantify an individual's scientific research output // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 2005. Vol. 102. No. 46. P. 16569–16572.
326. ICP 2021. International Comparison Program 2021. Global Highlights. URL: <https://thedocs.worldbank.org/en/doc/0274411350395ce53ccd3e91a431e924-0050022024/original/FINAL-ICP-2021-Global-and-regional-highlights.pdf> (дата обращения 24.08.2025).
327. Kotz S. Statistical Terminology – Russian vs English – in the Light of the Development of Statistics in the USSR // The American Statistician, 1965. Vol. 19. No. 3. P. 16–22.
328. Kotz S. Statistics in the USSR // Survey, 1965. Vol. 57. October. P. 132–141.
329. Kotz S., Smith K. The Hausdorff Space and Applied Statistics: A View from USSR // The American Statistician. November 1988. Vol. 42. No. 4. P. 241–244.

330. Orlov A.I. Basic requirements for statistical methods of data analysis // Polythematic Online Scientific Journal of Kuban State Agrarian University. 2022. No. 181. P. 316–343.

331. Orlov A.I. Governing Science in contemporary conditions from the Biocosmological Initiative perspective // Biocosmology – neo-Aristotelism. 2022. V. 12. No. 3&4. P. 501– 507.

332. Orlov A. I. Fuzzy and interval additive-multiplicative models of risk estimation // Polythematic Online Scientific Journal of Kuban State Agrarian University. 2022. No. 177. P. 333–356.

333. Orlov A.I. V.I. Vernadsky and the new paradigm of economic science // Biocosmology – neo-Aristotelism. 2023. V. 13. Yearly Issue. P. 100–104.

334. Orlov A.I. About mathematical, statistical and instrumental methods of economy and management of science // Polythematic Online Scientific Journal of Kuban State Agrarian University. 2023. No. 186. P. 173–194.

335. Orlov A.I. About development trends of mathematical, statistical and instrumental methods of economics // Polythematic Online Scientific Journal of Kuban State Agrarian University. 2024. No. 201. P. 266–288.

336. Orlov A.I. The state and prospects of development of statistical methods in economics // Polythematic Online Scientific Journal of Kuban State Agrarian University. 2025. No. 206. P. 217–232.

337. Russell S., Norvig P. Artificial intelligence: a modern approach, 4 ed. – London: Pearson, 2020. – 1136 p.

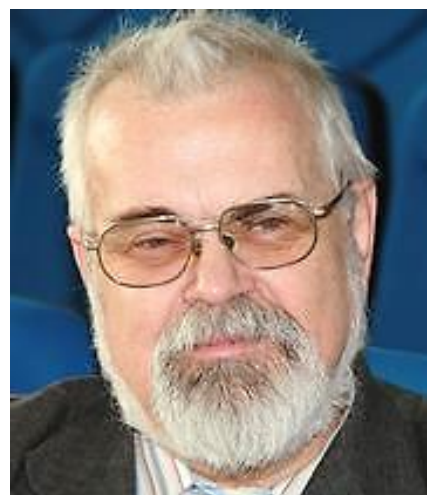
338. The teaching of statistics // Studies in mathematical education. Vol. 7. – Paris, UNESCO, 1991. – 258 pp.

339. Varian H.R. Intermediate Microeconomics. A Modern Approach. – New York: W.W. Norton & Company, 1993. – 623 pp.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ОБ АВТОРЕ

Орлов Александр Иванович, 1949 г.р., профессор (1995 г. – по кафедре математической экономики), доктор экономических наук (2009 г. – по математическим и инструментальным методам экономики), доктор технических наук (1992 г. – по применению математических методов), кандидат физико-математических наук (1976 г. – по теории вероятностей и математической статистике).



Профессор кафедры «Экономика и организация производства» факультета «Инженерный бизнес и менеджмент» Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана, руководитель секции «Организационно-экономическое моделирование, эконометрика и статистика», директор Института высоких статистических технологий и эконометрики, заведующий Научно-исследовательской лабораторией «Экономико-математические методы в контроллинге».

Член редколлегии и редакционных советов журналов «Контроллинг», «Инновации в менеджменте», «Экономика космоса», «Заводская лаборатория. Диагностика материалов», Политематического сетевого электронного научного журнала Кубанского государственного аграрного университета (Научного журнала КубГАУ), «Biocosmology – neo-Aristotelism», «Эргодизайн», «Социология: методология, методы, математическое моделирование», «Управление большими системами: сборник трудов». Главный редактор электронного еженедельника «Эконометрика».

Академик Международной академии исследований будущего, Российской Академии статистических методов. Вице-президент Всесоюзной Статистической Ассоциации, президент Российской ассоциации статистических методов.

Основные направления научной и педагогической деятельности: теория принятия решений, прикладная статистика и другие статистические методы, эконометрика, экономико-математические методы, экспертные оценки, менеджмент, экономика предприятия, макроэкономика, экология.

Автор более 1300 научных и методических публикаций в России и за рубежом, в том числе более 70 книг. Один из наиболее цитируемых математиков и экономистов России.

Основные книги проф. А.И. Орлова

1. *Орлов, А.И.* Устойчивость в социально-экономических моделях / А.И. Орлов. – Москва: Наука, 1979. – 296 с.

2. *Орлов, А.И.* Задачи оптимизации и нечеткие переменные / А.И. Орлов. – Москва: Знание, 1980. – 64 с.

3. Анализ нечисловой информации (препринт) / Ю.Н. Тюрин, Б.Г. Литвак, А.И. Орлов, Г.А. Сатаров, Д.С. Шмерлинг. – Москва: Научный Совет АН СССР по комплексной проблеме «Кибернетика», 1981. – 80 с.

4. *Гусев, В.А.* Внеклассная работа по математике в 6–8 классах / В.А. Гусев, А.И. Орлов, А.Л. Розенталь. – Москва: Просвещение, 1977. – 288 с. (2-е изд., испр. и доп. – Москва: Просвещение, 1984). Переводы на казахский, литовский, молдавский, таджикский языки.

5. ГОСТ 11.011-83. Прикладная статистика. Правила определения оценок и доверительных границ для параметров гамма-распределения / А.И. Орлов, Н.Г. Миронова, А.М. Бендерский, А.А. Богатырев, Ю.Д. Филиппов, Л.А. Фомина, М.Б. Невельсон. – Москва: Изд-во стандартов, 1984. – 53 с. (переиздание: Москва: Изд-во стандартов, 1985. – 50 с.).

6. Орлов, А.И. Рекомендации. Прикладная статистика. Методы обработки данных. Основные требования и характеристики / А.И. Орлов, Н.Г. Миронова, В.Н. Фомин, А.Н. Черчинцев. – Москва: ВНИИСтандартизации, 1987. – 62 с.

7. Орлов, А.И. Пакет программ анализа данных «ППАНД»: учебное пособие / А.И. Орлов, И.Л. Легостаева, О.М. Черномордик. – Москва: Сотрудничающий центр Всемирной организации здравоохранения по профессиональной гигиене, 1990. – 93 с.

8. Орлов, А.И. О теоретических основах внеклассной работы по математике и опыте Вечерней математической школы при Московском математическом обществе / Бюллетень № 2 Всесоюзного центра статистических методов и информатики. – Москва: ВЦСМИ, 1991. – 48 с.

9. Орлов, А.И. Математическое моделирование процессов налогообложения (подходы к проблеме) / А.И. Орлов, В.Г. Кольцов, Н.Ю. Иванова и др. – Москва: Изд-во ЦЭО Министерства общего и профессионального образования РФ, 1997. – 232 с.

10. Орлов, А.И. Экология: учебное пособие / А.И. Орлов, С.А. Боголюбов и др. – Москва: Знание, 1999. – 288 с.

11. Орлов, А.И. Менеджмент: учебное пособие / А.И. Орлов, С.А. Боголюбов, Ж.В. Прокофьева и др. – Москва: Знание, 2000. – 288 с.

12. Орлов, А.И. Управление качеством окружающей среды: учебник / А.И. Орлов, С.А. Боголюбов и др. – Т. 1. – Москва: МГИЭМ(ту), 2000. – 283 с.

13. Орлов, А.И. Системы экологического управления: учебник / А.И. Орлов, С.А. Боголюбов и др. – Москва: Европейский центр по качеству, 2002. – 224 с.

14. Орлов, А.И. Эконометрика: учебник. – Москва: Экзамен, 2002 (1-е изд.), 2003 (2-е изд.), 2004 (3-е изд.). – 576 с.

15. Орлов, А.И. Управление промышленной и экологической безопасностью: учебное пособие / А.И. Орлов, В.Н. Федосеев, В.Г. Ларионов, А.Ф. Козьяков. – Москва: УРАО, 2002 (1-е изд.), 2003 (2-е изд.). – 220 с.

16. Орлов, А.И., Федосеев В.Н. Менеджмент в техносфере: учебное пособие / А.И. Орлов, В.Н. Федосеев. – Москва: Академия, 2003. – 384 с.

17. Орлов, А.И. Теория и методы разработки управленческих решений: учебное пособие / А.И. Орлов. – Москва: ИКЦ «МарТ»; Ростов н/Д.: Издательский центр «МарТ», 2005. – 496 с.

18. Орлов, А.И. Прикладная статистика: учебник / А.И. Орлов. – Москва: Экзамен, 2006. – 672 с.

19. Орлов, А.И. Теория принятия решений: учебник / А.И. Орлов. – Москва: Экзамен, 2006. – 576 с.

20. Орлов, А.И. Проектирование интегрированных производственно-корпоративных структур: эффективность, организация, управление / А.И. Орлов, С.Н. Анисимов, А.А. Колобов и др.; под ред. А.А. Колобова, А.И. Орлова. – Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. – 728 с.

21. Орлов, А.И. Оптимальные методы в экономике и управлении: учебное пособие по курсу «Организационно-экономическое моделирование» / А.И. Орлов. – Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 44 с.

22. 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. – Москва: Экзамен, 2008. – 621 с.

23. Орлов, А.И. Организационно-экономическое моделирование: учебник: в 3 частях. Ч. 1: Нечисловая статистика / А.И. Орлов. – Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. – 542 с.

24. Орлов, А.И. Эконометрика: учебник для вузов / А.И. Орлов. – Ростов н/Д.: Феникс, 2009. – 572 с.

25. Орлов, А.И. Менеджмент: организационно-экономическое моделирование: учебное пособие для вузов / А.И. Орлов. – Ростов н/Д.: Феникс, 2009. – 475 с.

26. Орлов, А.И. Вероятность и прикладная статистика: основные факты: справочник. – Москва: КноРус, 2010. – 192 с.

27. Орлов, А.И. Организационно-экономическое моделирование: теория принятия решений: учебник. – Москва: КноРус, 2011. – 568 с.

28. Орлов, А.И. Организационно-экономическое моделирование: учебник: в 3 частях. Ч. 2. Экспертные оценки / А.И. Орлов. – Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. – 486 с.

29. Орлов, А.И. Устойчивые экономико-математические методы и модели. Разработка и развитие устойчивых экономико-математических методов и моделей для модернизации управления предприятиями / А.И. Орлов. – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2011. – 436 с.

30. Орлов, А.И. Организационно-экономическое моделирование: учебник: в 3 ч. Ч. 3. Статистические методы анализа данных / А.И. Орлов. – Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – 624 с.

31. Орлов, А.И. Проблемы управления экологической безопасностью. Итоги двадцати лет научных исследований и преподавания / А.И. Орлов. – Saarbrücken: Palmarium Academic Publishing, 2012. – 344 с.

32. Орлов, А.И. Системная нечёткая интервальная математика: монография / А.И. Орлов, Е.В. Луценко. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – 600 с.

33. Орлов, А.И. Перспективные математические и инструментальные методы контроллинга: монография / А.И. Орлов, Е.В. Луценко, В.И. Лойко; под научной редакцией профессора С.Г. Фалько. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – 600 с.

34. Орлов, А.И. Организационно-экономическое, математическое и программное обеспечение контроллинга, инноваций и менеджмента: монография / А.И. Орлов, Е.В. Луценко, В.И. Лойко; под общ. ред. С.Г. Фалько. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 600 с.

35. Лойко, В.И. Современные подходы в наукометрии: монография / В.И. Лойко, Е.В. Луценко, А.И. Орлов; под научной редакцией профессора С.Г. Фалько. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – 532 с.

36. Орлов, А.И. Методы принятия управленческих решений: учебник / А.И. Орлов. – Москва: КноРус, 2018. – 286 с.

37. Лойко, В.И. Современная цифровая экономика / В.И. Лойко, Е.В. Луценко, А.И. Орлов. – Краснодар: КубГАУ, 2018. – 508 с.

38. Лойко, В.И. Высокие статистические технологии и системно-когнитивное моделирование в экологии: монография / В.И. Лойко, Е.В. Луценко, А.И. Орлов. – Краснодар: КубГАУ, 2019. – 258 с.

39. Орлов, А.И. Эконометрика: учебное пособие. – Москва, Саратов: Интернет-университет информационных технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Эр Медиа, 2020. – 676 с.

40. Агаларов, З.С. Эконометрика: учебник / З.С. Агаларов, А.И. Орлов. – Москва: Дашков и К°, 2021 (1-е изд.), 2023 (2-е изд.), 2024 (3-е изд.). – 380 с.

41. Орлов, А.И. Искусственный интеллект: нечисловая статистика: учебник. – Москва: Ай Пи Эр Медиа, 2022. – 446 с.

42. Орлов, А.И. Искусственный интеллект: статистические методы анализа данных: учебник. – Москва: Ай Пи Эр Медиа, 2022. – 843 с.

43. Орлов, А.И. Искусственный интеллект: экспертные оценки: учебник. – Москва: Ай Пи Эр Медиа, 2022. – 436 с.

44. Орлов, А.И. Основы теории принятия решений: учебное пособие. – Москва: Ай Пи Эр Медиа, 2022. – 66 с.

45. Орлов, А.И. Прикладной статистический анализ: учебник. – Москва: Ай Пи Эр Медиа, 2022. – 812 с.

46. Орлов, А.И. Проблемы управления экологической безопасностью: учебное пособие. – Москва: Ай Пи Эр Медиа, 2022. – 224 с.

47. Орлов, А.И. Теория принятия решений: учебник. – Москва: Ай Пи Эр Медиа, 2022. – 826 с.

48. Орлов, А.И. Устойчивые экономико-математические методы и модели: монография. – Москва: Ай Пи Эр Медиа, 2022. – 337 с.

49. Орлов, А.И. Экспертные оценки: учебное пособие. – Москва: Ай Пи Эр Медиа, 2022. – 57 с.

50. Орлов, А.И. Анализ данных, информации и знаний в системной нечёткой интервальной математике: научная монография / А.И. Орлов, Е.В. Луценко. – Краснодар: КубГАУ, 2022. – 405 с.

51. Орлов, А.И. Методы и инструменты менеджмента: учебник / А.И. Орлов. – Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2023. – 403 с.

52. Орлов, А.И. Менеджмент: методы и инструменты: учебное пособие для СПО / А.И. Орлов. – Саратов: Профобразование, 2023. – 383 с.

53. Орлов, А.И. Эконометрика: учебник. – Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2024. – 525 с.

54. Орлов, А.И. Шестьдесят лет в мире формул (1964–2023) [Электронный ресурс]: комментарии к списку научных и методических трудов. – Москва: Институт высоких статистических технологий и эконометрики МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2024. – 524 с. – URL: <https://orlovs.pp.ru/forum/viewtopic.php?f=1&t=3711> (дата обращения 24.08.2025).

55. Орлов, А.И. Новая парадигма экономической науки на основе солидарной цифровой экономики: монография. – Москва: Русайнс, 2024. – 164 с.

ОПИСАНИЕ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ВКЛАДА В РАЗВИТИЕ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ ПРОФ. А.И. ОРЛОВА

Орлов Александр Иванович в 1966 г. окончил физматшколу № 2 г. Москвы (с золотой медалью), в 1971 г. с отличием окончил Механико-математический факультет Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова. Работал в Центральном экономико-математическом институте АН СССР (1971–1978), Центральной научно-исследовательской лаборатории Четвёртого главного управления при Минздраве СССР (1978–1981), Всесоюзном научно-исследовательском институте стандартизации Госстандарта СССР (1981–1989), возглавлял созданный им Всесоюзный центр статистических методов и информатики (1989–1992).

В 1976 г. А.И. Орлов становится кандидатом физико-математических наук (по теории вероятностей и математической статистике), в 1992 г. – доктором технических наук (по применению математических методов в научных исследованиях – диссертация в форме научного доклада). С 1993 по 2007 г. он – профессор Московского государственного института электроники и математики (технического университета). В 1995 г. ему присвоено учёное звание профессора (по кафедре математической экономики).

С 1997 г. и по настоящее время основное место работы А.И. Орлова – Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана; он – профессор кафедры экономики и организации производства факультета «Инженерный бизнес и менеджмент», по совместительству с 2017 по 2021 г. – профессор кафедры вычислительной математики и математической физики факультета «Фундаментальные науки» МГТУ им. Н.Э. Баумана. Параллельно он работал и в других вузах и организациях, в том числе в Московском физико-техническом

институте, Российской экономической академии им. Г.В. Плеханова, Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, Московском государственном университете прикладной биотехнологии, Центральном научно-исследовательском институте машиностроения Государственной корпорации по космической деятельности «Роскосмос». В 2009 г. А.И. Орлов стал доктором экономических наук (по математическим и инструментальным методам экономики).

Профессором А.И. Орловым создано новое направление в области математических методов исследования – статистика нечисловых данных. Он предложил способ введения эмпирических и теоретических средних, доказал законы больших чисел, нашёл асимптотическое поведение решений экстремальных статистических задач, предложил и изучил непараметрические оценки плотности распределения вероятности, изучил асимптотическое распределение статистик интегрального типа. Им создана асимптотическая статистика интервальных данных. Он дал характеристику средних величин с помощью шкал измерения и указал способ сведения нечётких множеств к случайным. Им опубликована первая книга отечественного автора по теории нечёткости («Задачи оптимизации и нечеткие переменные», 1980).

А.И. Орлов предложил ряд новых методов в непараметрической статистике, касающихся оценивания скорости сходимости, проверки гипотез однородности и симметрии, метода наименьших квадратов и др., а также и в параметрической статистике (оценивание параметров гамма-распределения и бета-распределения, одношаговые оценки параметров и др.), в многомерном статистическом анализе (регрессионный анализ, теория классификации, снижение размерности), в теории временных рядов.

Профессор А.И. Орлов активно занимался прикладными исследованиями в технических науках, теории принятия решений,

контроллинге, экономике, менеджменте, науковедении и других областях (в экологии, социологии и др.); разработал новую парадигму математических методов исследования и на её основе – системную нечёткую интервальную математику; предложил теорию устойчивости выводов в математических моделях, аддитивно-мультипликативную модель оценки рисков и др.; создал солидарную цифровую экономику, дающую основу новой парадигме экономической теории; развил современную теорию экспертных оценок.

Созданным и возглавляемым А.И. Орловым Всесоюзным центром статистических методов и информатики было разработано и внедрено более 30 программных продуктов по статистическим методам управления качеством. Он участвовал в государственных проектах по уничтожению химического оружия, оценке и прогнозированию инфляции, моделированию систем налогообложения, обеспечению безопасности полётов, в ракетно-космической области. А.И. Орлов являлся главным научным консультантом при разработке автоматизированной системы прогнозирования и предотвращения авиационных происшествий (работа выполнена авиакомпанией «Волга – Днепр» при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках реализации постановления Правительства Российской Федерации от 9 апреля 2010 г. № 218).

По данным Российского индекса научного цитирования профессор А.И. Орлов – один из самых цитируемых учёных России по математике и экономическим наукам, автор более 700 научных публикаций, в том числе более 50 книг.

Своими учителями А.И. Орлов считает академика АН УССР Б.В. Гнеденко и доктора технических наук, профессора В.В. Налимова, при этом он относит себя к отечественной научной школе в области теории вероятностей и математической статистики, созданной академиком А.Н. Колмогоровым.

Профессор А.И. Орлов разработал и внедрил в преподавание новаторские учебные курсы по прикладной статистике,

эконометрике, теории принятия решений, организационно-экономическому моделированию, подготовил учебники по этим дисциплинам. В 2022–2024 гг. выпущены новые издания 12 его учебников и учебных пособий, подготовленных без соавторов. Написанные А.И. Орловым учебники широко цитируют и в научных публикациях. Так, по данным Академии Google книга «Теория принятия решений» процитирована более 1,6 тыс. раз, книга «Прикладная статистика» – более 1,5 тыс. раз, книга «Эконометрика» – более 1,25 тыс. раз.

Эти и другие учебники профессора А.И. Орлова имеют черты научных монографий, а потому они широко используются не только преподавателями и студентами, но и исследователями, что являет собой констатацию создания им отечественной научной школы в области организационно-экономического моделирования, эконометрики и статистики. Признанием энциклопедических знаний А.И. Орлова, заслуг в развитии науки, технологий, техники и образования может служить избрание его действительным членом Российской академии статистических методов; он избран академиком Международной академии прогнозирования, член Московского общества испытателей природы (учреждено в 1805 году).

Активная жизненная позиция А.И. Орлова ярко проявляется в вопросах организации исследований и подготовке научных кадров, в его участии в научно-общественной жизни в различных сферах деятельности. Он работал в комиссиях и комитетах Научного совета АН СССР по комплексной проблеме «Кибернетика» и Всесоюзного совета научно-технических обществ; выступил одним из основных организаторов Всесоюзной статистической ассоциации, на её Учредительном съезде в октябре 1990 г. был избран вице-президентом, руководителем секции статистических методов.

Больше 40 лет А.И. Орлов работает в редколлегии журнала «Заводская лаборатория. Диагностика материалов» и ее секции «Математические методы исследования»; в этом журнале

опубликовано более 100 его статей. Он является членом редколлегии ещё ряда научных журналов, таких как «Контроллинг», «Инновации в менеджменте» (заместитель главного редактора), «Экономика космоса», «Социология: методология, методы, математическое моделирование», «Эргодизайн», периодического сборника научных трудов «Управление большими системами»; членом редакционных советов международного научного журнала «Bioscosmology – neo-Aristotelism» и Политематического сетевого электронного научного журнала Кубанского государственного аграрного университета (научного журнала КубГАУ).

Большую работу профессор А.И. Орлов проводит как руководитель секции «Организационно-экономическое моделирование, эконометрика и статистика» кафедры экономики и организации производства, заведующий научно-исследовательской лабораторией «Экономико-математические методы в контроллинге» МГТУ им. Н.Э. Баумана. Научный семинар этой лаборатории создан в 2007 г.; на его 217 заседаниях под председательством А.И. Орлова подробно обсуждались доклады по готовящимся докторским и кандидатским диссертациям. Десятки докладчиков в дальнейшем успешно защитились. Под научным руководством А.И. Орлова защищено 10 диссертаций.

Большую работу А.И. Орлов проводит в качестве оппонента и члена диссертационных советов; в настоящее время он – заместитель председателя диссертационного совета 24.2.331.24, а также член Учёного совета Научно-учебного комплекса «Инженерный бизнес и менеджмент» МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Профессор А.И. Орлов всегда уделял большое внимание пропаганде научных и научно-технических знаний, просветительской деятельности, популяризации достижений науки, технологий и техники. С 1965 г. (с 10 класса средней школы) он вёл занятия со школьниками в Вечерней математической школе при Московском математическом обществе; с 1970 по 1977 г. – директор этой школы. В 1966–1970 гг. А.И. Орлов работал в физматшколе № 2 (в настоящее время – лицей «Вторая школа»).

Общий тираж итоговой книги «Внеклассная работа по математике в 6–8 классах» (в соавторстве с В.А. Гусевым и А.Л. Розенталем) – более 500 тыс. экз. Им опубликовано более 70 научно-популярных статей в журналах «Пионер» (раздел «Встречи с тремя неизвестными») и «Квант»; в последние годы он – автор научно-популярных статей в журналах «Наука и жизнь», «Квантик», газете «Экономика и жизнь» и др.

В 2018 году А.И. Орлов был объявлен победителем Всероссийского конкурса «Золотые Имена Высшей Школы» в номинации «За вклад в науку и высшее образование», организованного Межрегиональной общественной организации «Лига Преподавателей Высшей Школы» при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации с использованием гранта Президента Российской Федерации.

В 2024 г. А.И. Орлов стал лауреатом общенациональной премии «Профессор года».

Вся многолетняя яркая творческая деятельность профессора А.И. Орлова всегда была направлена на разработку новых направлений науки, технологии, техники и образования, внедрение их результатов в преподавание, развитие принципов «Образование через науку» и «Интеграция образования, науки и производства», усиление мотивации научной и инженерной деятельности, в деле воспитания учащихся, молодёжи и студентов, уважительного отношения к профессии инженера, учёного и преподавателя.

На официальном сайте Университета профессор А.И. Орлов заслуженно назван выдающимся учёным.

*Руководитель Научно-учебного комплекса
и декан факультета «Инженерный бизнес и менеджмент»
Московского государственного технического университета
им. Н.Э. Баумана, доктор технических наук,
доктор экономических наук, профессор
И.Н. Омельченко*

Научное издание

Орлов Александр Иванович

**Контроллинг организационно-экономических методов –
новое научное направление в менеджменте**

Монография

Издано в авторской редакции

Сертификат соответствия № РОСС RU.AB51.H05316

Подписано в печать 22.01.2026. Формат 60х90 1/16
Печать цифровая. Бумага офсетная № 1. Усл. печ. л. 16,63
Тираж 500 экз. Заказ №

Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°»
129347, Москва, Ярославское шоссе, д. 142, к. 732
Тел.: 8 (495) 668-12-30, 8 (499) 182-01-58
E-mail: sales@dashkov.ru – отдел продаж;
office@dashkov.ru – офис; <http://www.dashkov.ru>

Отпечатано в полном соответствии с качеством
предоставленных материалов в ООО «Фотоэксперт»
109316, г. Москва, Волгоградский проспект, д. 42,
корп. 5, эт. 1, пом. I, ком. 6.3-23Н

