

ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Муравьева В.С., Орлов А.И.

*(Московский государственный технический университет
им. Н.Э. Баумана, Москва)*

murvicky@mail.ru, orlov@professor.ru

Выделяются основные источники неопределенностей в различных производственных и экономических ситуациях. Рассматриваются роль и задачи прогнозирования при управлении промышленными предприятиями. Представлены основные методы организационно-экономического прогнозирования.

Ключевые слова: прогнозирование, неопределенности, методы организационно-экономического прогнозирования, статистические методы прогнозирования, экспертные методы прогнозирования.

Введение

Основные функции менеджмента сформулированы одним из основоположников научного менеджмента французом Анри Файолем: «Управлять – значит прогнозировать и планировать, организовывать, руководить командой, координировать и контролировать».

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 менеджера они тесно связаны. Результаты прогнозирования необходимы для планирования.

Практика показывает, что прогнозировать достаточно сложно. Иногда прогноз основывается на хорошо изученных законо-

мерностях и осуществляется «наверняка». Однако в социально-экономической области обычно не удается дать однозначный 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 урожайность, на затраты на отопление, на загрузку транспортных путей);

Многие возможные неопределенности связаны с ближайшим окружением предприятия, менеджер которого занимается прогнозированием:

- неопределенности, относящиеся к деятельности 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 предпочтениями рынка;

- неопределенности, порожденные конкурентным окружением, от действия которого зависит многое в судьбе конкретного предприятия. Здесь имеют место возможности промышленного шпионажа и проникновения конкурентов в коммерческие тай-

ны, и иное воздействие на внутренние дела предприятия.

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 потребителей;

- неопределенности, связанные с колебаниями цен (динамикой инфляции), нормы процента, валютных курсов 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, связанные с различными конфликтами – между службами (отделами, цехами), между менеджерами высшего звена, между профсоюзами и администрацией (по поводу заработной платы, условий труда и др.).

2. Что и зачем прогнозировать?

В современных условиях хозяйственной независимости 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», 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 [6].

Роль прогнозирования в управлении предприятием очевидна. Первично необходимо прогнозировать:

- поведение государства,
- поведение потребителей,
- поведение поставщиков,
- поведение конкурентов,
- научно-технический прогресс.

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

- величина прибыли,
- объем реализации,

- рентабельность активов,
- фондоотдача,
- производительность труда и т.д.

Наличие неопределенностей у этих факторов значительно усложняют процесс управления промышленным предприятием. Это связано с тем, что возникают новые цели и задачи, налаживаются новые хозяйственные связи, формируются рыночные механизмы управления. Обеспечение методической и инструментальной базы для поддержки основных функций менеджмента лежит на контроллинге. Это новая концепция управления, порожденная практикой современного менеджмента [2]. Можно говорить о том, что одним из инструментов менеджера, обеспечивающий успех предприятию, является контроллинг.

Контроллеру и сотрудничающему с ним 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. Эконометрика – важная составляющая инструментария контроллера, воплощенного в компьютерной системе поддержки принятия решений [6].

3. Методы организационно-экономического прогнозирования

Разработаны различные методы прогнозирования. Их теоретической основой являются математические дисциплины:

теория вероятностей, математическая статистика, дискретная математика, исследование операций, а также экономическая теория, экономическая статистика, менеджмент, 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 методов прогнозирования, которое и в перспективе будет возрастать в связи с разнообразием практических задач прогнозирования (в настоящее время число конкретных методов прогнозирования бесконечно много). Например, при использовании линейной прогностической функции:

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

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

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

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, если $c = 1$ – метод наименьших модулей, если $c \rightarrow +\infty$ – метод Чебышёва (минимизация максимального отклонения).

Вторая группа причин заключается в том, что в современных условиях (переходный период, экономический кризис) существенно возрастает сложность как самих решаемых задач, так и объектов прогнозирования (создание корпоративных групп, холдингов, объединений и других сложных организационно-производственных структур).

Третья группа причин связана с возрастанием динамичности (подвижности) рыночной среды, ускорением темпов инновационного процесса.

Поэтому на выбор конкретного метода (или 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) [1].

Среди методов прогнозирования базисными являются две группы – статистические и экспертные.

4. Статистические методы прогнозирования

4.1. ПРОГНОЗ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

Под временным рядом понимают значения экономической 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 эконометрики – выяснить, действительно ли имеется периодичность [6].

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

4.2. РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ

Регрессионный анализ восстанавливает зависимость 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 эконометрический 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 [6].

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), 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 [6].

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 [4]. 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, не достаточно. Необходимо применение достаточно сложных математических моделей. Так, при принятии решений в менеджменте производственных систем используются: модели технологиче-

ских 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, в чем же заключается основная идея 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 [6].

Есть много способов развития идеи размножения выборок [5]. 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.

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.

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.

Рассмотрим несколько конкретных процедуры экспертных оценок.

5.1. МЕТОД ДЕЛЬФИ

Название данному методу дано по ассоциации с Дельфийским храмом, куда согласно древнегреческому обычаю 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.

5.2. МЕТОД СЦЕНАРИЕВ

Метод сценариев применяется прежде всего для экспертного прогнозирования. Рассмотрим его основные идеи. 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. При разработке методологического, программного и информационного обеспечения анализа риска химико-технологических проектов необходимо составить детальный каталог 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. 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 искус-

ственному 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 обзорим. 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.

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

5.3. МОЗГОВОЙ ШТУРМ

«Мозговой штурм» организуется как собрание 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 магнитофон 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 в итоге приносящими полезный эффект – прибыль, 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 [3]:

- 1) Уяснить ситуацию.
- 2) Установить наличие проблемы, подлежащей решению.
- 3) Сформулировать 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 решений.

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.

Литература

1. ГЛУЩЕНКО В.В. *Менеджмент: системные основы*: 2-е изд., доп. и испр. – Железнодорожный, Моск. обл.: ТОО НПЦ «Крылья», 1998. – 224 с.
2. КАРМИНСКИЙ А.М., ОЛЕНЕВ Н.И., ПРИМАК А.Г., ФАЛЬКО С.Г. *Контроллинг в бизнесе. Методологические и практические основы построения контроллинга в организациях*. М.: Финансы и статистика, 2002. – 256 с.
3. НАУМАН Э. *Принять решение – но как?*: Пер. с нем. – М.: Мир, 1987. – 198 с.
4. НЕУЙМИН Я.Г. *Модели в науке и технике. История, теория, практика*. – Л.: Наука, 1984. – 190 с.
5. ОРЛОВ А.И. *О реальных возможностях бутстрепа как статистического метода* // Заводская лаборатория. – 1987. – Т.53. – №10. – С. 82-85.
6. ОРЛОВ А.И. *Эконометрика: Учебник для вузов* – М.: Издательство «Экзамен», 2002, 2003, 2004. – 576 с.