

УДК 330.322.16:629.78

UDC 330.322.16:629.78

**МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДЛЯ  
РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**PREDICTION METHODS FOR THE ROCKET  
AND SPACE INDUSTRY**

Лындина Марина Игоревна  
кандидат технических наук  
*ГНУ НИИ пищевых концентратной промышленности и  
специальных пищевых технологий; Россия, 142718,  
Московская область, Ленинский район, поселок  
Измайлово, д. 22, [lyndina58@mail.ru](mailto:lyndina58@mail.ru)*

Lyndina Marina Igorevna  
Cand.Tech.Sci.  
*Research Institute of Food Concentrates Industry  
and special food technology,  
Moscow region, Russia*

Орлов Александр Иванович  
д.э.н., д.т.н., к.ф.-м.н., профессор

Orlov Alexander Ivanovich  
Dr.Sci.Econ., Dr.Sci.Tech., Cand.Phys-Math.Sci.,  
professor  
*Bauman Moscow State Technical University,  
Moscow, Russia*

*Московский государственный технический  
университет им. Н.Э. Баумана, Россия, 105005,  
Москва, 2-я Бауманская ул., 5, [prof-orlov@mail.ru](mailto:prof-orlov@mail.ru)*

Выделены основные источники неопределенностей в различных производственных и экономических ситуациях. Рассмотрены роль и задачи прогнозирования при управлении промышленными предприятиями, в частности, в ракетно-космической промышленности. Обсуждаются основные методы организационно-экономического прогнозирования – статистические, экспертные, комбинированные, в том числе форсайт. Даны предложения по совершенствованию механизмов прогнозирования и планирования для практического использования при создании космических комплексов

We have allocated the basic sources of uncertainty in various industrial and economic situations. We have also considered the role and the tasks of forecasting in the management of industrial companies, particularly in the rocket and space industry. We have discussed the methods of organizational and economic forecasting - statistical, expert, combined, including foresight and given some suggestions for improving the forecasting and planning mechanisms for practical use when creating space systems

Ключевые слова: МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ПРОГНОЗИРОВАНИЕ, СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ, ЭКСПЕРТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, КОМБИНИРОВАННЫЕ МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ, ФОРСАЙТ, РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Keywords: MATHEMATICAL MODELING, FORECASTING, PREDICTION, PROGNOSTICATION, STATISTICAL METHODS, EXPERT TECHNOLOGIES, COMBINED FORECASTING METHODS, FORESIGHT, ROCKET AND SPACE INDUSTRY

***Введение***

С целью разработки адекватных методов прогнозирования выделим основные источники неопределенностей в различных производственных и экономических ситуациях. Рассмотрим роль и задачи прогнозирования при управлении промышленными предприятиями ракетно-космической промышленности. Обсудим основные методы организационно-экономического прогнозирования, развивая положения статьи [1].

Основные функции менеджмента были выделены около 100 лет назад одним из основоположников научного менеджмента французом Анри Файолем: «Управлять – значит прогнозировать и планировать, организовывать, руководить командой, координировать и контролировать» [2]. Вслед за А. Файолем констатируем, что первая из основных функций менеджмента – прогнозирование и планирование.

Прогнозирование – это взгляд в будущее, оценка возможных путей развития, последствий тех или иных решений. Планирование же – это разработка последовательности действий, позволяющей достигнуть желаемого. В работе руководителя (управленца, менеджера) они тесно связаны. Результаты прогнозирования необходимы для планирования.

Практика показывает, что прогнозировать достаточно сложно. Иногда прогноз основывается на хорошо изученных закономерностях и осуществляется «наверняка». Например, при прогнозировании астрономических явлений. Однако в социально-экономической области обычно не удается дать однозначный полностью обоснованный прогноз. Причины – неопределённости в различных аспектах производственной и экономической ситуации.

### ***1. Источники неопределенностей***

Часть неопределенностей связана с недостаточностью знаний о природных явлениях и процессах, в частности:

- неопределенности, порожденные недостаточными знаниями о природе (например, неизвестен точный объем полезных ископаемых в конкретном месторождении, а потому невозможно точно предсказать развитие добывающей промышленности и объем налоговых поступлений от ее предприятий);

- неопределенности самих природных явлений (погода, влияющая на возможность запуска космического аппарата, на урожайность, на затраты на отопление, на загрузку транспортных путей).

Многие возможные неопределенности связаны с социально-экономическим окружением предприятия ракетно-космической промышленности или иной отрасли народного хозяйства, соответствующая служба которого занимается прогнозированием:

- неопределенности, относящиеся к деятельности (в текущий момент) участников экономической жизни (прежде всего партнеров рассматриваемого предприятия), в частности, с их деловой активностью, финансовым положением, соблюдением обязательств;

- неопределенности, обусловленные социальными и административными факторами в конкретных регионах, в которых данное предприятие имеет деловые интересы. Речь идет о взаимоотношении предприятия с органами местной и региональной власти, как официальными, так и криминальными;

- неопределенности, связанные с будущими действиями поставщиков в связи с меняющимися заданиями вышестоящих органов управления и предпочтениями рынка;

- неопределенности, порожденные конкурентным окружением (в том числе структур вероятного противника), от действий которого зависит многое в судьбе конкретного предприятия. Здесь имеют место возможности государственного или промышленного шпионажа, проникновения конкурентов в коммерческие тайны, и иное воздействие на внутренние дела предприятия, вплоть до диверсий.

Большое значение имеют и неопределенности на уровне страны, в частности:

- неопределенность будущей рыночной ситуации в стране, в том числе отсутствие достоверной информации о будущих предпочтениях государственного заказчика и других потребителей;

- неопределенности, связанные с колебаниями цен (динамикой инфляции), нормы (банковского) процента, валютных курсов, курсов акций и других макроэкономических показателей;

- неопределенности, порожденные нестабильностью законодательства и текущей экономической политики (т.е. с деятельностью руководства страны, министерств и ведомств), связанные с политической ситуацией, действиями партий, профсоюзов, экологических и других организаций в масштабе страны.

Часто приходится учитывать и внешнеэкономические неопределенности, связанные с ситуацией в зарубежных странах и международных организациях, с которыми предприятие поддерживает деловые отношения.

Большое значение имеют неопределенности, связанные с производством:

- дефектность продукции. Известно, что при массовом производстве, как правило, невозможно обеспечить выпуск продукции без дефектов;

- неопределенности, относящиеся к проектируемым продукции или технологическим процессам. Они могут быть связаны с ошибками разработчиков или физической невозможностью осуществления того или иного процесса;

- неопределенности, связанные с осуществлением действующих технологических процессов. Возможны аварии различной степени тяжести, от незначительных нарушений технологических процессов до катастроф с человеческими жертвами. Как следствие нарушения технологических процессов возникают экологические неопределенности,

связанные с аварийными сбросами в реки технологических жидкостей, выбросами в атмосферу газов и др.

Среди неопределенностей на предприятии есть и социальные (риски персонала), связанные с различными конфликтами – между службами (отделами, цехами), между руководителями высшего звена (топ-менеджерами), между профсоюзами и администрацией (по поводу заработной платы, условий труда и др.).

Неопределенности порождают соответствующие риски. Поэтому прогнозирование необходимо для адекватного принятия решений в условиях неопределенности и риска.

## ***2. Что и зачем прогнозировать?***

В современных условиях хозяйственной независимости основной массы промышленных предприятий для многих из них стал весьма актуальным вопрос о прогнозировании. При составлении плана производства важны не только возможности предприятия, но и спрос на выпускаемую продукцию. Сейчас, когда предприятия вынуждены работать по «рыночным законам», руководители (менеджеры) хотят знать перспективы развития своего предприятия, взглянуть в будущее, чтобы оценить возможные пути развития, предугадать последствия тех или иных решений.

Эффективная деятельность промышленных предприятий в современных условиях в значительной степени зависит от прогнозирования, т.е. насколько достоверно менеджеры предвидят дальнюю и ближнюю перспективу своего развития. Прогнозирование – частный вид моделирования как основы познания и управления [3].

Роль прогнозирования в управлении предприятием очевидна. Первично соответствующим службам предприятия ракетно-космической отрасли необходимо прогнозировать:

- поведение государственных органов управления,
- поведение потребителей,
- поведение поставщиков,
- поведение конкурентов,
- научно-технический прогресс.

Вторичными прогнозируемыми показателями, определяющими успешное существование промышленного предприятия в долгосрочной перспективе, являются:

- величина прибыли (в различных определениях этого термина – от основной деятельности, балансовой (налогооблагаемой), чистой, реинвестируемой и др.),
- объем реализации продукции;
- рентабельность, в том числе активов различных видов;
- фондоотдача,
- показатели ликвидности,
- производительность труда и т.д.

Наличие неопределенностей у этих факторов значительно усложняют процесс управления промышленным предприятием. Это связано с тем, что в связи с развитием предприятия ракетно-космической промышленности возникают новые цели и конкретные задачи (в терминах стратегического менеджмента [2]), налаживаются новые хозяйственные связи, формируются новые механизмы управления. Обеспечение методической и инструментальной базы для поддержки основных функций менеджмента лежит на контроллинге. Это новая концепция управления, порожденная практикой современного менеджмента [4]. Можно говорить о том, что одним из инструментов руководителя (менеджера), обеспечивающий успех предприятию, является контроллинг. Это относится и к управлению деятельностью научно-исследовательских организаций, в том числе в ракетно-космической отрасли [5].

Контроллеру (специалисту службы контроллинга) и сотрудничающему с ним специалисту по анализу данных (эконометрику) нужна разнообразная экономическая и управленческая информация, а также удобные инструменты ее анализа. Следовательно, необходима информационная поддержка контроллинга. Без современных компьютерных инструментов анализа и управления, основанных на продвинутых эконометрических и экономико-математических методах и моделях, невозможно эффективно принимать управленческие решения. Недаром специалисты по контроллингу большое внимание уделяют проблемам создания, развития и применения компьютерных систем поддержки принятия решений. Высокие статистические технологии и эконометрика – неотъемлемые части любой современной системы поддержки принятия экономических и управленческих решений [6]. Итак, эконометрика – важная составляющая инструментария контроллера, воплощенного в компьютерной системе поддержки принятия решений [3].

### ***3. Методы организационно-экономического прогнозирования***

Разработаны различные методы прогнозирования. Их теоретической основой являются математические дисциплины: теория вероятностей, математическая статистика, дискретная математика, дифференциально-разностные уравнения, математическое моделирование, исследование операций, а также экономика предприятия (инженерная экономика), экономическая теория, экономическая статистика, менеджмент (в том числе менеджмент высоких технологий [7]), социология, политология и другие социально-экономические науки. Выбор конкретного метода является одной из наиболее важных задач прогнозирования. При этом можно указать три основные группы причин, влияющих на выбор метода прогнозирования.

Первая группа состоит в увеличении числа классов (групп, видов, вариантов) методов прогнозирования, которое и в перспективе будет возрастать в связи с разнообразием практических задач прогнозирования.

Отметим, что и в настоящее время число конкретных методов прогнозирования, строго говоря, бесконечно много. Например, при использовании линейной прогностической функции:

$$x(t) = at + b, \quad (1)$$

неизвестные параметры  $a$  и  $b$  могут быть найдены путем решения оптимизационной задачи:

$$\sum_{i=1}^n |x_i - at_i - b|^c \rightarrow \min, c > 0, \quad (2)$$

где  $t$  – независимая переменная,  $x$  – зависимая переменная,  $(t_i, x_i)$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ , – исходные данные,  $c$  – параметр, определяющий метод оценивания неизвестных параметров. При этом, если  $c = 2$ , то имеем метод наименьших квадратов (наиболее популярный в рассматриваемом классе методов) если  $c = 1$  – метод наименьших модулей, если же  $c \rightarrow +\infty$  – метод Чебышёва (минимизация максимального отклонения). Поскольку параметр  $c$  – действительное число, то всего в рассматриваемом классе столько же методов, сколько действительных чисел. На языке математики – множество методов рассматриваемого класса имеет мощность континуума.

Вторая группа причин заключается в том, что в современных социально-экономических условиях существенно возрастает сложность как самих решаемых задач, так и объектов прогнозирования (в частности, из-за создания корпоративных групп, холдингов, объединений и других сложных организационно-производственных структур).

Третья группа причин связана с возрастанием динамичности (подвижности) социально-экономической среды, ускорением темпов инновационных процессов в ракетно-космической промышленности в соответствии с решениями руководства страны.



Поэтому на выбор конкретного метода (или группы методов) прогнозирования влияют:

- существо проблемы, подлежащей решению;
- динамические характеристики объекта прогнозирования;
- вид и характер информационного обеспечения;
- выбранный период упреждения прогноза (и его соотношение с продолжительностью цикла разработки товара или услуги);
- требования к результатам прогнозирования (точности, надежности и достоверности) [8].

По нашему мнению, среди методов прогнозирования базисными являются две группы – статистические и экспертные. Они используются как непосредственно, так и в составе более сложных комбинированных систем прогнозирования. Дадим краткое представление об этих группах методов прогнозирования (статистических, экспертных, комбинированных).

#### ***4. Статистические методы прогнозирования***

##### ***4.1. Прогноз временных рядов***

Под временным рядом понимают значения экономической (или иной) величины (или величин), выраженной как функция времени. При этом время является дискретным, в противном случае говорят о случайных процессах, а не о временных рядах. Обычно в поведении временного ряда выявляют две основные компоненты – тренд и отклонения от тренда. Под трендом понимают детерминированную зависимость от времени, которую выявляют тем или иным способом сглаживания (например, экспоненциального сглаживания) либо расчетным путем, в частности, с помощью метода наименьших квадратов. Другими словами, тренд – это очищенная от случайностей основная тенденция временного ряда. В

вероятностно-статистических методах под трендом понимают математическое ожидание временного ряда (как функцию времени).

Временной ряд обычно колеблется вокруг некоторой достаточно простой функции от времени, причем отклонения от нее иногда обнаруживают правильность. Часто это связано с естественной или назначенной периодичностью, например, сезонной или недельной, месячной или квартальной. Иногда наличие периодичности и тем более ее причины не ясны, и задача статистического анализа данных – выяснить, действительно ли имеется периодичность [9].

Временной ряд может быть как одномерным, так и многомерным (число зависимых переменных больше одной). Для анализа временного ряда наиболее часто используется метод наименьших квадратов. Методы наименьших модулей, метод Чебышёва (минимакса) и иные применяются реже. Применяются также эвристические приемы: метод скользящих средних, метод экспоненциального сглаживания и др.

#### *4.2. Регрессионный анализ*

Регрессионный анализ предназначен для восстановления зависимости определенной величины (или нескольких величин) от других величин. Он используется для различных видов прогнозирования (объема инвестиций, уровня затрат, финансовых результатов, объемов продаж и т.п.). Многомерная регрессия, в том числе с использованием непараметрических оценок плотности распределения – основной на настоящий момент математико-статистический аппарат прогнозирования.

#### *4.3. Адаптивные методы прогнозирования*

Адаптивные методы прогнозирования позволяют оперативно корректировать прогнозы при появлении новых точек. Выделяют адаптивные методы оценивания параметров моделей и адаптивные методы непараметрического оценивания. Используют и более специальные

модели, такие, как модель авторегрессии, модель Бокса-Дженкинса, системы эконометрических уравнений [10].

#### *4.4. Компьютерные статистические технологии*

Для установления возможности применения асимптотических результатов при малых объемах выборок полезны компьютерные статистические технологии. Они позволяют также строить различные имитационные модели.

#### *4.5. Методы статистических испытаний*

При разработке алгоритмов прогнозирования широко используют методы статистических испытаний. Этот термин применяется для обозначения компьютерных технологий, в которых в эконометрическую модель искусственно вводится большое число случайных элементов. Обычно моделируется последовательность независимых одинаково распределенных случайных величин, на основе которых рассчитываются функции от них, например, последовательность, построенная на основе последовательности накапливающихся (кумулятивных) сумм.

Необходимость в методе статистических испытаний возникает потому, что чисто теоретические методы лишь в исключительных случаях дают точное решение. Это происходит, когда исходные случайные величины имеют вполне определенные функции распределения, например, нормальные (как правило, на практике подобные предположения не выполняются [11]), либо когда объемы выборок очень велики (с практической точки зрения бесконечны).

Второе название методов статистических испытаний – методы Монте-Карло. В методах статистических испытаний можно выделить две составляющие. База – датчики псевдослучайных чисел. Результатом работы таких датчиков являются последовательности чисел, которые обладают некоторыми свойствами последовательностей случайных

величин. Надстройкой служат различные алгоритмы, использующие последовательности псевдослучайных чисел [11].

Модель в общем смысле (обобщенная 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 [12]. Для теории принятия решений наиболее полезны модели, которые выражаются словами или формулами, алгоритмами и иными математическими средствами. При более тщательном анализе словесных моделей, как правило, недостаточно. Необходимо применение достаточно сложных математических моделей. Так, при принятии решений в менеджменте производственных систем, в том числе в ракетно-космической отрасли, используются:

- модели технологических процессов (прежде всего модели контроля и управления);
- модели обеспечения качества продукции (в частности, модели оценки и контроля надежности);
- модели массового обслуживания;
- модели управления запасами (модели логистики);
- имитационные и эконометрические модели деятельности предприятия в целом, и др.

#### *4.6. Методы размножения выборок*

Методы размножения выборок – методы, используемые при изучении свойств статистических процедур. Рассмотрим основную идею группы методов «размножения выборок», наиболее известным представителем которых является бутстреп – дальнейшее развитие «метода складного ножа». Сам термин «бутстреп» (bootstrap) буквально означает «вытягивание себя за шнурки от ботинок».

Идея, которую предложил в 1949 году М. Кенуй («метод складного ножа») состоит в том, чтобы из одной выборки сделать много, исключая по одному наблюдению (и возвращая ранее исключенные). Б. Эфрон разработал новый способ размножения выборок, существенно использующий датчики псевдослучайных чисел. Он предложил строить новые выборки, моделируя выборки из эмпирического распределения [11].

Есть много способов развития идеи размножения выборок [13]. Можно по исходной выборке построить эмпирическую функцию распределения, а затем каким-либо образом от кусочно-постоянной функции перейти к непрерывной функции распределения. Другой вариант – перейти к непрерывному распределению, построив непараметрическую оценку плотности. После этого рекомендуется брать размноженные выборки из этого непрерывного распределения (являющегося состоятельной оценкой исходного), непрерывность защитит от совпадений элементов в этих выборках. Следующий вариант построения размноженных выборок – более прямой. Исходные данные не могут быть определены совершенно точно и однозначно. Поэтому предлагается к исходным данным добавлять малые независимые одинаково распределенные погрешности. При таком подходе одновременно соединяем вместе идеи устойчивости и бутстрепа.

В новых научно-практических областях со сложными алгоритмами, свойства которых недостаточно ясны, бутстреп представляет собой ценный инструмент для изучения ситуации.

Не всегда статистические методы используются в чистом виде. Часто их включают в виде важных элементов в комплексные методики, предусматривающие сочетание статистических методов с другими, например, экспертными оценками.

Статистические методы прогнозирования продолжают бурно развиваться. Так, недавно разработан непараметрический метод

наименьших квадратов для восстановления зависимости с периодической составляющей [14].

### ***5. Экспертные методы прогнозирования***

Для принятия решения, например, об экономических, социальных, экологических и иных проектах, в том числе требующих крупных инвестиций, в случае чрезвычайной сложности системы (объекта прогнозирования), его новизны, недостаточной полноты информации и невозможности полной математической формализации процесса необходимо обратиться к методам экспертных оценок.

Методы экспертных оценок – это методы организации работы со специалистами-экспертами и обработки мнений экспертов [15].

Эти мнения обычно выражены частично в количественной, частично в качественной формах. Экспертные исследования проводят с целью подготовки информации для принятия решений лицом, принимающим решения (ЛПР). Для проведения работы по методу экспертных оценок создают Рабочую группу (сокращенно РГ), которая и организует по поручению ЛПР деятельность экспертов, объединенных (формально или по существу) в экспертную комиссию (ЭК).

Экспертные оценки бывают:

- индивидуальные – это оценки одного специалиста.
- коллективные – это сведенные вместе оценки многих специалистов.

Существует масса методов получения экспертных оценок. В одних с каждым экспертом работают отдельно, он даже не знает, кто еще является экспертом, а потому высказывает свое мнение независимо от авторитетов. В других – экспертов собирают вместе для подготовки материалов для ЛПР, при этом эксперты обсуждают проблему друг с другом, учатся друг у друга, и неверные мнения отбрасываются. В одних методах число экспертов фиксировано и таково, чтобы статистические методы проверки

согласованности мнений и затем их усреднения позволяли принимать обоснованные решения. В других – число экспертов растет в процессе проведения экспертизы. Существует множество методов обработки ответов экспертов, они компьютеризированы и весьма насыщены математикой. На языке математики – множество экспертных методов имеет мощность континуума. Рассмотрим несколько конкретных процедуры экспертных оценок.

### *5.1. Метод Дельфи*

Название данному методу дано по ассоциации с Дельфийским храмом, куда согласно древнегреческой легенде было принято обращаться для получения поддержки при принятии решений. Он был расположен у выхода ядовитых вулканических газов. Жрицы храма, надышавшись отравы, начинали пророчествовать, произнося непонятные слова. Специальные «переводчики» – жрецы храма – толковали эти слова и отвечали на вопросы паломников, пришедших со своими проблемами.

В США в 1960-х годах методом Дельфи называли экспертную процедуру прогнозирования научно-технического развития. В первом туре эксперты называли вероятные даты тех или иных будущих свершений. Во втором туре каждый эксперт знакомился с прогнозами всех остальных. Если его прогноз сильно отличался от прогнозов основной массы, его просили пояснить свою позицию, и иногда он изменял свои оценки, приближаясь к средним значениям. Процедуру повторяли, пока средние значения не переставали меняться. Эти средние значения и выдавались заказчику как групповое мнение.

С помощью метода Дельфи момент высадки человека на Луну был предсказан с точностью до месяца. Этот успех привел к широкому развертыванию как прикладных работ с использованием экспертных оценок, так и теоретических исследований по разработке новых экспертных процедур и изучению их свойств.

## 5.2. Метод сценариев

Метод сценариев применяется, прежде всего, для экспертного прогнозирования. Рассмотрим его основные идеи. Технологическое, экологическое или социально-экономическое прогнозирование, как и любое прогнозирование вообще, может быть успешным лишь при некоторой стабильности условий. Однако решения органов власти, отдельных лиц, иные события меняют условия, и события развиваются по-иному, чем ранее предполагалось. Целесообразно выделить сценарии (пути) развития ситуации. Например, при разработке методологического, программного и информационного обеспечения анализа риска химико-технологических проектов признано необходимым составление детального каталога сценариев аварий, связанных с утечками токсических химических веществ. Каждый из таких сценариев описывает аварию своего типа, со своим индивидуальным происхождением, развитием, последствиями, возможностями предупреждения.

Метод сценариев – это метод декомпозиции задачи прогнозирования, предусматривающий выделение набора отдельных вариантов развития событий (сценариев), в совокупности охватывающих все возможные варианты развития. При этом каждый отдельный сценарий должен допускать возможность достаточно точного прогнозирования, а общее число сценариев должно быть обозримо.

Возможность подобной декомпозиции не очевидна и обосновывается в каждом конкретном случае.

При применении метода сценариев необходимо осуществить два этапа исследования:

- построение исчерпывающего, но обозримого набора сценариев;
- прогнозирование в рамках каждого конкретного сценария с целью получения ответов на интересующие исследователя вопросы.



Каждый из этих этапов лишь частично формализуем. Существенная часть рассуждений проводится на качественном уровне, как это принято в общественно-экономических и гуманитарных науках. Одна из причин заключается в том, что стремление к излишней формализации и математизации приводит к искусственному внесению определенности там, где ее нет по существу, либо к использованию громоздкого математического аппарата. Так, рассуждения на словесном уровне считаются доказательными в большинстве ситуаций, в то время как попытка уточнить смысл используемых слов с помощью, например, теории нечетких множеств, приводит к весьма громоздким математическим моделям. Набор сценариев должен быть обозрим. Приходится исключать различные маловероятные события. Само по себе создание набора сценариев – предмет экспертного исследования. Кроме того, эксперты могут оценить вероятности реализации того или иного сценария. Прогнозирование в рамках каждого конкретного сценария с целью получения ответов на интересующие исследователя вопросы также осуществляется в соответствии с описанной выше методологией прогнозирования. При стабильных условиях могут быть применены статистические методы прогнозирования временных рядов. Однако этому предшествует анализ с помощью экспертов, причем зачастую прогнозирование на словесном уровне является достаточным (для получения интересующих исследователя и ЛПР выводов) и не требующим количественного уточнения. Примером является работа [16], посвященная сценариям социально-экономического развития России.

Другой вариант метода сценариев часто применяют при составлении бизнес-планов [2]. Финансовый поток инвестиционного проекта рассматривают как вероятный. Оптимистический сценарий соответствует тому, что поступления увеличиваются на определенный процент, например, на 10%, а платежи – уменьшают на 10%. В пессимистическом

сценарии, наоборот, поступления уменьшаются на определенный процент, например, на 10%, а платежи – увеличиваются на 10%. Затем рассчитываются характеристики инвестиционного проекта, соответствующие трем сценариям, и сопоставляются между собой. Моделям и методам анализа и синтеза сценариев развития социально-экономических систем посвящен фундаментальный двухтомник [17, 18].

### *5.3. Мозговой штурм*

«Мозговой штурм» организуется как дискуссия на собрании экспертов, на выступления которых наложено одно, но очень существенное ограничение – нельзя критиковать предложения других. Можно их развивать, можно высказывать свои идеи, но нельзя критиковать. В ходе заседания эксперты, «заражаясь» друг от друга, высказывают все более экстравагантные соображения. Часа через два записанное на диктофон или видеокамеру заседание заканчивается, и начинается второй этап мозгового штурма – анализ высказанных идей. Обычно из 100 идей 30 заслуживают дальнейшей проработки, из них 5 - 6 дают возможность сформулировать прикладные проекты, а 2 - 3 оказываются перспективными для реализации, и одна из них в итоге приносит полезный эффект – увеличение прибыли, повышение экологической безопасности и т.п. При этом интерпретация идей – творческий процесс.

### *5.4. Анализ ситуации*

Для разработки управленческих решений с помощью экспертов используют метод «анализа ситуации». Полезно выделить этапы анализа ситуации, подготовки и принятия решения, анализа их последствий [19]:

- 1) Уяснить ситуацию.
- 2) Установить наличие проблемы, подлежащей решению.
- 3) Сформировать возможные решения.
- 4) Описать последствия решений.

5) Выбрать решение.

6) Обобщить накопленный опыт принятия решений.

Целесообразно уточнить содержание каждого из перечисленных этапов. Например, для уяснения ситуации целесообразно ответить на пять вопросов:

1) КТО должен или обязан (или хочет) принять решение?

2) ГДЕ (в каком месте, в каком окружении, в какой среде, при каких обстоятельствах) предстоит принимать решение?

3) КОГДА (до какого срока, или насколько часто, с какой периодичностью) необходимо принимать решение?

4) КАК (каким образом, в какой форме, каким документом) должно быть выражено решение?

5) ЧТО обуславливает решение? Зачем оно нужно? В чем его цель? Какой замысел лежит в его основе? Для чего оно служит? Зачем его надо принимать?

После того, как ситуация обдумана, необходимо рассмотреть варианты управленческих решений. Разрабатываются новые математические методы оценки эффективности управленческих решений [20].

Экспертные методы прогнозирования продолжают бурно развиваться. Так, недавно в связи с разработкой автоматизированной системы прогнозирования и предотвращения авиационных происшествий предложены и применены новые экспертные технологии для оценивания вероятностей редких событий [21].

### ***6. Комбинированные методы***

Особое место в классификации методов прогнозирования занимают комбинированные методы, которые предполагают одновременное использование различных методов прогнозирования. Использование

комбинированных методов особенно актуально для сложных социально-экономических систем, когда при разработке прогноза показателей каждого элемента системы могут быть использованы различные сочетания методов прогнозирования. Разновидностью комбинированных методов можно считать эконометрическое моделирование, в которых экономико-математическое моделирование сочетается со статистическими методами оценивания параметров и проверки гипотез [22].

Ключевые слова при рассмотрении проблем создания и использования современных комбинированных методов прогнозирования и – на его основе – планирования таковы: системные исследования, экспертные оценки, прогнозирование и планирование, контроллинг. Большое значение имеет использование современных информационно-коммуникационных технологий [23].

Как отмечено в статье [24]: «... при поиске механизмов принятия эффективных корпоративных решений (например, по вопросам инвестирования, менеджмента, инноваций и др.) напрашивается особое внимание уделить использованию информационных систем поддержки решений (СПР, Decision Support Systems). Они предназначены для интеграции возможностей современных средств сбора, аналитической обработки и визуального представления информации, а также поддержки групповой деятельности экспертов. Большой интерес проявляется сегодня к ситуационным комнатам, которые позволяют быстро «погрузить» участников процесса принятия решений в рассматриваемую проблему, «научить их говорить» на одном языке, помочь разобраться в проблеме, правильно сформулировать запросы к внешним источникам информации и совместно подготовить хорошее (не обязательно наилучшее) решение».

Среди комбинированных методов известна технология Форсайта [25]. В переводе с английского Foresight – предвидение, в то время как Prediction – предсказание, Forecasting – прогнозирование, Prognostication -

прогнозирование, предсказание, предзнаменование. Как сказано на официальном сайте Форсайт-центра Высшей школы экономики: «Форсайт представляет собой систему методов экспертной оценки стратегических направлений социально-экономического и инновационного развития, выявления технологических прорывов, способных оказать воздействие на экономику и общество в средне- и долгосрочной перспективе» (<http://foresight.hse.ru/whatforesight/>). Метод весьма трудоемок, поскольку требует привлечения тысяч экспертов, а не десятков, как в основной массе экспертных технологий [15]: «в японских долгосрочных прогнозах научно-технологического развития, проводимых каждые пять лет, участвует более 2-х тысяч экспертов, которые представляют все важнейшие направления развития науки, технологий и техники, а в последнем корейском проекте участвовали более 10 тысяч экспертов» (<http://foresight.hse.ru/whatforesight/>).

Форсайт ориентирован на совмещение функций прогнозирования и планирования: «... Форсайт исходит из того, что наступление «желательного» варианта будущего во многом зависит от действий, предпринимаемых сегодня, поэтому выбор вариантов сопровождается разработкой мер, обеспечивающих оптимальную траекторию инновационного развития ... Важным результатом является развитие неформальных взаимосвязей между их участниками, создание единого представления о ситуации... Третье главное отличие Форсайта от традиционных прогнозов – нацеленность на разработку практических мер по приближению выбранных стратегических ориентиров» (<http://foresight.hse.ru/whatforesight/>).

Сказанное показывает, что Форсайт плохо сочетается с менеджментом высоких технологий [7], в частности, не является перспективным для ракетно-космической промышленности из-за ее высокой наукоемкости, с одной стороны, и централизованной системой

принятия решений, в другой. Его сфера применения, как и подчеркнута выше, совсем другая, в частности, связанная с развитием социально-экономических систем, например, регионов.

На основе проведенного выше анализа многообразия методов прогнозирования можно сформулировать ряд практических предложений, ориентированных на ракетно-космическую промышленность. Отметим, что они могут быть использованы и в других высокотехнологичных наукоемких отраслях промышленности.

### ***7. Предложения по совершенствованию механизмов прогнозирования и планирования для практического использования при создании космических комплексов***

7.1. Действующую систему планирования целесообразно совершенствовать в соответствии с положениями Федерального закона «О стратегическом планировании в Российской Федерации» N 172-ФЗ [26] и рекомендациями теории планирования в стратегическом менеджменте [2], теории управления организационными системами (<http://mtas.ru>), крупномасштабными системами, проектами, в том числе инновационными и инвестиционными, контроллингом, короче, в соответствии с достижениями современной организационно-экономической науки. Конкретные рекомендации по совершенствованию системы планирования могут быть выработаны в результате выполнения соответствующей научно-исследовательской работы с учетом специфики отрасли.

7.2. Целесообразно создать функциональную структуру прогнозирования, учитывая при этом рекомендации по созданию такой структуры, полученные в диссертации [22]. Функциональная структура прогнозирования может действовать в рамках службы контроллинга [5].

7.3. Поскольку в настоящее время отсутствует банк знаний (энциклопедия) по методам прогнозирования, то целесообразно выполнить

комплекс научно-исследовательских работ по систематизации (аналитическому обзору) методов прогнозирования с целью создания указанного банка знаний.

7.4. На основе банка знаний по методам прогнозирования целесообразно разработать ориентированный на практическое применение при создании космических комплексов программный продукт, предназначенный для реализации отобранных в соответствии с п.7.3 методов прогнозирования.

7.5. Из статистических методов прогнозирования целесообразно использовать непараметрические (на основе рекомендаций монографии [11]).

7.6. Для нужд прогнозирования предлагаем использовать весь арсенал современных экспертных технологий [15].

7.7. Если сформулировать коротко, то предлагаем разработать

А) систему современных методов прогнозирования для практического использования при создании космических комплексов и

Б) систему современных методов планирования, в том числе стратегического, с адекватным организационным и программным обеспечением, предназначенную для практического использования при создании космических комплексов.

## Литература

1. Муравьева В.С., Орлов А.И. Организационно-экономические проблемы прогнозирования на промышленном предприятии/ Управление большими системами. Выпуск 17. М.: ИПУ РАН, 2007. С.143-158.
2. Орлов А.И. Менеджмент: организационно-экономическое моделирование. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2009. - 475 с.
3. Орлов А.И. Эконометрика. 3-е изд. — М.: Экзамен, 2004. — 576 с.
4. Карминский А.М., Фалько С.Г., Жевага А.А., Иванова Н.Ю. Контроллинг: учебник/ под ред. А.М. Карминского, С.Г. Фалько. 3-е изд., дораб. – М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2013. – 336 с.
5. Мухин В.В. О контроллинге научной деятельности / В.В. Мухин, А.И. Орлов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный

ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №06 (100). С. 256 – 275. – IDA [article ID]: 1001406013. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/06/pdf/13.pdf>

6. Орлов А.И. Эконометрическая поддержка контроллинга // Контроллинг. 2002. №1. С.42-53.

7. Колобов А.А., Омельченко И.Н., Орлов А.И. Менеджмент высоких технологий. Интегрированные производственно-корпоративные структуры: организация, экономика, управление, проектирование, эффективность, устойчивость. — М.: Экзамен, 2008. — 621 с.

8. Глушенко В.В. Менеджмент: системные основы: 2-е изд., доп. и испр. – Железнодорожный, Моск. обл.: ТОО НПЦ «Крылья», 1998. – 224 с.

9. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование: в 3 ч. Ч.3. Статистические методы анализа данных. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. - 624 с.

10. Орлов А.И. Статистические методы прогнозирования // Малая российская энциклопедия прогнозистики. – М.: Институт экономических стратегий, 2007. – С.148-153.

11. Орлов А.И. Прикладная статистика. – М.: Экзамен, 2006. – 671 с.

12. Неуймин Я.Г. Модели в науке и технике. История, теория, практика. – Л.: Наука, 1984. – 190 с.

13. Орлов А.И. О реальных возможностях бутстрепа как статистического метода // Заводская лаборатория. – 1987. – Т.53. – №10. – С. 82-85.

14. Орлов А.И. Непараметрический метод наименьших квадратов с периодической составляющей // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2014. Т.80. №1. С.65-75.

15. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование: в 3 ч. Ч.2. Экспертные оценки. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. - 486 с.

16. Орлов А.И. Сценарии социально-экономического развития России до 2007 г. // Обозреватель-Observer. 1999. №10 (117). С.47-50.

17. Модели и методы анализа и синтеза сценариев развития социально-экономических систем / Под ред. В.В. Шульца, В.В. Кульбы; Центр исследования проблем безопасности РАН, Ин-т проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН. В двух книгах. Кн. 1. – М.: Наука, 2012. – 304 с.

18. Модели и методы анализа и синтеза сценариев развития социально-экономических систем / Под ред. В.В. Шульца, В.В. Кульбы; Центр исследования проблем безопасности РАН, Ин-т проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН. В двух книгах. Кн. 2. – М.: Наука, 2012. – 358 с.

19. Науман Э. Принять решение – но как?: Пер. с нем. – М.: Мир, 1987. – 198 с.

20. Хрусталева С.А., Орлов А.И., Шаров В.Д. Математические методы оценки эффективности управленческих решений // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2013. Т.79. №11. С. 67-72.

21. 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.

22. Муравьева В.С. Разработка организационно-экономических инструментов и методов управления промышленными предприятиями на основе эконометрического прогнозирования. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011.- 16 с.

23. Сетевая экспертиза / Под ред. Д.А. Новикова, А.Н. Райкова. – М.: Эгвес, 2010. – 168 с.



24. Райков А.Н. Ситуационная комната для поддержки корпоративных решений // Открытые системы. 1999. № 07-08. Режим доступа: <http://www.osp.ru/os/1999/07-08/179889/>
25. Соколов А.В. Форсайт: взгляд в будущее // Форсайт. 2007. № 1 (1). С. 8-15.
26. Федеральный закон Российской Федерации от 28 июня 2014 г. N 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации».

## References

1. Murav'eva V.S., Orlov A.I. Organizacionno-jekonomicheskie problemy prognozirovaniya na promyshlennom predpriyatii/ Upravlenie bol'shimi sistemami. Vypusk 17. M.: IPU RAN, 2007. S.143-158.
2. Orlov A.I. Menedzhment: organizacionno-jekonomicheskoe modelirovanie. – Rostov-na-Donu: Feniks, 2009. - 475 s.
3. Orlov A.I. Jekonometrika. 3-e izd. — M.: Jekzamen, 2004. — 576 s.
4. Karminskij A.M., Fal'ko S.G., Zhevaga A.A., Ivanova N.Ju. Kontrolling: uchebnik/ pod red. A.M. Karminskogo, S.G. Fal'ko. 3-e izd., dorab. – M.: ID «FORUM»: INFRA-M, 2013. – 336 s.
5. Muhin V.V. O kontrollinge nauchnoj dejatel'nosti / V.V. Muhin, A.I. Orlov // Politematicheskij setevoy jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – №06 (100). S. 256 – 275. – IDA [article ID]: 1001406013. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/06/pdf/13.pdf>
6. Orlov A.I. Jekonometricheskaja podderzhka kontrollinga // Kontrolling. 2002. №1. S.42-53.
7. Kolobov A.A., Omel'chenko I.N., Orlov A.I. Menedzhment vysokih tehnologij. Integrirovannye proizvodstvenno-korporativnye struktury: organizacija, jekonomika, upravlenie, proektirovanie, jeffektivnost', ustojchivost'. — M.: Jekzamen, 2008. — 621 s.
8. Glushhenko V.V. Menedzhment: sistemnye osnovy: 2-e izd., dop. i ispr. – Zhelezodorozhnyj, Mosk. obl.: TOO NPC «Kryl'ja», 1998. – 224 s.
9. Orlov A.I. Organizacionno-jekonomicheskoe modelirovanie: v 3 ch. Ch.3. Statisticheskie metody analiza dannyh. - M.: Izd-vo MGTU im. N.Je. Baumana, 2012. - 624 s.
10. Orlov A.I. Statisticheskie metody prognozirovaniya // Malaja rossijskaja jenciklopedija prognostiki. – M.: Institut jekonomicheskikh strategij, 2007. – S.148-153.
11. Orlov A.I. Prikladnaja statistika. – M.: Jekzamen, 2006. – 671 s.
12. Neujmin Ja.G. Modeli v nauke i tehnikе. Istorija, teorija, praktika. – L.: Nauka, 1984. – 190 s.
13. Orlov A.I. O real'nyh vozmozhnostjah butstrepa kak statisticheskogo metoda // Zavodskaja laboratorija. – 1987. – T.53. – №10. – S. 82-85.
14. Orlov A.I. Neparаметричeskij metod naimen'shih kvadratov s periodičeskoi sostavljajushhej // Zavodskaja laboratorija. Diagnostika materialov. 2014. T.80. №1. S.65-75.
15. Orlov A.I. Organizacionno-jekonomicheskoe modelirovanie: v 3 ch. Ch.2. Jekspertnye ocenki. - M.: Izd-vo MGTU im. N.Je. Baumana, 2011. - 486 s.
16. Orlov A.I. Scenarii social'no-jekonomicheskogo razvitija Rossii do 2007 g. // Obozrevatel'-Observer. 1999. №10 (117). S.47-50.
17. Modeli i metody analiza i sinteza scenarijev razvitija social'no-jekonomicheskikh sistem / Pod red. V.V. Shul'ca, V.V. Kul'by; Centr issledovaniya. problem bezopasnosti RAN, In-t problem upravlenija im. V.A. Trapeznikova RAN. V dvuh knigah. Kn. 1. – M.: Nauka, 2012. – 304 s.

18. Modeli i metody analiza i sinteza scenarijev razvitija social'no-jekonomicheskikh sistem / Pod red. V.V. Shul'ca, V.V. Kul'by; Centr issledovanija problem bezopasnosti RAN, In-t problem upravlenija im. V.A. Trapeznikova RAN. V dvuh knigah. Kn. 2. – M.: Nauka, 2012. – 358 s.
19. Nauman Je. Prinjat' reshenie – no kak?: Per. s nem. – M.: Mir, 1987. – 198 s.
20. Hrustalev S.A., Orlov A.I., Sharov V.D. Matematicheskie metody ocenki jeffektivnosti upravlencheskih reshenij // Zavodskaja laboratorija. Diagnostika materialov. 2013. T.79. №11. S. 67-72.
21. Orlov A.I., Savinov Ju.G., Bogdanov A.Ju. Jekspertnye tehnologii i ih primenenie pri ocenivanii verojatnostej redkih sobytij // Zavodskaja laboratorija. Diagnostika materialov. 2014. T.80. №3. S.63-69.
22. Murav'eva V.S. Razrabotka organizacionno-jekonomicheskikh instrumentov i metodov upravlenija promyshlennymi predpriyatijami na osnove jeknometricheskogo prognozirovanija. Avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni kandidata jekonomicheskikh nauk. – M.: MGTU im. N.Je. Baumana, 2011.- 16 s.
23. Setevaja jekspertiza / Pod red. D.A. Novikova, A.N. Rajkova. – M.: Jegves, 2010. – 168 s.
24. Rajkov A.N. Situacionnaja komnata dlja podderzhki korporativnyh reshenij // Otkrytye sistemy. 1999. № 07-08. Rezhim dostupa: <http://www.osp.ru/os/1999/07-08/179889/>
25. Sokolov A.V. Forsajt: vzgljad v budushhee // Forsajt. 2007. № 1 (1). S. 8-15.
26. Federal'nyj zakon Rossijskoj Federacii ot 28 ijunja 2014 g. N 172-FZ «O strategicheskome planirovanii v Rossijskoj Federacii».