

Министерство образования и науки РФ
Национальный исследовательский
Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского

**С. Н. Яшин, И. Л. Туккель, Е. В. Кошелев,
Ю. С. Коробова, Ю. В. Захарова**

**РАЗРАБОТКА
И ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ
В УПРАВЛЕНИИ ИННОВАЦИЯМИ**

Учебник

*Рекомендовано Федеральным учебно-методическим объединением
в системе высшего образования по укрупненным группам
специальностей и направлений подготовки 27.00.00 «Управление
в технических системах» в качестве учебника для реализации
основных профессиональных образовательных программ
высшего образования по направлению подготовки бакалавриата
27.03.05 «Инноватика»*

Нижний Новгород
Издательство Нижегородского государственного университета
2017

УДК 681.3.06(075.8)
ББК 32.973я73
Р 17

Рецензенты:

Ю. А. Кузнецов – доктор физико-математических наук,
профессор ННГУ им. Н. И. Лобачевского;
Д. А. Корнилов – доктор экономических наук,
профессор НГТУ им. Р. Е. Алексеева

Р 17 Разработка и принятие решений в управлении инновациями: учебник / С. Н. Яшин, И. Л. Туккель, Е. В. Кошелев, Ю. С. Коробова, Ю. В. Захарова. — Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского государственного университета, 2017. — 372 с.

ISBN 978-5-91326-351-3

Комплексно раскрыты важнейшие теоретико-методологические и практические аспекты разработки и принятия решений в управлении инновациями. Подробно анализируются вопросы о целеполагании в сфере инноваций, методах, применяемых на отдельных этапах процесса разработки и реализации решений в управлении инновациями. Особое внимание уделено вопросу управления инновационно-индустриальными кластерами. Приводятся практические примеры применения методов принятия решений в рамках инновационного процесса.

Учебник предназначен для студентов, проходящих обучение по направлению подготовки “Инноватика”, может быть использован для направлений подготовки “Менеджмент” и “Экономика”, а также для аспирантов, преподавателей и специалистов, осуществляющих подготовку и принятие управленческих решений.

ISBN 978-5-91326-351-3

УДК 681.3.06(075.8)
ББК 32.973я73

- © Яшин С. Н., Туккель И. Л., Кошелев Е. В.,
Коробова Ю. С., Захарова Ю. В., 2017
© Нижегородский госуниверситет
им. Н. И. Лобачевского, 2017

Оглавление

Предисловие.....	7
Глава 1. Система ценностей и целей в управлении инновациями.....	10
1.1. Цели и целеполагание: сущность и роль в процессе разработки инновационных управленческих решений.....	10
1.2. Дерево целей: виды и особенности применения.....	15
1.3. Отбор целей.....	19
1.4. Анализ системы ценностей в управлении инновациями ...	21
1.5. Методы получения количественных оценок при принятии инновационных решений.....	29
1.6. Вопросы для самоконтроля.....	50
Глава 2. Методы прогнозирования инновационных процессов.....	53
2.1. Понятие и сущность прогнозирования в управлении инновациями.....	53
2.2. Классификация методов прогнозирования в инновационной деятельности.....	56
2.3. Интуитивные методы прогнозирования инновационных процессов.....	60
2.4. Методы изыскательского прогнозирования инновационных процессов.....	67
2.5. Нормативные методы прогнозирования в инновационной деятельности.....	89
2.6. Эвристические методы прогнозирования и разработки инновационных решений.....	103

2.7. Метод программного прогнозирования инновационных процессов	108
2.8. Форсайт-технологии прогнозирования.....	113
2.9. Вопросы для самоконтроля.....	118
2.10. Задачи.....	121
Глава 3. Многокритериальный выбор инновационных решений	133
3.1. Определение и сущность многокритериального выбора..	133
3.2. Использование принципа доминирования при выборе инновационных решений.....	135
3.3. Метод лексикографического упорядочения альтернатив .	137
3.4. Метод рангового упорядочения альтернатив	143
3.5. Метод ЗАПРОС	147
3.6. Методы “стоимость — эффективность”, “затраты — прибыль”	148
3.7. Инновационные решения в условиях неопределенности..	153
3.8. Вопросы для самоконтроля.....	155
3.9. Задачи.....	157
Глава 4. Управление инновационно-индустриальными кластерами	177
4.1. Балансовый метод планирования инновационных программ	177
4.2. Однопродуктовые балансовые модели.....	181
4.3. Двухпродуктовые балансовые модели	186
4.4. Многопродуктовые балансовые модели.....	189
4.5. Матричный подход к управлению кластерами	203
4.6. Гравитационная модель управления кластерами.....	207

4.7. Формирование экспортоориентированного регионального кластера	214
4.8. Модель построения кластера на основе фрактальной теории	220
Глава 5. Стратегические решения в управлении инновациями	230
5.1. Понятие и сущность стратегических инновационных решений	230
5.2. Классификация стратегических решений в управлении инновациями	236
5.3. Определение стратегического конкурентного инновационного поведения компании	246
5.4. Традиционные модели выбора стратегических инновационных решений	252
5.5. Стратегии адаптации к условиям среды	257
5.6. Стратегии противодействия условиям среды	272
5.7. Особенности разработки стратегии управления инновационным развитием организации	291
5.8. Вопросы для самоконтроля	304
5.9. Задачи	306
Глава 6. Мотивация топ-менеджмента и персонала корпорации в контексте инновационного развития организации	312
6.1. Теоретико-методологические основы управления мотивацией персонала	312
6.2. Современные концепции мотивации топ-менеджмента и персонала корпорации	317
6.3. Мотивация в системе управления инновационным развитием корпорации	326

6.4. Разработка модели мотивации персонала как ключевой компонент управления инновационной деятельностью ...	334
6.5. Оценка эффективности системы мотивации топ-менеджмента к реализации инновационных проектов	339
6.6. Мотивация топ-менеджеров: корпоративное руководство и рыночные механизмы	347
6.7. Оценка стоимости мотивации топ-менеджеров компании на основе варрантов	354
6.8. Вопросы для самоконтроля	366
Заключение	368
Приложение	369
Список литературы	371
Авторы	373

Предисловие

Новые идеи и открытия сопровождали развитие общества на протяжении всей его истории. Но главное достижение XIX века — “изобретение изобретения”. Как пишет П. Друкер, к 1914 году, когда разразилась Первая мировая война, “изобретательство” превратилось в “исследования” — систематическую, целенаправленную деятельность, которая планируется и организуется так, что ее результаты становятся и весьма прогнозируемыми, и достижимыми. В истории индустриальной цивилизации на коротком временном интервале проявляются ярко выраженные инновационные циклы, а прогресс набирает высокие темпы. Возможности для такого мощного роста содержатся в создании механизмов распространения знаний для общества.

Чрезмерный рост информации привел к тому, что разработка инновационных идей стала неотъемлемой частью деятельности организаций XX века независимо от масштаба производства и формы собственности. В связи с этим актуальной стала проблема разработки, принятия и реализации управленческих решений в управлении инновациями. Планирование и реализация инновационных процессов в организациях требуют системного подхода и предполагают принятие инновационных управленческих решений. Для реализации инновационного процесса огромное значение имеет использование уже имеющейся и накопленной практики принятия решений.

Принятие решений в управлении инновациями позволяет планировать инвестиционные программы инновационной деятельности, разрабатывать стратегию инновационного развития, создавать прогнозы инновационных процессов. Инновационная деятельность является необходимой для развития бизнеса, определяя новые перспективные направления работы организации и повышая эффективность ее функционирования. Недостаток активизации инновационной деятельности отражается на всех сферах работы организации, порождая множество проблем.

Настоящий учебник представляет собой системное изложение основ теории разработки и принятия решений в инновационной сфере.

В *1-й главе* описана система ценностей и целей в сфере инноваций, даются примеры инновационных целей и представление об общей функциональной структуре ценностей, раскрывается сущность дерева целей, определяются механизмы отбора целей. Подробно описаны методы получения количественных оценок при принятии реше-

ний в управлении инновациями, среди которых метод средней точки, метод Черчмена–Акоффа, метод SMART, метод аналитической иерархии Саати.

2-я глава посвящена методам прогнозирования инновационных процессов. Описываются интуитивные методы прогнозирования, основанные на экспертных оценках. Изучаются методы изыскательского прогнозирования, эвристические методы прогнозирования, раскрывается понятие форсайт-анализа как инструмента долгосрочного прогнозирования ситуаций в процессе принятия стратегических решений. Отдельное внимание уделяется нормативным методам прогнозирования, которые нашли успешное применение в сфере управления инновациями в течение последних нескольких десятилетий (метод морфологического анализа, метод программного прогнозирования, использование блок-схем).

В *3-й главе* описывается многокритериальный выбор инновационных решений. Теория многокритериального выбора находит свое применение при анализе различных проблем: при оценке эффективности инновационных проектов, при определении инвестиционного потенциала предприятий и организаций, при стратегическом планировании и т. п. Рассматриваются методы упорядочения альтернатив и особенности принятия решений в условиях неопределенности.

4-я глава посвящена актуальной проблеме в современной теории принятия решений — управлению инновационно-индустриальными кластерами. Показаны возможности использования балансового метода для планирования инновационных программ, описываются гравитационная модель управления кластерами и модель построения кластера на основе фрактальной теории.

В *5-й главе* отражено, какие стратегические решения могут приниматься в управлении инновациями. Описываются традиционные модели выбора стратегических инновационных решений. Уделено внимание вопросу разработки стратегии управления инновационным развитием организации.

6-я глава посвящена проблеме мотивации топ-менеджмента и персонала корпорации в процессе инновационного развития организации. В контексте развития инновационной деятельности в экономике особое значение приобретает разработка мотивационного механизма, способствующего максимальному вовлечению в инновационные процессы всего персонала предприятия.

В целом учебник представляет собой подробную систематизацию достижений в сфере разработки и принятия решений в управлении инновациями. Каждая глава содержит достаточно большое количество примеров, в которых детально рассматриваются ситуации, возникающие в практике управления инновациями. К каждому примеру приводится подробное решение, подразумевающее необходимые математические расчеты. Это должно создать у читателя системное представление об инновационном процессе и методологии разработки инновационных решений.

При изучении глав учебника, относящихся к выбору решений, следует соблюдать последовательность, определенную порядком глав. Для того чтобы закрепить теоретические знания в практических навыках, рекомендуется разбирать приведенные в учебнике примеры письменно, а вычисления стараться выполнять самостоятельно, после чего сравнивать результаты решения.

Учебник может быть рекомендован для учебного процесса по направлению подготовки “Инноватика” с целью изучения дисциплины “Методы принятия управленческих решений”. Он может быть использован для направлений подготовки “Менеджмент” и “Экономика”, а также студентами, аспирантами, преподавателями и специалистами, осуществляющими принятие инновационных решений.

Глава 1

Система ценностей и целей в управлении инновациями

1.1. Цели и целеполагание: сущность и роль в процессе разработки инновационных управленческих решений

Цель — это генеральное направление действий, обеспечивающее желаемое состояние объекта управления и его отдельных параметров. Цели, стоящие перед организацией, определяются системой ценностей ее высшего руководства, миссией организации и реальными условиями, в которых она функционирует. Цели в своей основе объективны, являются формой проявления причинно-следственных связей функционирования объекта управления, отражают требования законов экономического, социального, технологического развития и формируются под влиянием внешней среды.

К целям предъявляется ряд определенных требований. Цели должны быть:

- конкретными, т. е. подразумевающими осязаемые и осязуемые результаты;
- реальными, т. е. обеспеченными ресурсами;
- контролируемыми;
- мобилизующими, но достижимыми;
- персонализированными, т. е. предусматривающими персональную ответственность;
- поддающимися оценке.

Цели можно классифицировать по ряду оснований (табл. 1).

Часто понятие цели смешивают с понятием целевого показателя и понятием критерия. Мы считаем, что следует ввести четкое разграничение этих понятий. Таким образом, под целью мы понимаем желаемое состояние объекта управления, которое, в свою очередь, определяется набором переменных характеристик. Не обязательно всех переменных характеристик объекта, а только тех, которые, по мнению ЛПР, определяют состояние объекта управления. Этих характеристик может быть много, может быть мало, а может

быть одна-единственная. Сами характеристики, определяющие состояние объекта управления, мы называем целевыми характеристиками (или целевыми показателями). Критериями мы называем требования, которые предъявляются к целевым характеристикам.

Таблица 1

Классификация целей

<i>Признак классификации</i>	<i>Характеристика целей</i>
По требованию точности значений характеристик	Точечные, траекторные
По времени достижения	Долгосрочные, среднесрочные, краткосрочные
По способу выражения	Количественные, качественные
По количеству переменных	Одномерные, многомерные
По месту в иерархии	Высшие, промежуточные, низшие

Например, целью может быть состояние предприятия, при котором величина прибыли составляет не менее 10 млн руб. в год, а доля рынка — не менее 8% в среднем в течение года. Целевыми показателями в этом случае являются величина прибыли и доля рынка. Критериями — ограничение на значение величины прибыли (не менее 10 млн руб.) и ограничение на значение доли рынка (не менее 8%).

При постановке многоцелевых задач особую роль играет соотносительная важность целей, которая определяется взаимосвязанностью целей (см. рис. 1).

Можно выделить следующие характеристики взаимозависимостей целей:

- идентичность (равенство): реализация одной цели приводит к реализации в таких же размерах другой цели;
- комплементарность (гармония): осуществление одной цели способствует в то же время осуществлению другой цели;
- индифферентность (нейтралитет): выполнение одной цели не влияет на выполнение другой;
- конкуренция (конфликт): реализация одной цели создает препятствия для осуществления другой;
- антагонизм (противостояние): выполнение одной цели делает невозможным выполнение другой, цели несовместимы, взаимоисключаемы.

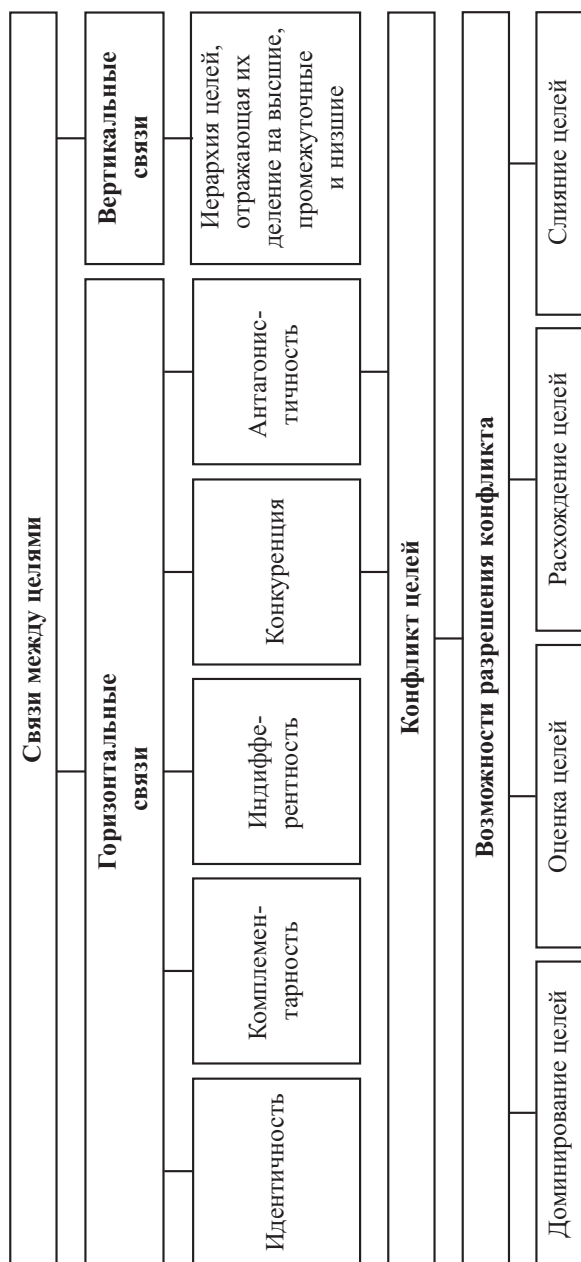


Рис. 1. Схема связей между целями в производственно-хозяйственной системе

Для выявления целей классики теории принятия решений Ральф Кини и Ховард Райфа со ссылкой на Маккриммона предлагают следующие три источника:

1. Изучение соответствующей литературы.
2. Аналитическое изучение.
3. Каузальный эмпиризм.

Изучение соответствующей литературы предполагает поиск любых источников, в которых четко указываются основные цели и критерии. Это самый простой способ определения целей, поскольку он не требует умственного напряжения ЛПР или владельца проблемы, связанного с установкой связей между проблемами и целями.

Аналитическое изучение подразумевает, что цели, необходимые для разработки решения, могут быть найдены в случае построения модели, помогающей изучить суть ситуации, в которой находится объект управления. Конечно, построение модели связано с большими трудностями, обусловленными квалификацией как ЛПР, так и владельца проблемы. Возможно, что привлечение к работе эксперта в этом случае позволит прояснить ситуацию. Но несмотря на дороговизну и трудоемкость данный метод позволяет отыскивать цели, которые могли быть пропущены или были признаны ЛПР или владельцем проблемы неважными.

Каузальный эмпиризм представляет собой наблюдение за людьми в ситуациях, когда те принимают решения для решения подобных проблем. Применительно к поиску инновационных решений, да и любых других решений вообще, мы не можем сказать о необходимости придерживаться именно данного подхода к поиску целей. Скорее всего, здесь нужно говорить о некоторой иерархической последовательности действий. Безусловно, если ЛПР или владелец проблемы могут позволить себе создание аналитической модели ситуации, которая помимо обнаружения целей позволяет также и генерировать решения, то необходимо пользоваться этой возможностью. Действительно, сколько много могла бы заработать фирма на своих инновациях, если бы точно знала, что нужно конечным потребителям и каким образом эти цели можно реализовать. Если же такой возможности не предоставляется, то необходимо, по крайней мере, получить информацию о том, как действовали другие ЛПР в подобных ситуациях. Такой метод очень близок к тому, чтобы его назвать статистическим, поскольку он опирается на механизм метода проб и ошибок. Ну, и, конечно, если у ЛПР или владельца проблемы нет возможно-

стей ни построить аналитическую модель, ни воспользоваться накопленным опытом своих коллег, то решения проблем разыскиваются на основании самых доступных источников — публичной литературы.

В управлении инновациями постановка целей и управления целями имеет свои особенности. Под целями инновационного развития фирмы понимается комплекс задач по достижению желаемых результатов, характеризующих состояние фирмы в близкой и отдаленной перспективе, повышающее или сохраняющее ее конкурентные позиции. Как уже было сказано, инновационные цели должны быть реально осуществимыми и измеримыми, поэтому они могут отражать следующие результаты:

- создание нового продукта и создание нового материала;
- переход на новую технологию;
- подготовка новой услуги;
- переход на новый вид ресурса или новый приоритет какого-либо ресурса;
- новый способ организации производства и применение нового подхода в цепочке комплекса маркетинга;
- применение новой логистической схемы или ее элемента;
- разработка нового способа получения прибыли и разработка новой модели бизнеса;
- переход на новую организационную структуру;
- новая коммуникационная сеть;
- новые элементы корпоративной культуры;
- новая система знаний по какому-либо виду деятельности;
- переход на новые системы управления и мотивации.

Под целеполаганием понимается процесс обоснования и формирования целей. Так, Н. В. Смоловщикова отмечает, что к инновационному процессу неприменимо жесткое целеполагание в силу, как минимум, двух особенностей этой сферы:

- 1) слабой структурированности (как следствие — высокой неопределенности) проблем, возможностей решений и, следовательно, целей инновационного процесса;
- 2) двойственного характера инновационного процесса, соединяющего черты исследования (науки) и бизнеса.

Вследствие этих особенностей цели инновационного процесса имеют достаточно высокий потенциал изменчивости. Экономические критерии, к которым сводятся цели — объекты контроля инновационного проекта, обретают смысл только после того, как доказана тех-

ническая возможность реализации управленческого решения. И если в стандартном процессе управления технологическая реализуемость решений, как правило, рассматривается наряду с другими аспектами управления, то в управлении инновациями она играет первоочередную роль, представляя собой определяющую ценность первого этапа жизненного цикла инновации. Основной целью инновационного этапа является получение работоспособного новшества. Фактором неопределенности целей инновационного процесса является также перенос целей. Положительный коммерческий результат инновации, как в случае отклонения параметров, так и при получении целевого технологического результата, может быть достигнут путем пересмотра и изменения целевой области использования новшества. В действующей хозяйственной системе это частный случай технического переноса, т. е. использование материально-технологических разработок в иных, чем первоначально предполагалось, отраслях и сферах.

1.2. Дерево целей: виды и особенности применения

Основным методом структуризации целей считается метод построения дерева целей, базирующийся на дедуктивной логике.

Дерево целей — это иерархическая структура, отражающая причинно-следственные связи между элементами (целями). Иными словами, дерево целей позволяет описать упорядоченную иерархию целей и задач, полученную в результате декомпозиции главной цели организации.

Иерархия понимается как расположение частей или элементов целого в порядке от высшего к низшему. Иерархия целей в процессе разработки управленческих решений используется для повышения степени обоснованности последних. При этом главная цель устанавливается как вершина иерархии, подцели — непосредственно под ней, а на самом нижнем уровне размещаются ресурсы, которые предполагается использовать для достижения целей.

Основная задача применения дерева целей состоит в том, чтобы увязать отдаленные цели с действиями, которые необходимо предпринять в настоящем времени.

При построении дерева целей в первую очередь происходит формулирование главной цели (или целей), которая (которые) называется целью высшего уровня. Затем эта главная цель подвергается

декомпозиции на некоторую совокупность частных целей — до тех пор, пока нижнем уровне не окажутся ясные и простые для понимания ЛПР цели.

Среди подобных структур различают следующие (см. рис. 2):

1. Деревья со строго детерминированными уровнями.
2. Деревья со слабо детерминированными уровнями.
3. Деревья с недетерминированными уровнями.

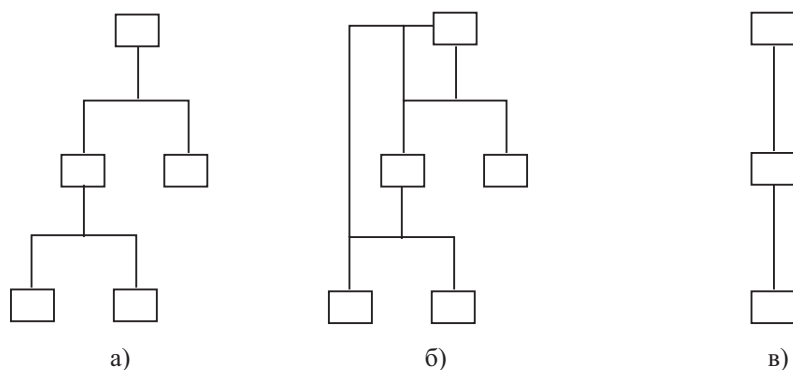


Рис. 2. Виды деревьев целей: а) со строго детерминированными целями; б) со слабо детерминированными целями; в) с недетерминированными целями

В деревьях со *строго детерминированными* уровнями каждая цель более низкого уровня подчиняется каждой цели более высокого уровня. Это собственно те деревья, которые строго подходят под определение и которые обычно представляют на картинках, когда изображают деревья целей (или деревья проблем, или деревья решений и т. д.).

В деревьях со *слабо детерминированными* уровнями цель любого уровня может подчиняться цели любого уровня, в связи с чем могут иметь место циклы целей.

В деревьях с *недетерминированными* уровнями одной цели более высокого уровня подчиняется одна цель более низкого уровня.

Подобные графовые структуры используются не только для определения целей, но также и для решения более сложных задач, в том числе задач прогнозирования, выбора альтернатив. Наибо-

лее популярным на сегодня методом системного применения дерева (иерархического графа) является *метод аналитической иерархии*, разработанный американским математиком Томасом Саати. В своих исследованиях Саати использовал строго детерминированное дерево для проблемного анализа, целевого анализа, составления прогноза, выбора оптимального решения, а также для составления планов реализации решения. В основе каждого этапа принятия решения применялось дерево — в виде строго детерминированного графа. Особенностью данного дерева была подчиненность каждой вершины более низкого уровня иерархии каждой вершине предыдущего уровня иерархии (см. рис. 3). Такая структура позволяла учесть те возможные связи, которые могли быть пропущены ЛПР при декомпозиции целей (а также проблем).

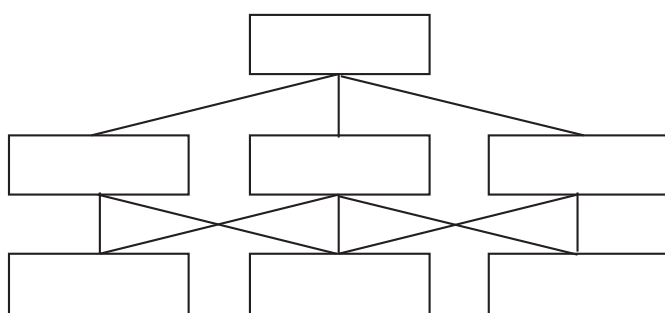


Рис. 3. Подвид дерева, используемого в методе аналитической иерархии

Важно отметить, что все вершины одного уровня дерева целей представляют собой целевые характеристики. К этим целевым характеристикам при построении дерева могут быть сразу добавлены критерии. Для характеристики состояния объекта можно использовать целевые характеристики любого уровня, на котором не закончилась конкретизация каких-либо целевых характеристик. В принципе, ЛПР может для себя выбрать первоначальный набор целевых характеристик и не строить дерево целей, если ему известно, как можно измерить эти характеристики и какие критерии каждой из них предъявить.

Пример построения дерева целей со строго детерминированными целями представлен на рис. 4.

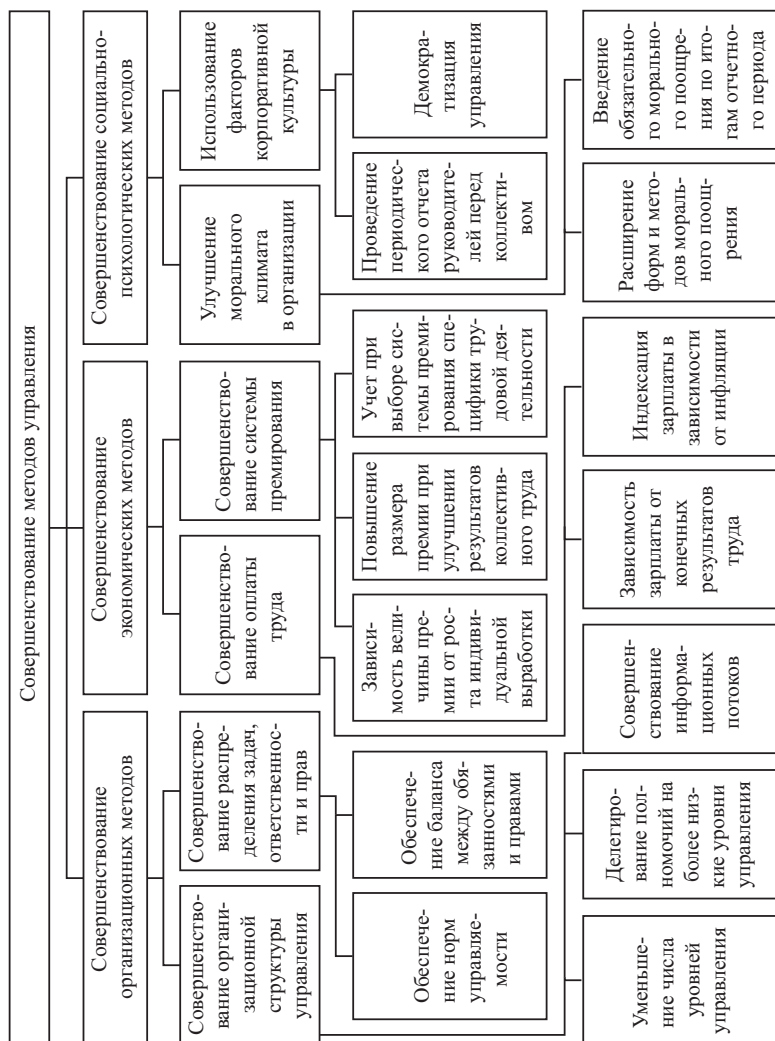


Рис. 4. Дерево целей по проблеме совершенствования методов управления

В общем случае количество уровней декомпозиции зависит от масштабов и сложности поставленных целей, принятой в организации структуры, от системы построения ее управления.

На практике при построении дерева целей руководствуются рядом принципов:

- главная цель, находящаяся на вершине дерева целей, должна содержать описание конечного результата;
- при декомпозиции главной цели соблюдается правило: реализация целей каждого последующего уровня является необходимым условием для достижения целей предыдущего уровня;
- количество уровней зависит от масштабов и сложности поставленных целей, организационной структуры и иерархии управления;
- подцели каждого уровня должны быть независимы друг от друга и выводимы друг из друга;
- при формулировании целей разных уровней следует описывать желаемые результаты, а не способы их достижения.

1.3. Отбор целей

После того как были генерированы основные цели, которые должны быть достигнуты для устранения проблем, стоящих перед организацией, необходимо произвести их селекцию. Отбор целей является необходимой операцией, поскольку тщательная детализация каждой цели может привести ЛПР к ситуации, когда объем информации превзойдет его аналитические возможности.

Самый простой способ провести отбор целей — выяснить, какие из них не соответствуют основным требованиям, которые предъявляются к целям. Требования к целям были представлены в начале данной главы.

Также можно использовать тест на “важность” — такой способ селекции целей предложил американский исследователь Х. Эллис для анализа целей при разработке решений, позволяющих решить проблему загрязнения атмосферы. Выступая в качестве аналитика в процессе разработки и принятия решения, он предлагал ЛПР ответить на вопрос, считает ли он, что наилучший курс действий сможет измениться, если данная цель не будет включена в список. Если ЛПР давал утвердительный ответ, то цель включалась в список, отрицательный — не включалась. Если в процессе процедуры опроса либо по ее окончании у ЛПР менялись представления в отношении своих

высказываний, то процедура повторялась. Цели, которые первоначально были исключены ЛПР, возвращались в список, а в отношении целей, которые вошли в список на первом этапе, вновь проводилась процедура опроса.

Если в отношении какой-либо цели невозможно установить критерий либо цель не является измеримой из-за отсутствия необходимых источников информации или доступа к ним, то в отношении таких целей выполняется операция замещения. Другими словами, данные цели замещаются другими, которые, по мнению ЛПР, владельца проблемы или экспертов, связаны достаточно жесткой функциональной зависимостью с теми целями, в отношении которых возникли трудности с измерениями или критериями. В связи с этим цели, которые могли быть отвергнуты из-за несоответствия принципу неизбыточности, вновь могут быть возвращены в список.

Еще одним приемом селекции целей является их объединение в сложные целевые показатели, отражающие свойства всех входящих в агрегирование компонентов. Помимо селекции целей агрегирование может быть применено также для реализации механизмов многокритериального выбора на этапе принятия и реализации решения.

Вот некоторые способы агрегирования целевых характеристик:

1. *Дробный агрегат:*

$$Z = \frac{Z_1}{Z_2},$$

где величине Z соответствует обобщенное значение целевой характеристики, а величинам Z_1 и Z_2 — частные значения целевых характеристик, из которых желательным для объекта управления является увеличение значения характеристики Z_1 и уменьшение Z_2 . Например, эффективность освоения инновационной технологии как агрегированный показатель может заменить такие частные показатели, как количество освоенных технологических инноваций и время освоения технологических инноваций.

2. *Мультипликативный агрегат:*

$$Z = Z_1^{k_1} \cdot Z_2^{k_2},$$

где k_1 и k_2 — весовые коэффициенты, определяющие степень влияния целевых характеристик. В случае если определить весовые коэффициенты не представляется возможным, каждый

из них принимается равным 1. Используется в случае, если обе частные характеристики целей Z_1 и Z_2 имеют одинаковую (положительную или отрицательную) направленность действия на состояние объекта управления. Например, влияние изменения квалификации (k_1) и численности сотрудников (Z_1) и изменения состава (k_2) и объема (Z_2) затраченных ресурсов в связи с производством инновационной продукции может быть заменено одним целевым показателем — объемом произведенной инновационной продукции (Z).

3. *Аддитивный агрегат:*

$$Z = k_1 \cdot Z_1 + k_2 \cdot Z_2 .$$

Он используется, если обе частные характеристики выражены в одинаковых единицах измерения, как правило безразмерных. Его использование удобно тем, что позволяет применить безгранично большое количество целевых показателей, группированных любым способом. Сложности заключаются в определении значений весовых коэффициентов k , общая методология которого будет рассмотрена в следующем разделе “Анализ системы ценностей”.

1.4. Анализ системы ценностей в управлении инновациями

Согласно принципам системного подхода, целесообразность системы может проявляться в двух аспектах: ценностном и целевом. Целевое проявление целесообразности системы связано со стремлением системы, включающей объект управления, ЛПР и других участников процесса разработки и принятия решения, к достижению определенного заданного состояния или к движению в заданном направлении. Ценностное проявление связано с подчинением поведения системы определенным ценностным принципам.

Ценностью, с точки зрения системного подхода, называется свойство системы, связанное с энергетическим аспектом материи и заключающееся в способности оказывать влияние на внешнюю и внутреннюю ситуации. Такое расплывчатое определение трудно для восприятия, а потому для его уточнения приведем примеры ценностей. К таковым относятся масса, стоимость, энергия, качество и т. д.

Можно сказать, с некоторой оговоркой, что это те характеристики, которыми описывается состояние любых объектов, в том числе и объекта управления. Но поскольку система в теории принятия решений — это более широкое понятие, чем просто объект управления, и включает в себя помимо объекта управления также всех участников процесса принятия решения, постольку систему ценностей процесса разработки и принятия решений мы будем рассматривать именно с учетом всех элементов системы и возможных связей между ними.

Восприятие ценности любым участником процесса разработки и принятия решения происходит на основании внешнего проявления этой ценности. Однако отождествлять ценность с ее внешним проявлением не стоит, поскольку в зависимости от того состояния, в котором находится система, количественное значение ценности и ее состав (если эта ценность имеет сложную структуру) зависит от ситуации, а ситуация определяется не только тем набором переменных признаков, которые присущи самому объекту управления, но и тем признакам, которые определяют положение системы относительно внешнего окружения.

Известно, что интенсивность потока изобретений в регионе, в соответствии с положениями современной теории экономического роста, зависит от численности населения. В свою очередь, состояние экономики зависит от технологического уровня производственной системы, который напрямую зависит от интенсивности потока изобретений. Население Индии в несколько раз превышает численность населения Чехии (по данным переписи численность населения Индии составляет 1 193 млн, а Чехии менее 11 млн человек), однако состояние экономики маленькой европейской страны существенно превышает состояние экономики Индии (ВВП на душу населения в 2008 г. по данным Всемирного Банка в Чехии составил более 23 тыс. долл., а в Индии менее 3 тыс. долл.). Величина ВВП на душу представляет лишь внешнее проявление ценности — численности населения, которое зависит от положения системы в отношении с другими государствами. Чехия находится в центре Европы и имеет достаточно развитую сеть коммуникаций, которые позволяют осуществлять более интенсивный информационный обмен между участниками процесса принятия решения при малом количестве ценностей. Также ЛПР, определяющие направления развития мировой политики, в большей степени представляют интересы маленького европейского государства, чем крупной азиатской державы.

Кроме внешнего окружения на искажение информационного проявления ценностей может оказывать влияние и сама система, поскольку “приобретение каких-либо ценностей системой означает их превращение во внутренние ценности этой системы, в результате чего могут происходить определенные изменения (деформации) оценок”. В качестве примера можно привести известный закон восприятия ценности денег, открытый Даниилом Бернулли в его знаменитом петербургском эксперименте, когда рост дохода (ценности) приводит к непропорциональному увеличению его полезности. Другими словами, связь между ценностью и полезностью вовсе не обязательно может быть линейной.

Кроме того, положительное значение ценности может давать отрицательную полезность. Это может определяться связью между ценностями.

Например, подразделение фирмы, занимающееся разработкой опытных промышленных образцов, персонал которого состоял только из инженеров, было “усилено” несколькими экономистами с целью увеличения объема производства. В итоге, несмотря на ожидания, интенсивность выпуска продукции подразделения снизилась. Причиной стало увеличение информационного потока при непонимании действий специалистов разных специальностей. Фактически инженеры и экономисты, обладая различными представлениями о целях и ценностях работы, не могли найти общий язык.

Образ ценностного проявления системы, в том числе и системы разработки и принятия решения в отношении некоторого объекта управления, называется *системой ценностей*. Общую структуру системы ценностей можно представить в виде схемы (см. рис. 5).

Механизмы отображения в совокупности с системами координат в пространствах ценностей выполняют функцию измерения полезностей, которые являются выражением соответствующих ценностей структурного образования. Раскрытие же потенциальной ценности, содержащейся в структурном образовании, происходит только в том случае, если система, оценивая это структурное образование, способна к восприятию данной ценности. Сами полезности, т. е. характеристики, при помощи которых ЛПР определяет состояние объекта управления, являются продуктом производства того же ЛПР в соответствии с тем языком описания систем, которым он владеет, и тем потенциальным набором ценностей, которые содержатся в его системе знаний. Другими словами, ни ЛПР, ни владелец, ни экспер-

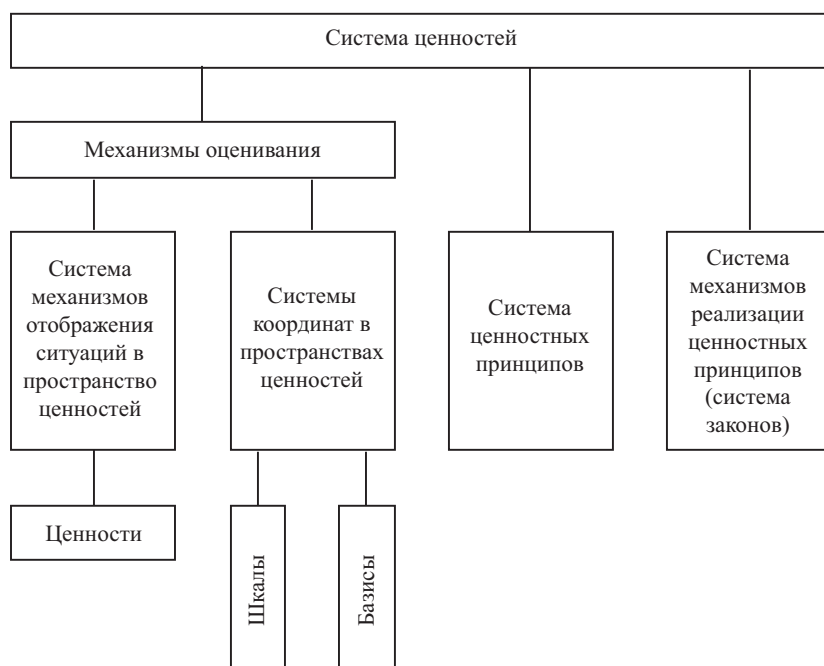


Рис. 5. Общая функциональная структура системы ценностей

ты и аналитики, ни, тем более, члены активной группы — ни один из участников процесса принятия решения не в состоянии до конца познать состав и содержание тех ценностей, которыми обладает система, частью которой они являются. Каждый из них в меру своих знаний может лишь отразить появление этих ценностей в виде характеристик. При этом наборы характеристик могут отличаться друг от друга в зависимости от того, насколько сильно развита система знаний участника процесса принятия решения.

Несовпадением систем знаний можно объяснить, возвращаясь назад, и необходимость достаточно подробной иерархии целей, которая предусматривается ценностным анализом не только для упорядочения собственных представлений об объекте управления, но и для доказательства собственной правоты в вопросах формулирования направлений разработки и реализации процесса принятия решения.

Система координат, которая вместе с механизмами отображения ситуаций в пространство ценностей формирует механизмы оценивания, вполне определяется базисом, который фиксирует ее положение в пространстве ценностей, а также шкалами, определяющими уровень измеримости переменных характеристик по каждой из осей координат.

Базис системы координат вполне определяется ценностными идеалами системы — носителя этого базиса. Идеалы задают некоторые стационарные точки в пространстве ценностей, что позволяет системе ценностей зафиксировать свой базис в пространстве ценностей, определить в нем ориентиры. Наличие базиса делает поведение системы предсказуемым, дает основание для определения ценностных принципов, которым следует система. Установив базис, можно сказать, в каком направлении величина переменной характеристики увеличивается, в каком уменьшается, где ее начало отсчета.

Шкалы позволяют определить оценку пространственно-временного положения и ценности структурного образования в форме соответствия величин характеристик (полезностей) числовым и нечисловым значениям.

Шкала определяется как кортеж:

$$\mathfrak{S} = \langle \Sigma_e, \Sigma_n, f \rangle, \quad (1)$$

где Σ_e — эмпирическая система элементов с существующим на их множестве отношением;

Σ_n — полная числовая система с отношениями;

f — изоморфизм (или гомоморфизм).

Под *кортежем* понимается последовательность конечного числа элементов.

Переменная в числовой форме представляется в виде понятия *система с отношениями*. Система с отношениями является кортежем:

$$\Sigma = \langle A, R_1, \dots, R_n \rangle, \quad (2)$$

где A — непустое множество-область системы с отношениями;

R_i — m -местные отношения в A ($m \geq 2$).

Типом системы с отношениями Σ называется кортеж:

$$S = \langle m_1, \dots, m_n \rangle, \quad (3)$$

если для $\forall i = \overline{1, n}$ системы Σ отношение R_i является m -местным. Системы с отношениями одного типа называются подобными.

Системы с отношениями одного типа Σ_1 и Σ_2 называются *изоморфными*, если существует такое взаимнооднозначное отображение f , отображающее область A_1 системы с отношениями Σ_1 в область A_2 системы с отношениями Σ_2 , что для $\forall i = \overline{1, n}$ и каждой последовательности элементов множества $A_1 - \langle a_1, a_2, \dots, a_{m_i} \rangle$ отношение $R_i^{(1)}(a_1, a_2, \dots, a_{m_i})$ имеет место тогда и только тогда, когда имеется отношение $R_i^{(2)}(f(a_1), f(a_2), \dots, f(a_{m_i}))$. Иными словами, если системы с отношениями изоморфны, то они имеют одинаковую структуру.

Гомоморфизм — это отображение алгебраической системы, сохраняющее основные отношения и основные операции. *Изоморфизм* — взаимнооднозначный гомоморфизм.

Различают следующие типы шкал в порядке увеличения эффективности их использования:

- 1) шкала наименований;
- 2) шкала порядков;
- 3) шкала интервалов;
- 4) шкала разностей;
- 5) шкала отношений.

Если размерность эмпирической системы Σ_e определяется лишь *аксиомами тождества*:

- $a = a$ (свойство рефлексивности);
- либо $(a = b)$, либо $(a \neq b)$ (свойство тождественности и различия);
- $(a = b) \rightarrow (b = a)$;
- $[(a = b) \wedge (b = c) \rightarrow (a = c)]$ (свойство транзитивности),

то соответствующая шкала называется *шкалой наименований*. По сути эта шкала лишь предполагает присвоение значениям наименований. Например, шкала наименований позволяет идентифицировать стратегию инноваций. Стратегия инноваций может быть: наступательной, защитной, промежуточной, поглощающей, имитационной, разбойничьей. В соответствии с аксиомами тождества можно лишь говорить о том, что данная стратегия принадлежит какой-либо из перечисленных, но нельзя сказать, что стратегия является хорошей или плохой. В пределах шкал наименований оценка ценностей невозможна.

Если размерность эмпирической системы соответствует помимо аксиом тождества *аксиомам порядка*:

- $(a > b) \rightarrow (b < a), (a \geq b) \rightarrow (b \leq a)$ (свойство антисимметричности);
- $[(a > b) \wedge (b > c)] \rightarrow (a > c), [(a \geq b) \wedge (b \geq c)] \rightarrow (a \geq c)$ (свойство транзитивности),

то такая шкала называется, соответственно, *порядковой шкалой*. В отличие от шкалы наименований, порядковая шкала позволяет не только присвоить наименования значениям, но и определить, какое из значений является большим, какое — меньшим.

Нужно сказать, что измерения, проводимые людьми без использования специальных приборов или эталонов, с целью определения системы предпочтений между отдельными значениями одного и того же объекта, основаны именно на порядковых шкалах. Например, можно говорить о “сильных”, “существенных”, “незначительных”, “едва заметных” изменениях рынка, которые были вызваны появлением инновационного продукта, производимого фирмой. Все перечисленные оценки изменения рынка носят качественный характер и позволяют лишь говорить о степени изменения, а не о каком-то конкретном значении. Более того, разности между этими значениями также остаются неопределенными. Если, предположим, “сильное изменение” больше, чем “существенное”, а “существенное” больше, чем “незначительное”, то мы можем лишь сделать вывод о том, что “сильное” изменение больше, чем “незначительное”. Но мы не можем говорить о том, насколько “сильное” изменение больше, чем “существенное”, а “существенное” изменение лучше, чем “незначительное”. И уж тем более ничего не можем сказать по поводу того, где больше разница: между “сильным” и “существенным” изменениями или между “существенным” и “незначительным”, и будут ли подряд два изменения — “существенное” и “незначительное”, происходящие в течение, соответственно, 1-го и 2-го года распространения инновации, эквивалентными или даже более предпочтительными, чем “сильное” изменение за 2 года.

Если для эмпирической системы выполняются вдобавок к аксиомам тождества и порядка еще и *аксиомы аддитивности*:

- $[(a = p) \wedge (b > 0)] \rightarrow [(a + b) > p]$;
- $[(a = p) \wedge (b = q)] \rightarrow [(a + b) = (p + q)]$;

- $(a + b) = (b + a)$ (свойство симметричности);
- $[(a + b) + c] = [a + (b + c)]$ (свойство ассоциативности),

то соответствующая этой эмпирической системе шкала называется *шкалой интервалов*.

Типичной шкалой интервалов является шкала температур.

Для шкалы интервалов допускается преобразование вида:

$$y = ax + b, \quad (a > 0, \quad b \neq 0). \quad (4)$$

Данное преобразование предполагает перенос системы координат и пропорциональное изменение значения.

В частных случаях, когда $a = 0$, $b \neq 0$ шкала интервалов превращается в *шкалу разностей*, а когда $a > 0$, $b = 0$ — в *шкалу отношений*.

По шкале отношений измеряются масса, длина, время, стоимость и т. д. В отличие от шкалы интервалов шкала отношений не требует установки начала отсчета, а потому обращение с ней для ЛПР и других участников процесса принятия решения является более эффективным.

Первые два типа шкал: наименований и порядковая — относятся к *качественным*, другие три: шкалы интервалов, разностей и отношений — к *количественным*.

Дополнительно среди качественных шкал выделяют также *вербально-числовые*, чьей отличительной особенностью является числовое измерение субъективного восприятия степени интенсивности свойства. К шкалам такого типа относятся, например, шкала Харрингтона, шкала оценки вероятности свершения события, шкала оценки важности событий, оценки желательности события и др. К вербально-числовым шкалам относятся также шкалы учебных оценок: 5 — “отлично”, 4 — “хорошо”, 3 — “удовлетворительно” и т. д. К этому типу можно также отнести шкалу магнитуды землетрясений Рихтера, шкалу силы ветра Бофорта, шкалу интенсивности землетрясений Медведева–Шпонхойера–Карника, качественную оценку тесноты связи между переменными характеристиками, выраженную через коэффициент линейной корреляции, и некоторые другие.

Преимуществом вербально-числовых шкал является простота перевода суждений людей в числовой формат. Несмотря на то, что вербальным оценкам придается числовое значение, выполнять действия

сложения, вычитания, умножения и деления с полученными числовыми значениями не считается правильным, поскольку вербально-числовые шкалы не соответствуют аксиомам порядка. Действительно, если $2 + 2 = 4$, то из этого должно следовать, что получение подряд двух оценок “неудовлетворительно” эквивалентно получению одной оценки “хорошо”, что не является правдой.

Среди количественных шкал выделяют также *абсолютные шкалы*. Например, по этой шкале можно рассчитать количество рабочих по штату и фактически, выраженное в количестве человек. Результат подобного измерения определяется однозначно и является единственным.

В идеале, наилучшим вариантом будет использование количественных шкал для оценивания характеристик, поскольку работа с цифрами упрощает выбор оптимального решения. Однако в системах, в которых активное участие в оценке принимает человек, а эталоны сравнения отсутствуют, максимум, чем можно будет довольствоваться, это шкалы вербально-числового характера. Но и в этом случае, даже если необходимая вербально-числовая шкала будет подобрана, она будет эффективна только при условии, что оценку будет проводить один человек, поскольку качественные оценки у каждого человека будут свои собственные, да и сама шкала по иерархии вербальных значений может не соответствовать системе ценностей ее пользователя. В связи с этим возникает необходимость общего подхода к переводу шкал качественного уровня в количественные.

1.5. Методы получения количественных оценок при принятии инновационных решений

Рассматривать методы оценивания качественных характеристик мы будем по принципу от простых к сложным. Начнем рассмотрение с непосредственного количественного оценивания, наиболее приближенного к известной шкале школьных отметок, и завершим методом аналитической иерархии, как наиболее популярным в управлении инновациями.

Непосредственное количественное оценивание

Как правило, эта операция достается экспертам, как наиболее информированным о проблемах участникам процесса принятия решения. Непосредственное количественное оценивание (НКО) используется в двух случаях: когда необходимо сделать абсолютную оценку показателя (например, указать величину расходов, связанных с заменой поставщика некоторого узла к производимому на предприятии агрегату) либо указать отношение, во сколько примерно раз один показатель больше или меньше другого. В таких случаях эксперты указывают точную оценку, если пытаются определить долевою характеристику, выраженную в процентах. Например, уровень рентабельности продаж как отношение прибыли до уплаты налога на прибыль к величине выручки от реализации.

Подобным образом человек действует, если пытается дать количественную оценку вероятности наступления события. А таковые могут потребоваться, например, для оценки риска наступления событий, которые от воли человека не зависят, но могут определить стратегию дальнейшего развития организации.

Но, как известно, “люди плохо дают количественные вероятностные оценки”. Поэтому, если обратить внимание на публикации в СМИ, где указывается мнение экспертов (авторитетов от науки, бизнеса, политики), то в большинстве материалов точных или интервальных числовых оценок вероятностей или долевых оценок (в том числе выраженных в процентах) нет. Эксперты, как правило (если указывается имя эксперта или название организации), ограничиваются только качественными категориями оценок: повысится-понижится, существенно-несущественно, слабо-сильно и т. д. Точные или интервальные числовые оценки публично даются лишь в неопределенно-личной форме: “по слухам...”, “говорят...”, “ожидается...” и т. д. Либо для точной оценки выбираются “люди с улицы” — действительно случайные люди, которые, скорее всего, не являются экспертами в данной области знания, а потому не несут никакой ответственности за свои высказывания, в том числе и за количественные оценки. Кстати, подобные публикации очень часто используются для намеренного распространения дезинформации с различными целями: не допустить конкурентов с инновационной продукцией на рынок, создать благоприятное мнение потребителей о новом товаре, привлечь внимание инвесторов к участию в совместном проекте.

Метод средней точки

Для создания количественной шкалы по этому методу потребуются качественные порядковые оценки переменной характеристики, а также интервал числовых значений, которые задает сам ЛПР. Например, ЛПР выбрал шкалу от 0 до 100. Обозначим порядковые значения буквами x_1 , x_2 и т. д., а присваиваемые им числовые значения — $f(x_1)$, $f(x_2)$, ...

Далее из множества порядковых значений выбирается наибольшее и наименьшее. Назовем их, соответственно, x_1 и x_2 . Наибольшему присваивается максимальное количественное значение, наименьшему — минимальное, т. е. $f(x_1) = 100$, $f(x_2) = 0$.

Далее выбирается порядковое значение x_3 , которое находится между наибольшим и наименьшим значениями. Ему присваивается значение, которое находится ровно посередине между наибольшим и наименьшим, т. е. $f(x_3) = 50$.

Далее выбирается следующее порядковое значение x_4 . Если оно окажется посередине между значениями x_2 и x_3 , то ему и присваивается значение посередине между $f(x_2) = 0$ и $f(x_3) = 50$, т. е. $f(x_4) = 25$ (см. рис. 6, а), если же оно находится между значениями x_3 и x_1 , то ему присваивается значение между 50 и 100, т. е. $f(x_4) = 75$ (см. рис. 6, б).

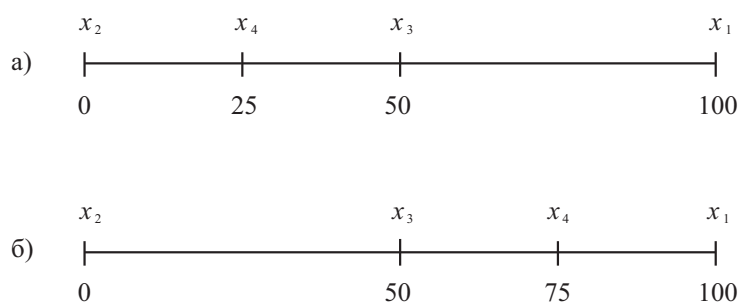


Рис. 6. Присвоение порядковым переменным числовых значений методом средней точки

У рассмотренного метода есть достаточно весомый недостаток. А именно, когда начинают присваиваться количественные значения порядковым величинам, которые находятся между максимальным и

минимальным значениями, то с увеличением количества этих значений велика вероятность того, что их размещение на числовой шкале будет неравномерным, т. е. расстояния между значениями будут неодинаковыми. Действительно, если, например, все значения начиная с x_4 окажутся в интервале между x_2 и x_3 , тогда в стобалльной шкале за значением $f(x_3) = 50$ сразу же будет следовать $f(x_1) = 100$.

Процедура присвоения количественных значений порядковым сильно упростится, если заранее все порядковые значения будут проанжированы от наименьшего к наибольшему.

Если в процессе разработки и принятия решения появятся новые значения, то они могут быть добавлены в шкалу без изменения количественных соответствий других значений.

Метод SMART

Системы SMART — совокупность эвристических правил, которые используются в целевом управлении объектами. Аббревиатура SMART обозначает основные свойства целей, устанавливаемых ЛПП:

1. S — Specific. Цель должна быть конкретной.
2. M — Measurable. Цель должна быть измеримой.
3. A — Achievable. Цель должны быть достижимой.
4. R — Realistic. Цель должна быть реалистичной.
5. T — Time-bound. Время достижения цели ограничено.

В рамках данного метода предлагается следующая эвристическая процедура количественной оценки значений характеристик.

1. Все ранговые значения упорядочиваются от наибольшего до наименьшего (или наоборот, что по смыслу то же самое).
2. Наибольшему значению присваивается максимальная оценка (например, 100), наименьшему минимальная (например, 0). Остальным порядковым значениям присваиваются количественные эквиваленты в интервале от 0 до 100 в зависимости от близости к минимальному или максимальному значениям.
3. Далее оценки нормируются, т. е. количественное значение каждой оценки делится на сумму значений всех оценок.

Пример 1. ЛПР были представлены следующие порядковые значения доходности инновационных проектов:

- Очень высокая доходность.
- Высокая.
- Средняя.
- Низкая.
- Очень низкая.
- Проект убыточный.

Присвоим порядковому значению “очень высокая доходность” количественное значение, равное 100, а значению “проект убыточный” — значение 0. Остальным порядковым значениям присваиваем количественные характеристики в произвольном порядке (на этот счет нет никаких строгих правил). Предположим, что для присвоения количественных эквивалентов оставшимся порядковым значениям мы воспользовались правилом средней точки, получив в результате оценки, представленные в табл. 2.

Таблица 2

**Соотношение между порядковыми
и количественными значениями доходности
инновационных проектов, рассчитанных
по методу SMART**

<i>Порядковое значение</i>	<i>Количественное значение</i>	<i>Нормированное количественное значение</i>
Очень высокая	100	0,38
Высокая	75	0,29
Средняя	50	0,19
Низкая	25	0,09
Очень низкая	13	0,05
Проект убыточный	0	0
Сумма	263	1

Затем рассчитаем сумму количественных эквивалентов (она будет равна 263) и нормируем количественные значения, разделив каждое из них на сумму 263. Полученная шкала нормированных значений может быть использована не только для оценки значения внутри одной характеристики, но и для сравнения значений различных характеристик друг с другом. Например, таким же образом можно оценить риск и сравнивать решения по характеристике доходности и по характеристике риска.

Модификации метода SMART предполагают некоторые уточнения к процессу присвоения порядковым значениям количественных эквивалентов. В одной из таких модификаций предлагается установить лишь минимальное значение, а все остальные получить после того, как будет определено превосходство значений. При этом, как это часто бывает в эвристических методах, количественное соотношение превосходства задается заранее. Другими словами, данная модификация представляет шкалу в виде элементов геометрической прогрессии с заданными первым элементом последовательности $b_1 \neq 0$ и знаменателем $q > 1$.

Рассмотрим на примере 1, каким образом порядковым значениям будут присвоены количественные значения.

Пример 2. Пусть $b_1 = 1$ и $q = 2$. Тогда порядковому значению “убыточный” будет присвоено значение 1, значению “очень низкая” — 2, “низкая” — 4 и т. д. После этого полученные количественные значения вновь нормируются (см. табл. 3).

Метод Черчмена–Акоффа

Эвристическая процедура присвоения количественных эквивалентов порядковым значениям, предложенная классиками теории принятия решений, строится на все том же упорядочении альтернатив, которым на основании одного из рассмотренных выше методов присваиваются количественные значения.

Затем проводится процедура согласования значений. Она довольно проста. Обычно для этой процедуры ЛПР выбирает других участников: владельца проблемы, экспертов, членов активной группы — и задает им вопрос о возможном превосходстве значений по отношению друг к другу. Обычно сравнивается наибольшее порядковое значение со всеми остальными. Вопрос обычно формулируется следующим образом: “Что бы Вы выбрали — одну альтернативу, имеющую

наивысшее значение характеристики, либо несколько альтернатив, значения той же самой характеристики которых имели бы более низкие количественные эквиваленты?” В случае утвердительного или отрицательного ответа проводится проверка на его соответствие количественным значениям. Если соотношение количественной оценки наибольшего порядкового значения и суммы количественных оценок других значений не подтверждается ответами в отношении порядковых значений, то оценки корректируются.

Таблица 3

**Соотношение между порядковыми
и количественными значениями доходности
инновационных проектов, рассчитанных
по модификации метода SMART**

<i>Порядковое значение</i>	<i>Количественное значение</i>	<i>Нормированное количественное значение</i>
Очень высокая	32	0,51
Высокая	16	0,25
Средняя	8	0,13
Низкая	4	0,06
Очень низкая	2	0,03
Проект убыточный	1	0,02
Сумма	63	1

Продолжим пример 2. Предположим, что оценки доходности инновационного проекта были установлены с использованием модифицированного метода SMART (см. табл. 3). Проведем процедуру согласования значений. Для этого введем предположение о том, что на рассмотрение участников предлагается 6 инновационных проектов, назовем их условно *A, B, C, D, E, F*, каждый из которых имеет свою отличную от других проектов оценку доходности: проект *A* — очень высокую, проект *B* — высокую и т. д.

На первом этапе зададим экспертам вопрос: “Что бы Вы предпочли реализовать на предприятии: только один инновационный проект с очень высокой доходностью (проект *A*) или четыре других проекта (*B, C, D, E*), соответственно, с высокой, средней, низкой, очень

низкой доходностью плюс один убыточный проект — F ?” Предположим, что эксперты заявили о том, что лучше реализовать пять проектов, пусть и не таких доходных, как первый. Следовательно, количественная оценка первого проекта должна быть меньше, чем сумма количественных оценок других пяти проектов:

$$\frac{A}{32} < \frac{B}{16} + \frac{C}{8} + \frac{D}{4} + \frac{E}{2} + \frac{F}{1}.$$

Однако предпочтение, высказанное экспертами, не подтверждается количественными оценками: $32 > 16 + 8 + 4 + 2 + 1$, в связи с чем возникает необходимость корректировки оценок. Рекомендуется корректировку делать в сторону уменьшения, однако в самом методе не указывается, каким образом и на какую величину необходимо сделать корректировку. Поскольку реализация первого проекта является менее предпочтительной, уменьшим его количественную оценку, например до 24 (в два раза уменьшим разность между количественными оценками порядковых значений “очень высокая” и “высокая” доходности). Теперь оценку первого порядкового значения можно считать скорректированной (хотя и не окончательно).

На втором этапе задаем экспертам тот же вопрос, только в отношении оставшихся пяти альтернатив: “Что является более предпочтительным: реализация инновационного проекта B с высокой доходностью или реализация четырех проектов (C, D, E, F) ?” Предположим, что в этот раз эксперты заявили о том, что более предпочтительной является реализация проекта B . Проверим согласованность этого заявления экспертов со значениями количественных оценок:

$$\frac{B}{16} > \frac{C}{8} + \frac{D}{4} + \frac{E}{2} + \frac{F}{1}.$$

Подсчет количественных значений показывает, что вывод экспертов согласован ($16 > 15$). Следовательно, корректировка количественных значений не требуется.

Далее предлагаем экспертам сделать подобный выбор, только в отношении оставшихся четырех альтернатив: “Что является более предпочтительным: реализация одного инновационного проекта со “средней” доходностью (проекта C) или реализация трех инновационных проектов (D, E, F) , соответственно, с “низкой”, “очень низкой” доходностью и убыточного проекта?” Предположим, что в этот раз эксперты высказались в пользу трех проектов (D, E, F) :

$$\frac{C}{8} < \frac{D}{4} + \frac{E}{2} + \frac{F}{1},$$

а количественные оценки не соответствуют их выводу ($8 > 4 + 2 + 1$). Следовательно, необходимо провести корректировку оценок, но таким образом, чтобы это не отразилось на уже скорректированных и принятых оценках других проектов, которые уже исключены из рассмотрения (A и B).

Увеличивать количественные оценки значений “низкая”, “очень низкая” и “убыточный проект” не следует, поскольку это приведет к противоречию, высказанному экспертами в отношении превосходства значения “высокая” по отношению к остальным значениям. Поэтому более правильным будет решение уменьшить количественную оценку порядкового значения “средняя” доходность, а затем провести проверку соответствия этих значений первому выводу, сделанному в отношении значения “очень высокая” доходность (проект A).

Уменьшим количественную оценку порядкового значения “средняя” доходность до 6. Тогда получим соответствие порядковых и количественных значений для соотношения проектов C, D, E, F :

$$C \prec D + E + F,$$

без нарушения соответствия количественных и порядковых значений по всем шести проектам:

$$\begin{aligned} A \prec B + C + D + E + F, \\ B \succ C + D + E + F. \end{aligned}$$

Далее следует последняя проверка соответствия количественных и порядковых значений. Экспертам задается вопрос: “Что является более предпочтительным: реализация инновационного проекта D с “низкой” доходностью или реализация двух проектов: E с “очень низкой” доходностью и убыточного проекта F ?” Предположим, что эксперты заявили о предпочтении проекта D , что соответствует количественным оценкам проектов:

$$D \succ E + F.$$

На этом процедура согласования завершается, поскольку далее уже очевидно, что эксперты заявят о превосходстве проекта E по отношению к проекту F .

После согласования можно провести нормировку значений (см. табл. 4).

Таблица 4

**Соотношение между порядковыми
и количественными значениями доходности
инновационных проектов, рассчитанных
по методу Черчмена–Акоффа**

Порядковое значение	Количественное значение	Нормированное количественное значение
Очень высокая	24	0,45
Высокая	16	0,30
Средняя	6	0,11
Низкая	4	0,08
Очень низкая	2	0,04
Проект убыточный	1	0,02
Сумма	53	1

При использовании метода Черчмена–Акоффа важно помнить, что эксперты не должны знать количественных оценок, поставленных в соответствие порядковым значениям, в противном случае оценки могут повлиять на их мнение, что противоречит принципу метода.

Метод Неймана–Моргенштерна

Данный метод основан на функциональном представлении субъективной полезности ЛПР. С точки зрения теории полезности Неймана–Моргенштерна, функция полезности $F(x)$ является неубывающей:

$$\frac{dF}{dx} \geq 0.$$

А вот что касается темпов прироста функции полезности, то с ростом величины ценности x они могут быть как положительными, так и отрицательными. На рис. 7 представлены типовые функции полезности ЛПР с убывающей предельной полезностью (*a*), с возрастающей предельной полезностью (*b*), с предельной полезностью, имеющей нулевой темп роста (*в*).

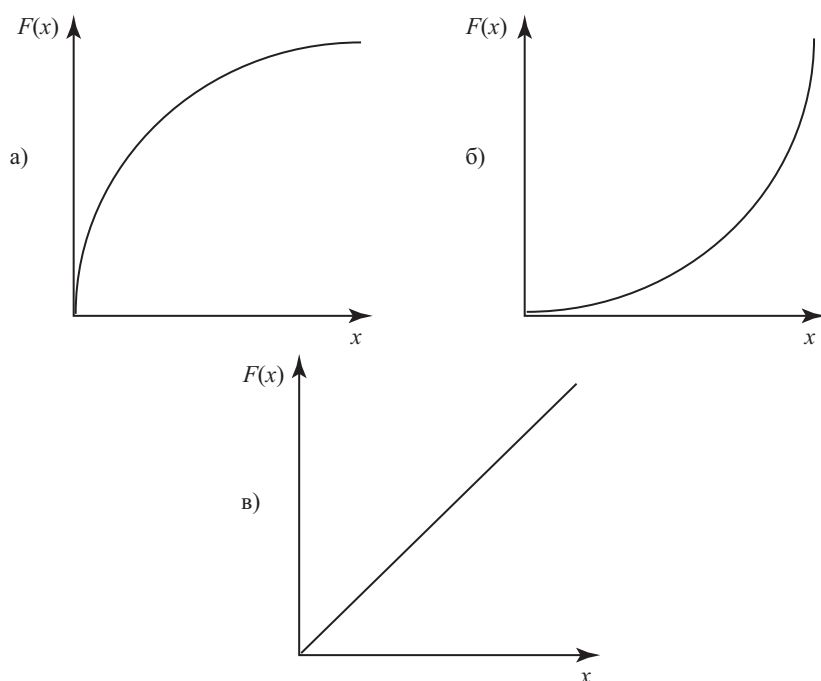


Рис. 7. Графики функций $F(x)$ полезности ценности x : а) с убывающей предельной полезностью; б) с возрастающей предельной полезностью; в) с постоянной предельной полезностью

Убывающая предельная полезность свойственна ЛПР, который принимает решение в условиях дефицита располагаемых ресурсов. Так описывается поведение ЛПР, не склонного к риску. Возрастающая предельная полезность, наоборот, свойственна ЛПР, который предрасположен к риску. Нулевая предельная полезность (рис. 7, в), считается, предполагает “объективное отношение к выигрышу”. Стоит также отметить, что в экономической теории функция полезности рассматривается как зависимость с убывающей предельной полезностью, хотя, как показывает опыт, функции полезности, описывающие поведение потребителей, являются смешанными с точками перегиба. Точно оценить поведение функции полезности — задача достаточно трудоемкая, тем более если первоначальные значения по-

лезности выражены в порядковых величинах. В связи с этим мы не будем задаваться вопросом о виде функции полезности, а перейдем сразу к процедуре количественной оценки порядковых величин.

Итак, для количественной оценки порядковых величин потребуется выполнить ряд этапов.

1. Проранжировать все порядковые значения от наибольшего к наименьшему, как это делалось в предыдущих методах, и присвоить наибольшему и наименьшему значения количественные оценки. Например, наибольшему (назовем его x_1) — $F(x_1) = 100$, наименьшему (x_2) — $F(x_2) = 0$.
2. Выбираем порядковое значение (x_3), которое находится между наибольшим и наименьшим значениями, и предлагаем, например, эксперту сделать следующий выбор: гарантированно получить выигрыш со значением x_3 или сыграть в лотерею, где с вероятностью p эксперт сможет получить максимальный выигрыш в размере x_1 и с вероятностью $1 - p$ наименьший выигрыш в размере x_2 . Величина вероятности, естественно, находится в интервале $(0;1)$.
3. Последовательно изменяя значения вероятности p в большую и меньшую сторону, находим такую ситуацию, при которой эксперт заявит об эквивалентности гарантированного выигрыша и выигрыша, полученного при розыгрыше лотереи. После этого находим значение полезности для порядкового значения x_3 , которое определяется как математическое ожидание $F(x_3) = p \cdot F(x_1) + (1 - p) \cdot F(x_2)$. Его и будем считать количественной оценкой ценности, которая имеет порядковое значение x_3 .
4. Выбираем следующее порядковое значение — x_4 . Предположим, что оно находится между значениями x_3 и x_2 . Аналогично тому, что было сделано в пунктах 2 и 3, предлагаем эксперту сделать выбор: получить гарантированный выигрыш в размере x_4 либо сыграть в лотерею, где с вероятностью q он может получить выигрыш в размере x_3 и с вероятностью $1 - q$ выигрыш x_2 . Затем точно так же постепенно изменяя значения q в большую или меньшую сторону приходим к такой ситуации, при которой ЛПР заявляет об эквивалентности

гарантированного выигрыша x_4 и выигрыша в лотерею. Найдём значение полезности $F(x_4)$ как математическое ожидание: $F(x_4) = q \cdot F(x_3) + (1 - q) \cdot F(x_2)$.

5. Чтобы значение полезности $F(x_4)$ было согласовано со значением $F(x_1)$, выполняем ещё раз пункт 4 заменяя значение x_3 значением x_1 . И так далее.

Метод аналитической иерархии

Метод аналитической иерархии (Analytic Hierarchy Process), или метод анализа иерархии, как его часто называют в русскоязычной литературе по методам принятия решений, был предложен американским исследователем Томасом Саати и является на сегодня одним из самых популярных методов проблемного анализа, целеполагания, оценки и принятия решения, особенно в инновационной сфере. Данный метод позволяет на основании построения иерархии целей (например, при помощи дерева целей) создать систему оценки основных характеристик, определить влияние каждой из них на целевой показатель более высокого уровня, а также обоснованно определить набор более предпочтительных вариантов для принятия решения.

В данной главе мы не будем рассматривать всю последовательность действий данного метода, а остановимся только на тех моментах, которые связаны с количественным оцениванием переменных характеристик, первоначально получивших оценки по порядковой шкале.

С целью определения количественных эквивалентов порядковых значений потребуется выполнить следующую последовательность действий:

1. Составить матрицу парных сравнений.
2. Заполнить матрицу числовыми оценками, указывающими, какое из значений является большим и какова мера превосходства одного значения по отношению к другому. Мера превосходства определяется по шкале отношений, составленной Саати (см. табл. 5).
3. Определить количественные оценки порядковых значений в виде собственного вектора матрицы парных сравнений X при максимальном собственном значении этой матрицы λ .

Таблица 5

**Вербально-количественная шкала
отношений превосходства значений**

<i>Величина превосходства</i>	<i>Числовое значение превосходства</i>
Эквивалентность	1
Незначительное	3
Значительное	5
Явное	7
Абсолютное	9

4. Оценить согласованность матрицы парных сравнений. Если матрица не согласована, вернуться к пункту 2.

В качестве примера рассмотрим порядковую шкалу инновационных возможностей предприятия. Инновационные возможности предприятия могут быть охарактеризованы как:

- *Высокие инновационные возможности*, которые предполагают высокую обеспеченность собственными ресурсами, позволяющими реализовать стратегию инновационного развития без привлечения внешних заимствований.
- *Средние инновационные возможности*, которые говорят о необходимости привлечения некоторого объема заемных средств для эффективного вовлечения новых технологий в хозяйственный оборот.
- *Низкие инновационные возможности*, требующие привлечения значительного количества заемных средств для реализации стратегий инновационного развития. При этом фирма может поддерживать в удовлетворительном состоянии финансирование своих текущих производственных запасов и затрат.
- *Нулевые инновационные возможности*, предполагающие дефицит или отсутствие источников формирования затрат.

Следуя алгоритму метода аналитической иерархии, составим матрицу парных сравнений и заполним ее (табл. 6). Возможность определять меру превосходства значений по отношению друг к другу мы можем предоставить экспертам, а также членам активной группы. Вопрос для определения меры превосходства значений может быть поставлен следующим образом: “Каково превосходство, например, высоких инновационных возможностей фирмы по отношению к средним?” Если значение, указанное в строке, имеет превосходство по отношению к значению, указанному в столбце, то записывается количественная оценка, указанная в шкале Саати (см. табл. 5). Если же превосходство имеет значение, указанное в столбце, по отношению к значению, указанному в строке, то записывается обратное значение тому, что указано в шкале.

Таблица 6

Матрица парных сравнений порядковых значений инновационных возможностей фирмы

<i>Инновационные возможности</i>	<i>Высокие</i>	<i>Средние</i>	<i>Низкие</i>	<i>Нулевые</i>
Высокие	1	4	8	9
Средние	1/4	1	5	8
Низкие	1/8	1/5	1	3
Нулевые	1/9	1/8	1/3	1

Поскольку порядковые значения уже проранжированы в таблице, постольку количественные оценки превосходства в строках не будут убывать.

После того как таблица заполнена, необходимо выполнить расчеты количественных оценок порядковых значений. Согласно требованиям алгоритма, таковыми должны стать элементы собственного вектора x , рассчитанного при наибольшем собственном значении λ . Для нахождения собственного значения и собственного вектора необходимо воспользоваться определением собственного значения, известным из общего курса высшей математики:

$$A \cdot x = \lambda \cdot x, \quad (5)$$

где A — матрица парных сравнений.

При подстановке значений матрицы A в уравнение (5) и последующем переносе всех слагаемых, содержащих x_i , в левую часть получим следующую систему уравнений:

$$\begin{cases} (1 - \lambda)x_1 + 4x_2 + 8x_3 + 9x_4 = 0, \\ \frac{1}{4}x_1 + (1 - \lambda)x_2 + 5x_3 + 8x_4 = 0, \\ \frac{1}{8}x_1 + \frac{1}{5}x_2 + (1 - \lambda)x_3 + 3x_4 = 0, \\ \frac{1}{9}x_1 + \frac{1}{8}x_2 + \frac{1}{3}x_3 + (1 - \lambda)x_4 = 0. \end{cases}$$

Данная система имеет ненулевое решение (т. е. собственный вектор будет ненулевым), если определитель, составленный из коэффициентов при неизвестных, равен 0:

$$\begin{vmatrix} 1 - \lambda & 4 & 8 & 9 \\ \frac{1}{4} & 1 - \lambda & 5 & 8 \\ \frac{1}{8} & \frac{1}{5} & 1 - \lambda & 3 \\ \frac{1}{9} & \frac{1}{8} & \frac{1}{3} & 1 - \lambda \end{vmatrix} = 0.$$

Данному выражению соответствует уравнение четвертой степени относительно λ . Для того чтобы упростить вычисления, связанные с поиском собственного вектора, необходимо воспользоваться численными методами поиска решения. Одним из лучших путей получения приближенного значения собственного вектора, по мнению самого Саати, является среднее геометрическое значений строк матрицы парных сравнений. Другой способ аппроксимации заключается в нормализации каждого столбца матрицы и затем в усреднении каждой строки. Таким способом можно определить не только порядок приоритетов каждого отдельного значения, но и величину его приоритета.

Найдем значения элементов собственного вектора матрицы парных сравнений, используя среднее геометрическое значений парных сравнений по строкам. Для значения “высокие инновационные возможности” приближенное значение элемента собственного вектора:

$$\sqrt[4]{1 \cdot 4 \cdot 8 \cdot 9} \approx 4,12.$$

Аналогично рассчитаем количественные значения остальных порядковых значений, после чего можно будет провести нормализацию значений (см. табл. 7).

Таблица 7

**Соотношение между порядковыми
и количественными значениями
инновационных возможностей фирмы**

<i>Порядковое значение</i>	<i>Количественное значение</i>	<i>Нормированное количественное значение</i>
Высокие	4,120	0,61
Средние	1,778	0,27
Низкие	0,523	0,08
Нулевые	0,261	0,04
Сумма	6,682	1

После того как получены нормализованные количественные оценки порядковых значений, можно исследовать полученные результаты на предмет согласованности суждений экспертов, определявших отношения превосходства между порядковыми значениями. Для этого необходимо рассчитать индекс согласованности матрицы парных сравнений и сравнить его с величиной индекса случайной согласованности, которая имела бы место при случайном заполнении матрицы парных сравнений значениями превосходства.

Индекс согласованности (CI) рассчитывается как отношение

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}, \quad (6)$$

где λ_{\max} — максимальное значение собственного вектора матрицы парных сравнений;

n — количество сравниваемых порядковых значений.

Поскольку собственный вектор рассчитывался с использованием численного метода, позволяющего определить приближенную его оценку, постольку и собственное значение будет найдено при помощи подобного метода. Итак, для нахождения приближенного значения λ_{\max} потребуется:

1. Найти суммы по каждому из столбцов матрицы парных сравнений $\sum_{i=1}^n a_{ij}$.
2. Затем перемножить полученные значения $\sum_{i=1}^n a_{ij}$ на нормированные значения количественных оценок порядковых значений (см. табл. 7): первая сумма умножается на первое значение, вторая — на второе и т. д.
3. Сложить полученные произведения. Итогом вычислений будет приближенное максимальное собственное значение матрицы парных сравнений λ_{\max} .

Результаты вычислений представлены в табл. 8.

Таблица 8

Результаты вычислений для поиска приближенной оценки максимального собственного значения

Сумма оценок по столбцу $\left(\sum_{i=1}^n a_{ij}\right)$	Нормированное количественное значение $\left(\frac{x_i}{\sum_{i=1}^n x_i}\right)$	$\frac{x_i}{\sum_{i=1}^n x_i} \cdot \sum_{i=1}^n a_{ij}$
1,486	0,61	0,906
5,325	0,27	1,438
14,333	0,08	1,147
21	0,04	0,840
Максимальное собственное значение (λ_{\max})		4,331

Подставляя полученное значение λ_{\max} в формулу (6) для вычисления индекса согласованности, получим:

$$CI = \frac{4,331 - 4}{4 - 1} = 0,11.$$

Далее это значение необходимо сравнить с *индексом случайной согласованности* (РСІ), который получается при случайном выставлении в парном сравнении оценок по шкале Саати. В табл. 9 представлены значения индексов случайной согласованности для различного количества сравниваемых порядковых значений.

Поскольку количество оцениваемых значений порядковой переменной в примере было равно 4, постольку индекс случайной согласованности (РСІ) будет равен 0,9.

Отношение индекса согласованности (СІ) к индексу случайной согласованности (РСІ) даст значение отношения согласованности (СR), которое измеряется в процентах. В отношении матрицы парных сравнений говорят, что она согласована, если величина отношения согласованности не превышает 10%. В некоторых случаях допускается, что отношение согласованности может быть в пределах 20%. В нашем примере отношение согласованности составит величину

$$CR = \frac{CI}{PCI} = \frac{0,11}{0,9} = 12,2 (\%),$$

из чего можно сделать вывод, что эксперту (или экспертам) вновь придется поработать над своими ответами на вопросы о сравнении пар порядковых значений.

Отличительной особенностью метода аналитической иерархии является использование вербально-числовой шкалы Саати со значениями от 1/9 до 9. Некоторые специалисты в сфере теории принятия решений считают, что использование такой шкалы является недостатком метода, поскольку из-за неточности оценки человеком какого-нибудь из отношений можно допустить ошибку в измерении и не получить оптимального решения. Саати и Кернс обосновывали выбор подобной шкалы эквивалентных отношений умением человека работать на уровне оперативной памяти не более чем с 7 ± 2 объектами (значениями, характеристиками, целями). Так как в шкале допускается единичная разность между отдельными объектами, то отсюда и берется интервал значений от 1 до 9, если данное значение превышает другое, и от 1/9 до 1, если, наоборот, является меньшим.

Метод аналитической иерархии с успехом применяется в инновационной деятельности не только на стадии проблемного анализа, целеполагания и оценки характеристик, но и на стадии прогнозирования, и, что самое важное, на стадии принятия решения. Так,

Таблица 9

Значения индексов случайной согласованности для различного количества сравниваемых порядковых значений

Количество оцениваемых значений	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Индекс случайной согласованности	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

например, Т. Саати и К. Кернс отмечают, что израильский исследователь Ами Арбель из Тель-Авивского университета успешно применил метод аналитической иерархии при конструировании самолета.

Мультипликативный метод аналитической иерархии

Некоторые исследователи внесли изменения в метод аналитической иерархии. В частности, профессор Ф. Лутсма предложил модифицированный мультипликативный метод аналитической иерархии, основанный на ряде предположений о поведении человека при сравнительных измерениях.

В психофизике известен закон Вебера, согласно которому “субъективное расстояние между стимулами пропорционально величине этого стимула”:

$$C_j - C_{j-1} = k \cdot C_{j-1}, \quad (7)$$

где C_j и C_{j-1} — субъективные восприятия некоторых значений;

k — коэффициент пропорциональности.

К значениям C_j и C_{j-1} могут относиться и порядковые значения характеристик. Выражая из уравнения (7) значение C_j , получим:

$$C_j = (1 + k) \cdot C_{j-1}. \quad (8)$$

Поскольку существует и минимальное значение C_{\min} , то субъективное восприятие любого значения C_j можно выразить при помощи уравнения

$$C_j = (1 + k)^j \cdot C_{\min}, \quad j = 0, 1, 2, \dots \quad (9)$$

Уравнение (9), задающее шкалу количественных оценок порядковым значениям, представляет собой геометрическую прогрессию с первым (точнее, нулевым) элементом $C_{\min} > 0$ и знаменателем $(1 + k) > 1$. Подобная шкала очень сильно напоминает шкалу, которая была получена при использовании метода количественной оценки порядковых значений SMART. Отличие заключается в том, что в методе SMART не предусматривалось нахождение правого собственного вектора, который и задает, согласно методу аналитической иерархии, количественные оценки порядковых значений.

Необходимо также отметить, что использование гипотезы о возможном поведении человека при сравнительных процедурах позволяет исключить эксперта или члена активной группы из процесса

оценки порядковых значений, что значительно сократит время данного этапа разработки и принятия решения.

Применяя мультипликативную модификацию метода аналитической иерархии к рассмотренному в предыдущем подразделе примеру с четырьмя порядковыми значениями инновационных возможностей предприятий и считая, что $k = 1$, получим шкалу количественных оценок отношений порядковых значений, согласно которой отношение последующего большего значения к предыдущему меньшему будет всегда равно 2 (при $k = 2$ отношение было бы равно 3, при $k = 0,5 - 1,5$ и т. д.).

1.6. Вопросы для самоконтроля

1. Определите роль целеполагания в процессе разработки управленческих решений.
2. Опишите схему связей между целями в производственно-хозяйственной системе.
3. Назовите источники выявления целей, которые предлагают классики теории принятия решений Ральф Кини и Ховард Райф.
4. Опишите виды деревьев целей и раскройте особенности каждого вида.
5. Раскройте способы агрегирования целевых характеристик.
6. Что Вы понимаете под системой ценностей в управлении инновациями?
7. Какие типы оценочных шкал Вы знаете? Расположите их в порядке увеличения эффективности использования.
8. Охарактеризуйте методы получения количественных оценок при принятии решений.
9. Опишите механизм реализации метода Черчмена–Акоффа.
10. Опишите основные этапы оценки эффективности системы мотивации топ-менеджмента корпорации.
11. В чем состоит метод аналитической иерархии?

Выберите правильный вариант ответа

1. Под целеполаганием понимается:
 - a) оценка риска;
 - b) процесс обоснования и формирования целей;
 - c) построение прогноза;
 - d) принятие решения.
2. Декомпозиция целей — это:
 - a) разбиение главной цели на подцели в соответствии с их иерархией;
 - b) объединение целей;
 - c) отсеечение недостижимых целей;
 - d) конфликт целей.
3. Агрегирование целей — это:
 - a) определение вектора или общего направления развития, в котором должно изменяться состояние управляемого объекта;
 - b) формулировка конкретного результата, который стремятся получить;
 - c) объединение целей в сложные целевые показатели, отражающие свойства всех входящих в них компонентов;
 - d) отсеечение недостижимых целей.
4. Какие из представленных ниже типов шкал относятся к качественным:
 - a) шкала наименований;
 - b) шкала интервалов;
 - c) порядковая шкала;
 - d) шкала разностей.
5. Метод аналитической иерархии, или метод анализа иерархии, был предложен:
 - a) Оскаром Моргенштерном;
 - b) Питером Друкером;

- c) Уэстом Черчменом;
- d) Томасом Саати.

Ответы

- 1.** b). **2.** a). **3.** c). **4.** a), c). **5.** d).

Глава 2

Методы прогнозирования инновационных процессов

2.1. Понятие и сущность прогнозирования в управлении инновациями

Необходимой частью этапа подготовки к принятию решения является способность ЛПР прогнозировать изменение состояния объекта управления.

Для того, чтобы прогнозировать состояние объекта управления, сам объект должен раскрывать для ЛПР информацию о своих будущих возможных состояниях. Это свойство объекта управления так и называется — *прогнозируемостью*, т. е. информационной открытостью будущего объекта управления для ЛПР.

Если есть информационная открытость будущего, то, наверняка, должна быть информационная открытость прошлого и настоящего. Действительно, такие свойства существуют и называются они вместе *наблюдаемостью*.

В зависимости от способа получения информации о будущих состояниях объекта управления различают научно обоснованное прогнозирование и предсказание. Если первый способ получения информации основывается на логических суждениях и умозаклучениях, то есть на знании, которое может быть доказано или, по крайней мере, объяснено, то второй способ предполагает получение информации бездоказательной, источниками которой являются прежде всего органы чувств человека. С точки зрения теории принятия решений, *прогнозирование* — это научно обоснованное суждение ЛПР о возможных состояниях объекта управления в будущем.

Если рассматривать прогнозирование как этап процесса разработки и принятия решения с точки зрения инновационного менеджмента, то в первую очередь необходимо говорить о вероятной оценке будущего изменения состояния технологий, их структуры, перемещений и трансформаций. Все это вместе называется *технологическим прогнозированием*. В этом определении технология понимается в широком смысле этого слова, т. е. она включает поиск идей, фундамен-

тальные исследования, прикладные исследования, опытно-конструкторские разработки, выпуск новой продукции — все то, что затрагивает различные этапы инновационного процесса. Следовательно, технологическое прогнозирование можно также назвать *прогнозированием динамики инновационного процесса*.

Динамика инновационного процесса может иметь как вертикальное, так и горизонтальное направление. Вертикальное направление динамики инновационного процесса (или вертикальное перемещение технологий) представляет собой поэтапный переход от стадии разработки идеи по направлению к этапу диффузии инновации. Горизонтальное направление предполагает распространение технологий внутри одного этапа между различными направлениями использования. Например, успехи фундаментальных и прикладных исследований в области математики дают импульс для развития фундаментальных и прикладных исследований в области экономики.

При составлении прогнозов пользуются специальной терминологией, определяющей элементы данного процесса. Среди этих терминов: прогнозный фон, период основания прогноза, период упреждения прогноза, прогнозный горизонт, точность прогноза, достоверность прогноза, ошибка прогноза.

Прогнозный фон — состояние среды (внутренней и внешней к объекту прогнозирования), в которой выполняется прогноз.

Период основания прогноза — интервал времени, за который у ЛПР имеется информация о прошлых состояниях прогнозируемого объекта.

Период упреждения прогноза — интервал времени в будущем, на который составляется прогноз.

Прогнозный горизонт — максимальная величина периода упреждения прогноза.

Точность прогноза — оценка доверительного интервала прогноза по заданной вероятности (величине значимости).

Достоверность прогноза — это вероятностная оценка осуществления прогноза для заданного доверительного интервала прогнозных значений.

Ошибка прогноза — это отклонение прогнозного значения от реального.

Основными задачами прогнозирования динамики инновационного процесса являются следующие.

1. Выбор метода прогнозирования.
2. Выявление основных экономических, социальных, политических и научно-технических тенденций развития общества.
3. Определение периода времени, требующегося для перехода между двумя любыми этапами инновационного процесса.
4. Определение объема ресурсов, необходимых для перехода между этапами инновационного процесса.
5. Определение результата в некоторый момент времени или на определенной стадии инновационного процесса.
6. Выбор подходящих начальных условий, необходимых для успешной реализации инновационного процесса в виде инновации и ее распространения.

К основным принципам прогнозирования необходимо отнести:

- *Принцип системности*, указывающий на необходимость взаимной связи прогнозов развития объекта управления и внешней по отношению к объекту управления среды.
- *Принцип непрерывности*. Он предполагает необходимость корректировки прогноза при поступлении новых данных об объекте управления или состоянии внешней среды.
- *Принцип адекватности*. Оценки состояний и направлений инновационного развития объекта управления и внешней среды должны соответствовать реальным инновационным процессам. Адекватность предполагает вероятностный характер выявленных процессов, вероятностную оценку выявленных тенденций.

В целом прогнозирование, независимо от сферы деятельности, представляет собой поэтапный процесс. Среди основных этапов прогнозирования можно выделить следующие.

1. Прогнозная ориентация на основе системно-структурного анализа объекта.
2. Постановка задачи для разработки прогноза, включающая в себя определение прогнозных характеристик объекта, а также характеристик, данные о значениях которых необходимы для качественного поиска прогнозных значений.

3. Анализ и установление факторов прогнозного фона (внешней среды объекта управления).
4. Создание информационной базы по объекту прогнозирования.
5. Разработка прогноза и оценка его достоверности с учетом факторов причинно-следственной связи.
6. Анализ результатов прогнозирования.
7. Выработка решений и реализация прогноза.

Последний пункт этого списка относится к прогнозированию в целом. В общей же схеме процесса разработки и принятия управленческого решения выработка решения и его реализация, как известно, находятся за пределами этапа прогнозирования. Можно на эту ситуацию посмотреть и с той стороны, что границы этапов разработки и принятия решения являются расплывчатыми, а потому выработка и реализация решения на основании прогноза может предполагать, что в процессе подготовки, разработки и принятия решения ЛПР, следуя принципу непрерывности прогнозирования, постоянно возвращается к этапам прогнозирования с целью корректировки оценок будущих состояний и последующей за этим корректировке принятого решения.

После определения процесса прогнозирования, а также основных принципов, задачи и этапов перейдем к классификации методов прогнозирования.

2.2. Классификация методов прогнозирования в инновационной деятельности

Если говорить о принятых классификациях методов прогнозирования, то полезно было начать с классификации по принципу *использования формальных процедур* определения будущих состояний объекта управления. С этой точки зрения методы прогнозирования можно разделить на классы формальных методов прогнозирования, эвристических и нетрадиционных.

Формальные методы предполагают использование математических и логических действий с данными для определения будущих состояний объекта управления. Среди формальных методов различают классические формальные методы, к ним относятся, например,

анализ временных рядов, регрессионные методы, параметрические методы; и имитационные формальные методы, предполагающие использование математических и логических моделей для определения значений характеристик будущих состояний. С точки зрения удобства, простоты использования, а также убедительности в качестве полученных результатов (особенно для владельца проблемы) *классические* методы имеют преимущество, поскольку основаны на строгих математических процедурах. Классические методы не нуждаются в дополнительной трактовке результатов прогнозирования, поскольку результатом является значение целевой характеристики, понятной для восприятия не только ЛПР, но и (что несомненно очень важно) для владельца проблемы. Однако, как будет показано далее, все классические методы основываются на предположении о неизменности тенденций, которые описываются наблюдаемыми значениями характеристик (информацией, которая доступна ЛПР на момент прогнозирования). Кроме того, классические методы не раскрывают реальных причинно-следственных связей, существующих между элементами объекта управления, заменяя их влиянием фактора времени. С точки зрения общей теории ценностей, время не может превращаться в ценности другого вида: время не может стать деньгами, время не может стать продуктом, время не может стать инновацией само по себе. В противном случае можно было бы говорить о том, что от ЛПР ничего не зависит, а все происходит само по себе без участия человека. А управленческие решения, приводящие к определенным результатам, оцениваются не с точки зрения логической цепочки последовательных переходов ценностей из одного состояния в другое, а потому что “звезды так распорядились”. В кибернетике такие модели носят название “черного ящика”.

Формальные имитационные методы прогнозирования, конечно же, являются более содержательными, поскольку раскрывают существо причинно-следственных связей между элементами объекта управления. Базой для моделирования является прежде всего формальная имитационная модель, описывающая все взаимные превращения и переходы ценностей из одного состояния в другое. Задание начальных импульсов (определение начальных данных), а также управляющие воздействия на элементы такой модели в процессе моделирования (что является по сути выражением вариантов управленческих решений) позволяет получить содержательный результат в любой момент времени.

Отрицательные стороны данного подхода:

- Дополнительные требования к исходным данным.
- Большой объем информации о данных, описывающих состояние объекта управления.
- Необходимость оценки параметров (постоянных характеристик), информации о значениях которых, как правило, нет, как нет и четкого определения содержания этих характеристик.
- Необходимость дополнительного трактования результатов моделирования, в целом понятных для ЛПР и не всегда понятных владельцу проблемы.
- Уникальность используемых моделей.
- Большие затраты ресурсов и времени на моделирование.

В целом можно сказать, что использование формальных имитационных моделей является более предпочтительным по сравнению с классическими формальными методами, но в том случае, если владелец проблемы, ЛПР, эксперт и аналитик совпадают в одном лице, или, по крайней мере, обладают примерно одинаковым уровнем знаний о методах и способах имитационного моделирования. Ценность имитационных методов моделирования существенно возрастает, если они сочетаются с классическими формальными методами прогнозирования (в частности, для определения значений параметров модели).

Эвристические методы моделирования по своему названию предполагают использование неточных данных, либо данных, полученных при помощи порядковых оценок (в том числе экспертной) состояния объекта управления. Кроме того, эвристические методы предполагают использование математически и логически нестрогих процедур для оценки будущих состояний объекта управления. К числу таких методов относятся экспертные методы моделирования: метод “Дельфи”, ПАТТЕРН, прогнозные графы Глушкова и Поспелова и некоторые другие. Важно отметить, что для прогнозирования в инновационной сфере, где часто трудно определить достоверность исходных данных и невозможно определить все множество причинно-следственных связей между элементами объекта управления, эвристические методы моделирования играют ведущую роль.

К *нетрадиционным* методам прогнозирования следует отнести все то, что, в общем-то, не всегда является прогнозом с точки зрения его научной обоснованности, но все же позволяет получать информацию, хотя зачастую и далекую от истины, о возможных будущих состояниях объекта. Это методы моделирования по аналогии, методы изучения публикаций и патентно-технической литературы, методы написания сценариев, методы изучения научно-фантастической литературы, методы изучения общественных слухов и ожиданий и т. д. Нетрадиционные методы предполагают, что официальные документы, литература, темы для разговора среди рядовых граждан, специалистов (на конференциях), среди политиков, бизнесменов являются отражением реальной действительности и позволяют оценить динамику основных тенденций развития, по крайней мере, общества в целом и отдельных его слоев. К такому методу прогнозирования зачастую прибегают спецслужбы, которые направляют своих представителей на различного рода конференции, в командировки по обмену опытом в составе делегаций. В последние десятилетия приемы спецслужб были взяты на вооружение и представителями бизнеса.

Согласно классификации по признаку *назначения* можно выделить научно-технические прогнозы, технико-экономические, социально-экономические, военно-политические, естественно-природные.

По признаку *масштаба действия*: международные, национальные, отраслевые, межотраслевые, прогнозы предприятий, внутрифирменные.

По величине *периода прогнозирования*: оперативные (на период менее 1 года), краткосрочные (1–2 года), среднесрочные (2–5 лет), долгосрочные (более 5 лет).

По *времени осуществления*: в реальном масштабе (прогноз реализуется так быстро, что воздействует на процесс во времени его протекания), этапные (решение принимается в течение одного этапа, а реализуется в течение другого этапа прогнозного цикла), неограниченные по времени в принятии решения (время на прогнозирование и принятие решения не ограничено).

По *степени определенности условий*: с детерминированными условиями, со случайными условиями, с неопределенными условиями.

По *степени формализации условий*: с высокой степенью формализации условий, со средней степенью формализации условий, с низкой степенью формализации условий.

В рамках же *технологического прогнозирования* (прогнозирования динамики инновационного процесса) выделяют:

- интуитивные прогнозы;
- изыскательские прогнозы;
- нормативные прогнозы.

Принципиальное различие между этими классами методов заключается в том, что изыскательские моделируют направление движения в направлении развития инновационного процесса как по вертикали (от идеи до распространения инновации), так и по горизонтали (использование технологии, освоенной в одной отрасли применительно к другой отрасли). Нормативные методы прогнозирования оценивают инновационный процесс в обратном направлении. Интуитивные методы позволяют получить одновременный доступ к различным уровням инновационного процесса.

В рассмотренной классификации различают также методы прогнозирования с обратной связью. Мы считаем, что они всего лишь отражение процесса разработки и принятия решения, в котором с появлением новой информации предусматривается постоянная корректировка прогнозов и принятых решений, т. е. постоянный возврат на стадию подготовки решения со стадии разработки и реализации.

Рассмотрим подробнее методы прогнозирования в соответствии с последней классификацией.

2.3. Интуитивные методы прогнозирования инновационных процессов

Данный подход к прогнозированию, как и в целом к процессу принятия решения, широко использовался ранее (не является редкостью и в настоящее время), как правило, при условии, что ЛПР обладает достаточно большим накопленным опытом для распознавания ситуаций и определения основных тенденций развития этих ситуаций. По сути ЛПР, использующие лишь собственную интуицию, становятся “провидцами”, мнение которых можно считать отчасти научно обоснованным, поскольку их решение основано на многочисленных тренировках прогностических способностей в прошлом. Вместе с тем таких “провидцев” нельзя считать предсказателями, которые используют не научно обоснованные методы (не те, что требуют

логического обоснования). Несмотря на то что сам ЛПР может и не быть таким “провидцем”, он может привлекать таких людей к процессу разработки и принятия решения на различных стадиях. Такие “провидцы” в теории принятия решений называются экспертами.

Основным преимуществом интуитивных методов является отсутствие сложных формальных процедур, что, конечно же, очень импонирует ЛПР, испытывающим определенный психологический дискомфорт при общении с любыми формулами и даже самим упоминанием математики. Однако интуитивные методы обладают и сильным недостатком, который связан с неучетом или недостаточным учетом входной информации, т. е. эмпирических данных о значениях характеристик объекта управления.

Наиболее популярными методами интуитивного прогнозирования являются:

- метод “мозгового штурма”;
- метод написания сценариев;
- метод “Дельфи”.

Рассмотрим подробнее каждый из них.

Метод “мозгового штурма”

Данный метод используется для целого комплекса операций в процессе подготовки и разработки решения, в том числе и для прогнозирования возможных вариантов развития событий. Метод появился в 1940-е годы и получил широкое распространение в 50-е, прежде всего, как метод систематической тренировки творческого мышления.

В настоящее время различают несколько разновидностей данного метода, среди которых наиболее известны метод “прямой мозговой атаки”, метод обмена мнениями, метод “635” и метод модерации.

Метод “прямой мозговой атаки”

Он предполагает, что в прогнозировании ситуации одновременно участвуют несколько человек, которые открыто высказывают свое мнение относительно будущих возможных состояний объекта управления, определяя, какими условиями эти состояния могут быть обу-

словлены. Как правило, участники этого процесса — непрофессионалы и неспециалисты. Это необходимо для того, чтобы выполнить некоторые требования, предъявляемые методом к его участникам:

- Проблема должна быть сформулирована в обобщенном виде и предполагать достижение единственной цели.
- Ни одна высказанная идея не должна объявляться ложной. Исследование любой высказанной идеи не должно прекращаться.
- Участники процесса должны поощряться за то, что подхватывают любую высказанную идею и продолжают ее развивать, даже если кажется очевидным, что данная идея является неуместной.
- Все участники процесса должны чувствовать себя равноправными участниками.

Безусловно, метод предполагает наличие стороннего наблюдателя или руководителя группы, чтобы не допустить нарушения правил кем-либо из участников.

По поводу того, почему именно непрофессионалы привлекаются к данному процессу, есть очень хорошее высказывание Генри Форда о руководстве процессами: “. . . Специалист знает слишком много “невозможных” вещей.”

Как вариант рассматривается трехэтапный метод “прямой мозговой атаки”. Для этого участники процесса разбиваются на две или три группы.

На *первом этапе* участники первой группы в течение ограниченного времени генерируют идеи (при прогнозировании ситуации — возможные варианты развития событий, например, действия конкурента). Каждый участник по очереди обязан высказать не менее определенного количества возможных ситуаций, например одну. Далее также по очереди все участники первой группы предлагают возможные дополнения и коррективы к каждому высказыванию из коллег по группе. Участники второй группы — наблюдатели (по одному закрепленному за каждым участником процесса обсуждения) — фиксируют все предложения, высказанные их подопечным.

На *втором этапе* участники третьей группы получают результаты в виде высказываний участников первой группы с дополнениями

и коррективами без указания на то, кто какие предложения высказывал и кто какие коррективы вносил. По очереди в течение ограниченного времени каждый из участников третьей группы должен указать условия, в соответствии с которыми каждая высказанная ситуация является невозможной. Кроме того, каждый из участников высказывает мнение о степени вероятности каждой из высказанных участником первой группы ситуаций. Оценки могут быть даны по порядковой шкале. Наблюдатели из второй группы так же, как и на первом этапе, фиксируют высказывания участников третьей группы по каждому высказыванию.

Третий этап. Участники первой группы получают информацию об условиях, которые могут воспрепятствовать появлению высказанных ими ситуаций. В этой информации отсутствует указание на то, кто из участников третьей группы сделал подобные высказывания. Далее участники первой группы по очереди определяют степень вероятности каждого условия. Наблюдатели, собрав все данные по каждому высказыванию о возможной ситуации в будущем и по условиям, которые могут воспрепятствовать появлению этих ситуаций, составляют окончательный отчет, результатом которого будут:

- 1) прогноз развития ситуации в форме высказываний участников “мозгового штурма” с указанием степени вероятности каждой возможной ситуации;
- 2) список условий, которые могут воспрепятствовать появлению ситуаций, с указанием степени вероятности каждого из высказанных условий;
- 3) список участников с указанием количества высказанных предложений (для первой группы) и условий (для третьей группы).

Данный метод может быть дополнен еще и некоторым механизмом обработки высказанной информации с целью определения наиболее вероятных вариантов развития событий, но это уже будет не чисто интуитивный метод. Главное назначение метода “прямой мозговой атаки” — генерировать наибольшее количество предложений и предоставить ЛПП информацию о возможных вариантах развития будущего.

Метод обмена мнениями

В отличие от метода “прямой мозговой атаки” предполагает ограниченное количество участников (в некоторых источниках указывается, что количество участников должно равняться 6). Каждый из участников метода обмена мнениями сочетает в себе роли генератора предложений, критика предложений и наблюдателя, т. е. все те роли, которые в методе “прямой мозговой атаки” были распределены по отдельным группам участников. Требования, предъявляемые к участникам процесса обмена мнениями, те же самые, что предъявлялись к участникам “прямой мозговой атаки”: за ограниченное время высказать не менее определенного количества предложений, сделать наибольшее количество дополнений и корректив в высказанные предложения, сделать наибольшее количество критических замечаний в адрес каждого высказанного предложения. Все действия должны быть сделаны в порядке определенной очередности: предложения — дополнения и коррективы — критические замечания. Участникам процесса обмена мнениями запрещено вступать в спор друг с другом (считается, что в споре рождается неприязнь, а не истина, и “оттачиваются” аргументы).

Метод обмена мнениями был в классическом виде реализован в 70-е годы XX века в известной телепередаче “Что? Где? Когда?”.

Метод “635”

Метод “635” — это невербальная версия метода обмена мнениями. Такое название было получено от следования определенным правилам, согласно которым 6 человек должны генерировать по 3 идеи в течение каждых 5 минут, зафиксировать их на листе бумаги и передать другому участнику. Другие участники, прочитав то, что уже генерировано коллегами, могут развить идеи и генерировать новые. В итоге за полчаса генерируется 108 идей.

Метод применяется в основном для генерирования возможных вариантов принятия решений, однако он вполне может быть использован и для генерирования возможных вариантов развития событий.

Метод модерации

Он представляет собой современную интерпретацию метода “мозгового штурма”, в которой используются как открытые, так и закры-

тые процедуры генерирования возможных вариантов развития ситуации. Модерация начинается с психологической подготовки, в рамках которой ведущий процесса, который именуется “модератором”, пытается создать неформальную атмосферу общения между участниками процесса.

Далее участникам предлагается составить список проблем для обсуждения на некоторую определенную модератором тему. В закрытом режиме участники записывают на одинаковые карточки проблемы, которые, по их мнению, они готовы обсудить в открытом диалоге.

Модератор собирает карточки и прикрепляет их на доску для всеобщего обозрения. Далее модератор в соответствии с мнением участников процесса группирует близкие по смыслу проблемы в проблемные области, в отношении каждой из которых сами участники устанавливают приоритет, важность и степень актуальности.

После определения проблемных областей участники процесса модерации разбиваются на группы для обсуждения и определения возможных вариантов развития ситуации. Фактически прогноз, формируемый таким образом, становится результатом открытого обмена мнениями.

После обсуждения отдельных проблемных областей в группах участники процесса модерации вновь собираются вместе, для того чтобы сформировать общий результат работы. Роль модератора заключается в обеспечении эффективных коммуникаций между участниками процесса и в поддержании равноправия мнений.

Метод написания сценариев

Сценарием называется взаимосвязанная последовательность событий, отличительной особенностью которой является присутствие определенного сюжета и распределения ролей, между объектом управления и элементами внешней среды, взаимодействующими с объектом. По сути это вольное изложение развития ситуации, данное, как правило, экспертом.

Написание сценариев используется, как правило, для изучения целей высшего уровня и принятия стратегических решений, например миссии фирмы, возможных направлений вертикального распространения инноваций (от технологий более низкого к технологиями более высокого уровня) и развития рынков продуктов.

В общем случае при разработке сценариев выделяют следующие этапы:

1. Формулирование проблемы.
2. Определение и группировка сфер влияния.
3. Выделение критических точек среды организации и оценка их влияния на будущее организации.
4. Определение характеристик и критериев будущего развития организации.
5. Формулировка и отбор согласующихся наборов предложений.
6. Сопоставление определенных критериев характеристик с предположениями о возможной их достижимости.
7. Введение в сценарий системоразрушающих факторов, выраженных в виде существенных событий внешней среды или неэффективных решений, принятых ЛПР.
8. Установление последствий влияния системоразрушающих факторов.

Нужно отметить, что ряд этапов сценарного прогнозирования повторяют этапы подготовки к принятию решения (целеполагание, определение характеристик и их критериев, оценка характеристик). Это не является удивительным, поскольку, как указывалось ранее, границы между этапами, предваряющими разработку решения, являются размытыми, а потому невозможно четко определить, когда заканчивается оценка характеристик и начинается прогнозирование. К интуитивным методам это относится в первую очередь.

Несмотря на определенное многообразие возможных способов реализации написания сценариев, наибольшее распространение получили следующие виды сценарного описания прогнозов:

1. Получение согласованного мнения.
2. Синоптическая итерация.
3. Использование матриц взаимодействия.

Получение согласованного сценария

Данный сценарный метод предполагает совместное написание сценариев рядом экспертов, каждый из которых вносит дополнения в работу своего коллеги.

К недостаткам данного метода следует отнести недостаточный учет взаимодействия факторов, влияющих на ситуацию.

Синоптическая итерация

Предполагает написание независимых сценариев по различным направлениям развития внешней среды и организации в рамках внешней среды: экономика, демография, политика, финансы и т. д. После написания сценарии сопоставляются по существенным событиям, лежащим в основе сценариев. Процедура синоптической итерации заключается в последовательном выявлении согласованных последовательностей событий.

К основным недостаткам данного метода относится недостаточная разработка методических процедур сопоставления сценариев.

Использование матриц взаимодействия

Матрицы взаимодействия позволяют вычлени из сценариев информацию о существенных событиях и установить потенциальные причинно-следственные связи.

Основным недостатком данных процедур является трудоемкость оценки взаимного влияния событий.

2.4. Методы изыскательского прогнозирования инновационных процессов

Если вкратце заявить о назначении изыскательского прогнозирования, то его можно определить как метод определения возможных направлений и состояний развития инновационного процесса от более простых технологий к более сложным, от научной идеи до массового распространения инновации. Основной вопрос, на который пытаются дать ответ методы изыскательского прогнозирования, — в каком состоянии будет находиться данная технология, данный продукт через определенный интервал времени. Для ответа на этот вопрос необходимо в методах изыскательского прогнозирования

использование количественных характеристик, относящихся к объекту управления и определенных не экспертным путем, а непосредственным измерением. Таким образом, к методам изыскательского прогнозирования относится большинство формальных методов:

1. Экстраполяционные методы.
2. Регрессионные методы.
3. Методы анализа временных рядов.
4. Параметрические методы.
5. Имитационные методы.
6. Байесовские методы.

Далее рассмотрим подробнее каждый из этих методов.

Экстраполяционные методы. Аналоговые модели

Экстраполяция представляет собой формальное продолжение некоторой прогнозной функции, реконструированной на основе эмпирических данных.

Сам процесс экстраполяции можно разбить на два этапа:

1. Реконструкция формального вида прогнозной переменной как функции времени:

$$\{x_j, t_j\} \rightarrow \hat{x}(t), \quad (10)$$

где t_j — наблюдаемые моменты времени;

x_j — наблюдаемые значения характеристики x в моменты времени t_j ;

$\hat{x}(t)$ — прогнозная функция.

2. Вычисление функции $\hat{x}(t)$ в прогнозный момент времени.

Основным достоинством экстраполяционных методов является высокая степень формализуемости прогнозной функции и способность рассчитать точное значение прогнозной функции в любой момент времени в будущем.

Основной недостаток заключается в том, что оценка прогноза очень чувствительна к выбору прогнозной функции.

Все множество прогнозных функций, которые используются в экстраполяции временных рядов, можно разделить на аналоговые и феноменологические модели.

Аналоговые модели описывают поведение объекта, как правило, физической природы, поведение которого считается похожим на поведение изучаемого объекта. К моделям данного вида относятся модель Ленца, модель Райденауера, модель Хартмана, модель Холтона, модель Патнэма, модель Ромера. По аналоговым моделям можно судить об интенсивности распространения информации, зародившейся в научной идее. Считается, что чем сильнее интенсивность, тем быстрее идея находит свое воплощение в фундаментальных и прикладных исследованиях. Данные модели обычно используются на ранних стадиях инновационного процесса: развитие идеи до уровня элементарной технологии.

Феноменологические модели предполагают самостоятельное конструирование ЛПР функции, которая может описать динамику характеристики объекта управления. К данному виду моделей относятся полиномиальные, нормативные модели, модели, генерированные на основе метода наименьших квадратов. Методы на основе феноменологических моделей применяются для прогнозирования инновационного процесса от стадии фундаментального технологического исследования до распространения существующей технологии.

В целом о применении экстраполяционных методов прогнозирования можно говорить только на ранних стадиях инновационного процесса.

Модель Адамса

Распространение информации, согласно данной модели, происходит по аналогии с расстоянием, которое пролетает свободно падающее физическое тело.

Увеличение интенсивности распространения информации, согласно данной модели, пропорционально ускорению свободного падения g :

$$\frac{d^2 I}{dt^2} = g. \quad (11)$$

Соответственно, интенсивность распространения информации можно будет рассчитать по аналогии со скоростью движения падающего тела:

$$\frac{dI}{dt} = gt. \quad (12)$$

Ну, и, конечно же, суммарное количество информации, распространенное за определенный интервал времени T , можно рассчитать по аналогии с определенным интегралом, взятым от скорости падения тела:

$$I = \int_0^T gt \, dt = \frac{gT^2}{2}. \quad (13)$$

Таким образом, скорость распространения информации пропорциональна квадрату времени, прошедшего от момента зарождения и обнародования идеи. Проблема в этой ситуации возникает с определением коэффициента пропорциональности g , который для расчета значения количества информации вовсе не будет равен $\approx 9,8$ и уж тем более не будет вычисляться в метрах, деленных на секунду в квадрате. Ну, а поскольку обозначение коэффициента не имеет особого значения для определения количества информации, то равенство (13) можно переписать в виде

$$I = kT^2, \quad (14)$$

где k — коэффициент пропорциональности.

Основная ценность данной модели заключается в понимании самого механизма развития идеи, а не в определении количественного значения информации, даже если бы было известно, как рассчитать значение коэффициента k , поскольку невозможно сказать заранее, что понимать под информацией: количество знаков во всех публикациях по теме, связанной с данной идеей, или изменение неопределенности, выраженной в энтропии исходной идеи. По крайней мере, используя формулу (14), можно с уверенностью сказать, что если мы знаем примерно момент времени, когда зародилась идея, то по прошествии такого же интервала времени от момента прогнозирования количество информации увеличится в 4 раза (см. рис. 8).

Что же касается возможных единиц измерения информации, то в этом случае, скорее всего, можно использовать величину разности энтропии до появления идеи и до полного ее всестороннего изучения. Другими словами, можно сказать, что существует момент времени, когда накопление информации, обусловленной идеей, прекратится. Это связано с поведением аналога: свободно падающее тело

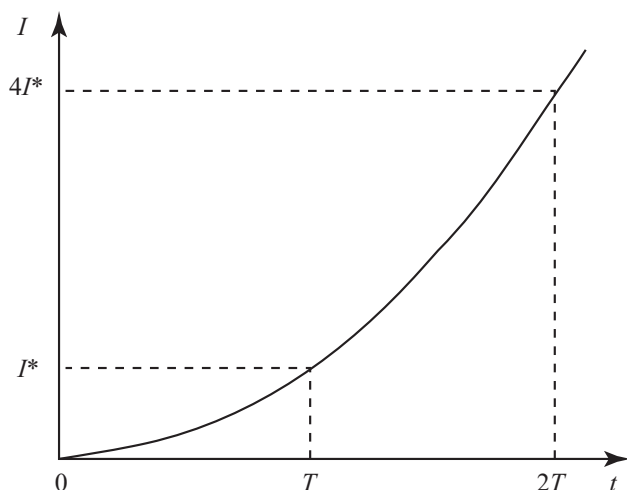


Рис. 8. График увеличения объема информации по закону Адамса

прекратит свое падение, как только достигнет поверхности тела притяжения (см. рис. 9). Однако достижение такого состояния в реальной действительности невозможно, поскольку невозможно на 100% всесторонне исследовать любую идею. Следовательно, закон Адамса для описания прогноза распространения информации применим только на стадии фундаментальных исследований и начальной стадии прикладных исследований. По этому закону можно рассчитать, например, примерное время защиты очередной диссертации по теме, связанной с идеей, или момент начала прикладных исследований, если достоверно известно, какое количество фундаментальных работ необходимо провести для того, чтобы приступить к изучению с практической стороны.

Модель Айзенсона

Как мы увидели, модель Адамса не позволяет учесть существенного изменения ситуации, связанного с вовлечением в процесс фундаментальных исследований большего количества людей. Зато учесть данный фактор позволяет аналоговая модель Айзенсона.

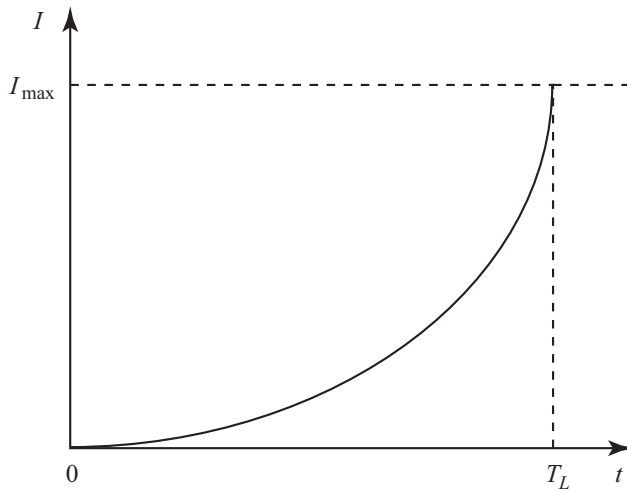


Рис. 9. Общий вид закона распространения информации Адамса

Согласно модели Айзенсона, темп (скорость) увеличения количества информации пропорционален количеству исследователей, занятых разработкой идеи:

$$\frac{dI}{dt} = gN(t) \frac{L - I}{L} = gN_0 e^{ct} \frac{L - I}{L}, \quad (15)$$

где I — количество информации;

L — максимально возможное количество информации;

g — коэффициент продуктивности одного исследователя;

N — число исследователей, активно занятых в момент времени t ;

N_0 — число исследователей, активно занятых в момент времени $t = 0$;

c — параметр, определяющий увеличение количества исследователей, занимающихся разработкой данной темы.

Преимущество данной модели заключается не только в том, что она указывает на бесконечный экспоненциальный рост информации, связанный с развитием идеи, но также и на то, что в момент зарождения идеи количество информации не равно нулю. Действительно, рождение идеи связано не со случайным полетом мысли в мире, полном хаоса, а с постоянным и методичным отбором

причинно-следственных связей, который происходит у каждого человека в течение достаточно продолжительного времени. Момент рождения идеи представляет собой нахождение достаточно устойчивых причинно-следственных связей между факторами, что позволяет сформулировать гипотезу о существовании некоторой системы.

Присутствующий в правой части уравнения множитель $\frac{L-I}{L}$ указывает на изменение интенсивности получения дополнительного количества информации в зависимости от степени достижения максимально возможной степени всестороннего изучения идеи L . Однако измерить этот максимальный уровень на начальных стадиях фундаментальных исследований не представляется возможным. Что же касается самого измерения количества информации, то предлагается его учитывать в общем количестве публикаций по данной теме.

Коэффициент продуктивности одного исследователя g измеряется в количестве статей, приходящихся в среднем в год на одного исследователя, занятого изучением данной проблемы.

Произведение $N_0 e^{ct}$ определяет увеличение количества исследователей, активно занимающихся исследованием данной проблемы, в экспоненциальной зависимости.

Решая дифференциальное уравнение (15), которое является линейным первого порядка, находим общее решение в виде

$$I = L - (L - I_0) e^{-\frac{gN_0}{cL} e^{ct}}. \quad (16)$$

Учитывая, что $I_0 \ll I$ ($t \neq 0$), получаем общее решение

$$I = L \left(1 - e^{-\frac{gN_0}{cL} e^{ct}} \right). \quad (17)$$

Кроме того, Айзенсон считал, что на интенсивность роста количества информации оказывает также влияние общение между исследователями, причем с той же силой, что и работа каждого исследователя в отдельности. С учетом этого замечания уравнение (15) приобретает следующий вид:

$$\begin{aligned} \frac{dI}{dt} &= g \left(N(t) + \frac{1}{2} N(t) (N(t) - 1) \right) \frac{L - I}{L} = \\ &= \frac{1}{2} g N_0 e^{ct} (N_0 e^{ct} + 1) \frac{L - I}{L}. \end{aligned} \quad (18)$$

При $N \gg 1$ уравнение (18) можно переписать в следующем виде:

$$\frac{dI}{dt} = \frac{1}{2} g N_0^2 e^{2ct} \frac{L - I}{L}, \quad (19)$$

общим решением для которого при допущении $I_0 \ll I$ ($t \neq 0$) будет уравнение

$$I = L \left(1 - e^{-\frac{gN_0^2}{4cL} e^{2ct}} \right). \quad (20)$$

График данного уравнения будет представлять собой S -образную кривую с точкой перегиба при $t = \frac{1}{2c} \ln \frac{4cL}{gN_0^2}$ (см. рис. 10).

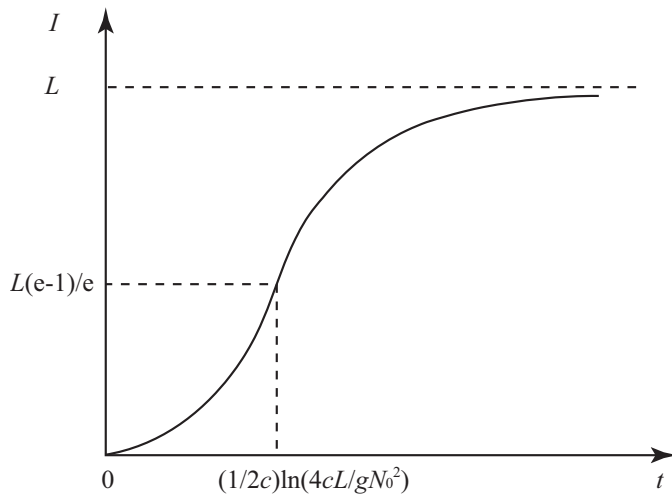


Рис. 10. График закона распространения информации Айзенсона

Для того чтобы воспользоваться уравнением Айзенсона для прогнозирования степени реализации данной идеи, необходимо знать значение величины L . Однако L предполагает не только фундаментальные и прикладные исследования, но и появление новых технологий, и сами инновации и диффузию инноваций. Таким образом, определить заранее максимальный размер информации, который может быть получен при изучении любой идеи, не представляется возможным. Следовательно, использование закона Айзенсона ограничивается, как и в случае с законом Адамса, прогнозированием инновационного процесса на начальных стадиях (фундаментальные и прикладные исследования и создание элементарной технологии). Для этого необходимо исключить из уравнения (19) множитель $\frac{L-I}{L}$, ограничивающий рост количества информации. В итоге после интегрирования получим общее решение в виде

$$I = \frac{gN_0^2}{4c} (e^{2ct} - 1). \quad (21)$$

Модель Хартмана

Очень похожую модель для описания интенсивности распространения информации предложил Хартман. Он рассматривает деятельность ученых, занимающихся исследованиями, по аналогии с броуновским движением молекул газа, сталкивающихся друг с другом. Столкновение молекул — это и есть процесс генерации новой информации. Также Хартман считал, что интенсивность прироста информации зависит от уже имеющейся информации. Таким образом, Хартман считает, что развитие идеи возможно только во взаимодействии исследователей. Одиночные действия исследователей, по мнению автора модели, новой информации не дают, что является основанием для критики модели.

Как и предыдущие модели, модель Хартмана нашла свое применение лишь при моделировании инновационного процесса на начальных стадиях.

В общем виде модель Хартмана можно представить в виде следующего дифференциального уравнения:

$$\frac{dI}{dt} = kvN\sigma I(t), \quad (22)$$

где N — число ученых, которые могут заниматься разработкой некоторой модели;

$I(t)$ — количество накопленной информации в системе в момент времени t ;

v — скорость движения “информационных молекул” (интенсивность стремления ученых к взаимодействию и обмену мнениями);

σ — активная площадь взаимодействия молекул (КПД взаимодействия ученых);

k — коэффициент пропорциональности.

Интегрируя уравнение (22) по времени от 0 до T , получаем уравнение для количества накопленной информации в течение периода T :

$$I = I_0 (e^{kvN\sigma t} - 1), \quad (23)$$

где I_0 — количество накопленной информации в момент времени $t = 0$.

Несмотря на всю простоту записи и высокую степень содержательности, уравнение Хартмана для описания скорости роста информации имеет существенный недостаток, связанный с необходимостью определения значений сразу трех коэффициентов. Кроме того, необходимо также определиться с размерностью этих коэффициентов.

Для выполнения прогнозных расчетов в модели Хартмана вводится допущение — произведение $kvN\sigma$ принимается за константу, после чего уравнение (23) приобретает вид

$$I = I_0 (e^{bt} - 1), \quad (24)$$

где $b = kvN\sigma$ — коэффициент пропорциональности.

Модель Ленца

Как итог изучения аналоговых экстраполяционных моделей рассмотрим модель Ленца. Данная модель является своего рода высшей степенью проявления возможностей интерпретации стадий инновационного процесса на основе аналоговых систем.

Увеличение накопленной информации Ленц, как и его предшественник Айзенсон, рассматривал в качестве процесса, имеющего точку насыщения L .

В качестве функции распространения информации Ленц предлагает использовать логистическую S -образную функцию (см. рис. 11):

$$I(t) = \frac{L}{1 + ae^{-bt}}, \quad (25)$$

где $I(t)$ — количество накопленной информации в системе в момент времени t ;

L — предельное значение (точка насыщения) информации;

a — параметр (безразмерный);

b — параметр (размерность: время в минус первой степени).

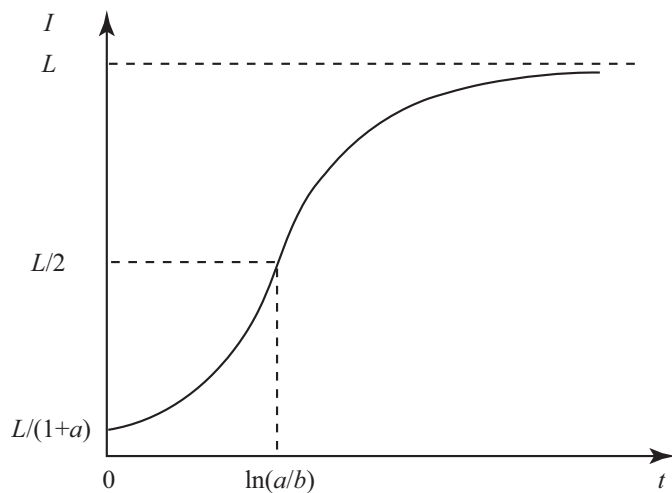


Рис. 11. Логистическая S-образная функция

Сама по себе логистическая функция, конечно же, не дает представления о процессе превращения ценности. Аналогией здесь следует считать само применение функции к описанию процессов, сходных с инновационными процессами. В качестве таких аналогий Ленц приводит клеточную аналогию и аналогию полового размножения. Далее в табл. 10 приводится детальный перечень таких аналогий.

Безусловно, с теоретической точки зрения модель Ленца имеет очень важное значение для прогнозирования времени наступления этапов инновационного процесса, однако для этого требуется более детальная проработка соответствий значений количества накопленной информации I с определенными стадиями инновационного процесса или его аналога. В отсутствии возможностей для определения таких соответствий следует ограничивать применение модели Ленца лишь начальными стадиями инновационного процесса (фундамен-

тальными и прикладными исследованиями, разработкой технологий, опытных образцов и конструкторской документации).

Таблица 10

Таблица аналогий в клеточном росте и инновационном процессе

<i>Биологический рост</i>	<i>Инновационный процесс</i>
Исходная клетка	Первоначальная идея или изобретение
Деление клетки	Процесс изобретательства
Клетка второго поколения	“Новая” идея или изобретение
Период деления клетки	Время, необходимое для того, чтобы первоначальное изобретение вызвало “новое”
Питательная среда	Экономическая поддержка, оказываемая изобретению
Срок жизни клетки	Полезная жизнь изобретения
Нормальная смерть клетки	Устаревание изобретения
Клеточная масса	Техническая область или класс машин
Предел объема клеточной массы	Пределы экономического спроса на изобретение в данной технической области
Жизнеспособность клеточной массы	Эксплуатационные характеристики

Резюмируя применение аналоговых моделей в качестве экстраполяционных методов прогнозирования следует отметить, что их использование является сильно ограниченным. Как удалось убедиться, аналоговые модели дают хорошие результаты только на ранних стадиях инновационного процесса. Основной причиной невозможности

их применения на более зрелых стадиях производства инновационной продукции сопряжено с трудностями измерения и интерпретации данных.

Экстраполяционные методы. Феноменологические модели

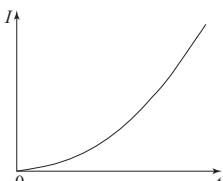
Регрессионные модели

Следующим шагом, который в еще большей степени исключает влияние интуиции на результат прогноза, является использование тех же экстраполяционных функций, выбор которых осуществляется не на основании аналогии поведения объектов, а на основании того, насколько точно функция описывает тенденцию, сложившуюся в данном инновационном процессе. Таким образом, задача ЛПР сводится к выбору той функции, кривая которой в наибольшей степени напоминает поведение реального процесса, независимо от того, какой смысл необходимо будет вложить в отдельные параметры, описывающую функцию.

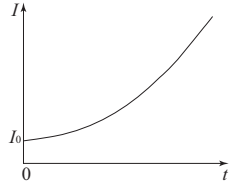
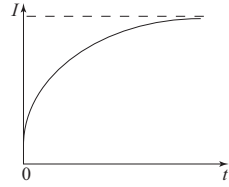
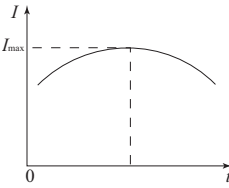
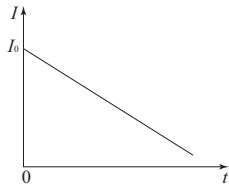
Если рассматривать инновационный процесс с точки зрения жизненных циклов, то для различных стадий предлагаются различные феноменологические модели (см. табл. 11).

Таблица 11

Математические функции, описывающие динамику жизненных циклов

Стадия жизненного цикла	Название функции	Уравнение и график
Зарождение	Экспоненциально-степенная	$I = e^{at} \cdot bt^c$ 

Окончание табл. 11

Стадия жизненного цикла	Название функции	Уравнение и график
Ускорение роста	Экспоненциальная	$I = I_0 e^{at}$ 
Замедление роста	Вторая функция Торнквиста	$I = k \frac{t + a}{t + b}$ 
Зрелость	Парабола	$I = a + bt + bt^2$ 
Спад	Прямая	$I = I_0 + bt$ 

После того как выбрана необходимая функция для описания определенной стадии инновационного процесса, перед ЛПР стоит задача оценить параметры этой функции. Это можно легко сделать

при помощи *метода наименьших квадратов*, если, конечно же, есть статистические данные о динамике характеристики объекта управления в течение определенного периода наблюдения.

В общем виде задачу поиска значений параметров выбранной функции методом наименьших квадратов можно представить в виде следующего выражения:

$$\sum_{k=1}^n \left(I_k - \hat{I}(\bar{a}, t_k) \right)^2 \rightarrow \min, \quad (26)$$

где I_k — наблюдаемое значение признака в момент времени k ;

\hat{I} — расчетное значение признака в момент времени k ;

$\bar{a} = (a_0, a_1, a_2, \dots, a_m)$ — вектор значений параметров;

t_k — моменты времени.

Общий смысл выражения (26) заключается в том, чтобы найти уравнение такой аналитической кривой, значения которой в наименьшей степени расхотились бы с наблюдаемыми значениями.

В итоге, после определения значений параметров \bar{a} , получается функция, описывающая изменение значения изучаемого признака I от времени. Такая зависимость носит название уравнения регрессии. Мы не будем подробно останавливаться на том, как находить уравнение регрессии, поскольку это является предметом многих учебных курсов, в том числе и математической статистики. В связи с этим мы считаем, что все эти процедуры очень хорошо известны студентам. Многие из процедур реализованы в прикладных программах, которые также, мы надеемся, известны тем, кто читает эти строки. Скажем лишь о том, что после нахождения уравнения регрессии существует необходимость проверить его качество при помощи специальных статистик. В частности, при помощи статистики Фишера (F -статистики) оценивается качество (значимость) всего уравнения регрессии, а при помощи статистик Стьюдента (t -статистик) — качество отдельных параметров этого уравнения. Если качество уравнения не является удовлетворительным, то использование его для решения задач прогнозирования очевидно может дать неверные результаты.

В отличие от экстраполяционных методов прогнозирования, построенных на аналитических моделях, позволяющих составить достаточно примерный прогноз на основе причинно-следственных связей, методы, основанные на моделях феноменологических (в том

числе регрессионных) дают более точные результаты, выражающиеся в количественных единицах и отношениях. Однако феноменологические методы, как указывалось ранее, пренебрегают причинно-следственными связями, да и компоненты этих уравнений (параметры), как правило, не имеют содержательного смысла. Поэтому объяснить, почему получилось именно такое прогнозное значение, а не какое-либо другое, можно только на основании доводов из серии: “звезды так распорядились”, “карты так легли” и т. д. Понятно, что у ЛПР могут возникнуть трудности, чтобы доказать тому же владельцу проблемы правдивость прогноза. В целом же методы построения регрессии в качестве инструментов прогнозирования можно охарактеризовать как “максимум точности — минимум содержательности”.

Полиномиальные модели

Альтернативным способом определения значений параметров феноменологической модели является поиск параметров *полиномиальной модели*.

Полиномиальную модель динамики некоторой характеристики можно представить в виде уравнения

$$I = a_0 + a_1t + a_2t^2 + \dots + a_nt^n. \quad (27)$$

Количество элементов полиномиальной модели определяется по виду тенденции, а также по количеству статистических данных, имеющих в распоряжении ЛПР. Если ЛПР обладает информацией о состоянии объекта исследования только в 2 момента времени, то на основании этих данных могут быть найдены значения параметров лишь для полиномиальной функции первого порядка:

$$I = a_0 + a_1I. \quad (28)$$

Если же в распоряжении ЛПР есть данные о трех моментах наблюдения, то на их основании он может уже найти значения параметров для полиномиальной модели второго порядка:

$$I = a_0 + a_1I + a_2I^2. \quad (29)$$

Аналогично подбираются параметры для моделей большего порядка.

Полиномиальные модели, как и любые другие, относящиеся к классу феноменологических моделей, позволяют смоделировать

тенденцию изменения значения характеристики и вычислить достаточно ее прогнозное значение. Преимущество полиномиальных моделей перед регрессионными заключается в том, что они позволяют сэкономить время для определения прогнозного значения. Кроме того, полиномиальные модели показывают свою эффективность при малом количестве статистических данных, т. е. в тех случаях, когда регрессионные модели считаются статистически незначимыми.

Методы декомпозиционного анализа динамических рядов

В отличие от регрессионных и полиномиальных моделей, а также в отличие от аналитических моделей, которые пытаются выявить всего лишь тенденцию динамики некоторой характеристики объекта управления, декомпозиционный анализ динамических рядов предполагает выявление не только тенденции, но и колебательных элементов, которые допускают отклонение от тенденции.

В общем виде модель декомпозиции временного ряда можно представить в форме уравнения

$$I = T + C + S + E, \quad (30)$$

где T — значение, определяемое сложившимся трендом;

C — значение, определяемое циклическими колебаниями;

S — значение, определяемое сезонными колебаниями;

E — значение, определяемое случайными отклонениями от сложившегося тренда.

Нужно отметить, что в регрессионных моделях также присутствуют тренд и случайная составляющая. Что же касается циклических и сезонных колебаний, которых нет в регрессионных моделях, то они отличаются по природе происхождения. Сезонные колебания согласуются с годовым циклом. Циклические колебания, соответственно, не согласуются.

Представленная в уравнении (30) модель декомпозиции временного ряда называется *аддитивной*, поскольку все компоненты прогнозного значения складываются. Такое декомпозиционное представление не является единственным. Существуют также *мультипликативная* и *смешанная* модели, уравнения которых соответственно:

$$I = T \cdot C \cdot S \cdot E, \quad (31)$$

$$I = T \cdot C \cdot S + E. \quad (32)$$

Выбор подвида модели для прогнозирования определяется поведением объекта в период основания прогноза (в период, за который имеются наблюдения). Если амплитуда колебаний прогнозируемой характеристики с течением времени не изменяется, то используется аддитивная модель (см. рис. 12), если же изменяется — мультипликативная (см. рис. 13).

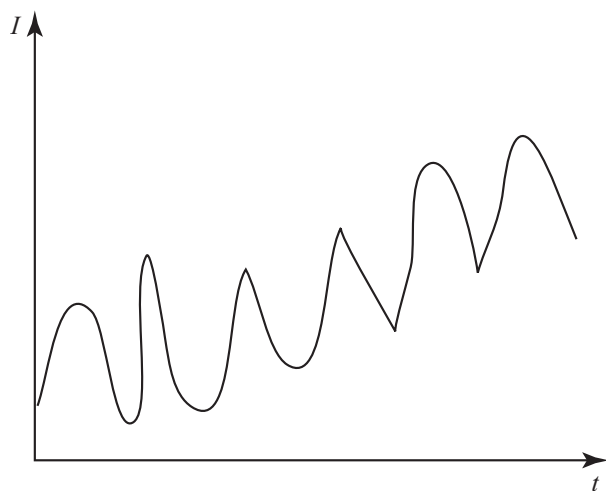


Рис. 12. График динамики характеристики с амплитудой колебаний, близкой к постоянной

Компоненты уравнения находятся методом последовательного исключения. Сначала находится трендовая компонента определением уравнения регрессии. После ее исключения из динамического ряда находится сезонная компонента, а затем циклическая.

Для получения достоверного прогноза при использовании модели декомпозиции временных рядов необходимо использование большого количества статистических данных, составляющих основание прогноза.

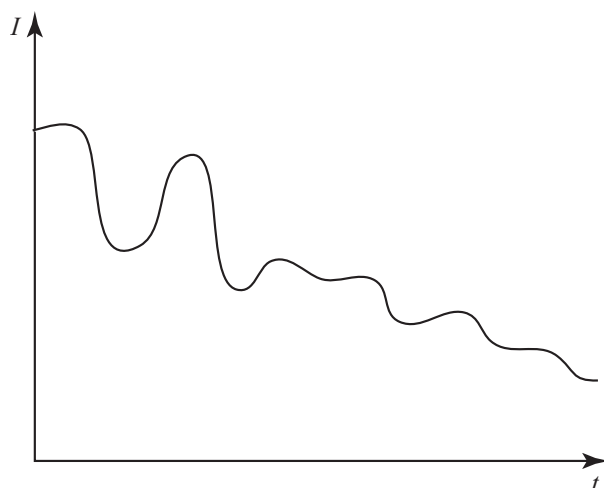


Рис. 13. График динамики характеристики с убывающей амплитудой колебаний

Параметрические модели

В случае когда количество статистических данных, составляющих основание прогноза, не удовлетворяет требованиям моделей (относится прежде всего к регрессионным моделям и моделям декомпозиции временного ряда), а применение полиномиальных моделей не представляется возможным, используются параметрические модели.

Основное достоинство параметрических моделей для целей экстраполяции заключается в том, что они позволяют прогнозировать характеристики в отношении инновационных продуктов и технологий на основании характеристик, которые рассчитаны в отношении уже освоенных технологии и продукции, имеющей массовый выпуск. Освоенные технологии и продукты выступают в качестве аналогов для инноваций.

Общий вид функции, позволяющей определить прогнозное значение характеристики, можно представить в виде выражения

$$I_{jt} = \frac{I_b}{X_b} \cdot X_{jt} \cdot \prod_i K_{it} \quad (33)$$

где I_{jt} — значение прогнозируемой переменной инновационного продукта в условиях эксплуатации j в период упреждения t ;

I_b — значение прогнозируемой характеристики базового продукта (выпускаемого организацией в настоящее время);

X_b — значение характеристики базового продукта, которая, по мнению ЛПР, является основным положительным фактором, влияющим на прогнозируемую характеристику (например, количество работников предприятия, производительность труда одного работника, производственные мощности и т. д.);

X_{jt} — значение положительного фактора инновационного объекта в условиях эксплуатации j в период упреждения t ;

K_{it} — коэффициент, учитывающий влияние i -го изменения организационно-технического уровня отдельных подсистем организации, связанного с производством инновационного продукта, в период времени t .

Значения коэффициентов, учитывающих изменение организационно-технического уровня, определяются также в соотношении проектируемого инновационного продукта (или технологии) и выпускаемого продукта. В общем виде расчет коэффициента можно представить в виде формулы

$$K_{it} = \frac{H_{pt}^o / H_p}{H_b^o / H_b}, \quad (34)$$

где H_{pt}^o — освоенные технологические элементы инновационного продукта в момент времени t ;

H_p — общее количество технологических элементов инновационного продукта;

H_b^o — освоенные технологические элементы базового продукта;

H_b — общее количество технологических элементов базового продукта.

Индекс i , принадлежащий коэффициенту K , определяет вид осваиваемых технологий: технология промышленного изготовления, технология управления персоналом, технология маркетинга, технология продаж и т. д. Другими словами, данным индексом определяются все элементы системы менеджмента организации, влияющие на степень достижимости потенциального значения прогнозируемой характеристики.

Под количеством технологических элементов можно понимать количество деталей, входящих в состав выпускаемого продукта ор-

ганизации (или инновационного продукта), количество технологических операций.

Метод Байеса

Прогнозирование событий является более сложным, чем прогнозирование состояний, поскольку событие предполагает факт качественного изменения состояния, что сказать лишь по виду значений переменных достаточно сложно.

Можно, конечно же, воспользоваться статистикой и вычислить вероятность события как отношение числа опытов (наблюдений, случаев), в которых данное событие имело место, к общему числу случаев. Однако условия, в которых события происходят или не происходят, могут различаться, в связи с чем возникает необходимость учета дополнительных событий, которые, возможно, обуславливают наступление интересующего события, а может быть и наоборот, дают основание полагать, что данное событие, скорее всего, не произойдет.

Метод Байеса, который используется для прогнозирования событий, основан на известной из теории вероятностей формуле Байеса, или ее еще называют теоремой “гипотез”. В общем виде формула Байеса выглядит как

$$P(A_i|B) = \frac{P(B|A_i)P(A_i)}{\sum_{i=1}^n P(B|A_i)P(A_i)}, \quad (35)$$

где $P(A_i|B)$ — апостериорная вероятность наступления события A_i , принадлежащего некоторому множеству несовместных событий при условии, что в момент наблюдения проявился признак B ;

$P(B|A_i)$ — априорная вероятность наступления события B каждый раз перед тем, как произойдет событие A_i ;

$P(A_i)$ — априорная вероятность события A_i .

Поскольку события A_i составляют полную группу, постольку

$$\sum_{i=1}^n P(A_i|B) = 1, \quad (36)$$

$$\sum_{i=1}^n P(A_i) = 1. \quad (37)$$

Помимо того что формула Байеса позволяет на основании правильной идентификации признаков прогнозировать события с определенной вероятностью, она также позволяет ЛППР корректировать прогнозы, если в течение периода упреждения произошли события, которые существенным образом могут отразиться на возможности наступления прогнозируемого события.

Однако можно не применять теорему Байеса, если заранее известно, каким будет ключевое событие, определяющее событие прогнозируемое. Сложнее обстоит дело в случаях, когда на вероятность прогнозируемого события оказывают влияние два и более предшествующих событий. В этом случае придется применять формулу Байеса несколько раз, определяя, как повлияло на вероятность прогнозируемого события каждое условие.

Если некоторому прогнозируемому событию A_i предшествуют два события B_1 и B_2 , которые определены ЛППР в качестве факторов, влияющих на событие A_i , то вероятность того, что событие A_i все же произойдет в результате реализации условий B_1 и B_2 , определяется согласно формуле Байеса (35) как

$$\begin{aligned}
 P(A_i|B_1, B_2) &= \frac{P(B_2, B_1|A_i) \cdot P(A_i)}{\sum_{i=1}^n P(B_2, B_1|A_i) \cdot P(A_i)} = \\
 &= \frac{P(B_2|A_i) \cdot P(A_i|B_1)}{\sum_{i=1}^n P(B_2|A_i) \cdot P(A_i|B_1)} = \frac{P(B_2|A_i) \cdot \frac{P(B_1|A_i)P(A_i)}{\sum_{i=1}^n P(B_1|A_i)P(A_i)}}{\sum_{i=1}^n \left(P(B_2|A_i) \cdot \frac{P(B_1|A_i)P(A_i)}{\sum_{i=1}^n P(B_1|A_i)P(A_i)} \right)} = \\
 &= \frac{P(B_2|A_i)P(B_1|A_i)P(A_i)}{\sum_{i=1}^n P(B_2|A_i)P(B_1|A_i)P(A_i)}. \quad (38)
 \end{aligned}$$

Аналогично, рассуждая о воздействии на прогнозируемое событие большего количества предшествующих событий-факторов, можно вывести формулу для расчета вероятности события, которому предшествует произвольное количество событий-факторов:

$$P(A_i|B_1, B_2, \dots, B_m) = \frac{P(A_i) \prod_{j=1}^m P(B_j|A_i)}{\sum_{i=1}^n \left(P(A_i) \prod_{j=1}^m P(B_j|A_i) \right)}. \quad (39)$$

2.5. Нормативные методы прогнозирования процессов в инновационной деятельности

Принципиальное отличие нормативных методов прогнозирования от изыскательских, как указывалось ранее, заключается в оценке функциональных свойств технологий с точки зрения удовлетворения потребностей потребителей товаров и услуг. Другими словами, нормативные методы необходимы для прогнозирования потенциальных способностей технологий, которые могут быть востребованы в будущем, или потенциальных недостатков, которые помешают дальнейшему развитию инновационного процесса.

В отличие от изыскательских методов, нормативные относятся к группе качественных методов, поскольку числовые значения характеристик не являются главной целью. Числовые значения используются в основном лишь для того, чтобы систематизировать представление ЛПР или экспертов о ситуации.

Все множество методов нормативного прогнозирования обычно делят на три основных вида:

1. Методы, использующие дерево целей.
2. Методы морфологического анализа.
3. Блок-схемы последовательного выполнения задач.

Что же касается методов, использующих дерево целей, необходимо понимать, что ЛПР, строя дерево целей, формирует систему причинно-следственных взаимозависимостей между элементами, определяя таким образом возможные направления развития технологий, которые могут возникнуть при последовательном прохождении цепочек, составляющих дерево. Направления развития технологий в будущем определяются требованиями, которые формируются в конечных элементах такого дерева.

Рассмотрим подробнее методы морфологического анализа, а также блок-схемы последовательного выполнения задач.

Метод морфологического анализа

На этапе прогнозирования данный метод, как и дерево целей, может быть использован для выявления наиболее узких мест, мешающих дальнейшему развитию инновационного процесса.

Для прогнозирования возможных вариантов развития технологий и появления инноваций требуется предварительное генерирование определенного множества решений. С этой целью после этапа выявления проблемы и разбиения ее на множество частных независимых проблем, решение каждой из которых связано с достижением определенной частной цели, определяется все множество возможных качественных значений характеристик. Для генерирования решения последовательно рассматриваются варианты, включающие по одному качественному значению от каждой характеристики. После этого определяется, насколько данное решение является жизнеспособным, с точки зрения возможности использования технологий для создания инновационного объекта с такими характеристиками. Кроме того, данный инновационный объект оценивается с точки зрения достижения целевых характеристик. Наиболее вероятные направления развития инноваций можно прогнозировать исходя из сопоставления возможных решений с точки зрения соответствия их целям и возможности их реализации. Рассмотрим применение метода морфологического анализа на следующем примере.

Пример 3. Рассмотрим варианты организации начального образования. К существенным признакам начального образования можно отнести:

1. Вид организации — A ;
2. Форму собственности организации — B ;
3. Программу обучения — C .

Рассмотрим теперь перечни вариантов каждого признака.
Варианты *видов организации*:

- Школа (традиционная) — A_1 ;
- Обучение на дому — A_2 ;
- Обучение в отдельном (офисном) помещении — A_3 .

Варианты *формы собственности*:

- Государственная (муниципальная) — B_1 ;
- Частная (коммерческая организация) — B_2 ;
- Частная (общественная организация) — B_3 ;
- Частная (индивидуальный предприниматель) — B_4 .

Варианты *программ обучения*:

- Стандартная (утвержденная министерством образования) — C_1 ;
- Индивидуальная (отличающаяся от утвержденной министерством образования) — C_2 .

Рассмотреть возможные варианты организации начального образования, определить те из них, которые являются инновационными, в том числе те, что не могут быть организованы по причинам отсутствия законодательства либо по причинам отсутствия опыта подобной организации. Определить основные проблемы инновационных способов организации начального образования.

Сначала определим общее количество вариантов реализации начального образования. Для этого необходимо перемножить количества вариантов каждого существенного признака:

$$3 \cdot 4 \cdot 2 = 24.$$

Первый вариант организации начального образования: школа, находящаяся в муниципальной собственности, в которой обучение ведется по стандартной программе, утвержденной министерством образования, — тот вариант, который реализован на сегодняшний день в большинстве школ. Остальные 23 варианта представляют собой инновационные способы организации начального образования (см. табл. 12).

Варианты реализации начального образования под номерами 3, 5 и 7 имеют реализацию на территории России, хотя и не такую распространенную, как муниципальные школы.

Все варианты, в которых программа обучения определяется не министерством образования, а самим учебным заведением или родителями школьников, будут испытывать трудности в реализации из-за законодательного утверждения государственного стандарта, уста-

Таблица 12

Варианты организации начального образования

Вариант	Вид организации	Форма собственности	Программа обучения
1	Школа	Муниципальная	Стандартная
2	Школа	Муниципальная	Индивидуальная
3	Школа	Коммерч. орг-я	Стандартная
4	Школа	Коммерч. орг-я	Индивидуальная
5	Школа	Обществен. орг-я	Стандартная
6	Школа	Обществен. орг-я	Индивидуальная
7	Школа	Индивид. пр-ль	Стандартная
8	Школа	Индивид. пр-ль	Индивидуальная
9	На дому	Муниципальная	Стандартная
10	На дому	Муниципальная	Индивидуальная
11	На дому	Коммерч. орг-я	Стандартная
12	На дому	Коммерч. орг-я	Индивидуальная
13	На дому	Обществен. орг-я	Стандартная
14	На дому	Обществен. орг-я	Индивидуальная
15	На дому	Индивид. пр-ль	Стандартная
16	На дому	Индивид. пр-ль	Индивидуальная
17	Офис	Муниципальная	Стандартная
18	Офис	Муниципальная	Индивидуальная
19	Офис	Коммерч. орг-я	Стандартная
20	Офис	Коммерч. орг-я	Индивидуальная
21	Офис	Обществен. орг-я	Стандартная
22	Офис	Обществен. орг-я	Индивидуальная
23	Офис	Индивид. пр-ль	Стандартная
24	Офис	Индивид. пр-ль	Индивидуальная

навливающего минимальные требования к знаниям учащегося. Возможно, что согласование индивидуальных программ обучения с государственным стандартом будет одним из основных направлений инновационной деятельности в сфере начального образования, поскольку образовательные учреждения пытаются таким образом кон-

курировать друг с другом за возможность работать с более прилежными к учебе детьми.

По закону РФ “Об образовании” (ст. 11) учредителями образовательных учреждений общего образования могут быть государственные органы власти и органы местного самоуправления, а также коммерческие, общественные и религиозные организации и частные лица. Таким образом, форма собственности не является новшеством. Проблемой может стать регистрация образовательного учреждения и его государственная аккредитация, если учредителями являются не государственные органы власти и органы местного самоуправления, а частные лица и организации. Органы государственной власти будут более пристрастно подходить к проверке работы частных образовательных учреждений, нежели муниципальных школ.

Проблемы могут возникнуть с обучением на дому и в других помещениях, которые условно названы “офисами”. В этой ситуации необходимо удовлетворение помещений различным требованиям, в первую очередь санитарно-гигиеническим.

Конкуренция на рынке образования и определенные препятствия, возникающие при поступлении и в процессе обучения в муниципальной школе с более профессиональным педагогическим коллективом, могут заставить работников частных организаций требовать от работодателей участия в учреждении частных школ. Это и есть тот качественный прогноз о возможных инновационных изменениях, который был сделан при помощи морфологического анализа ситуации.

Преимуществом метода морфологического анализа является возможность получения качественных прогнозов, которые не могли бы быть получены при изыскательском прогнозировании.

Основной недостаток — высокая трудоемкость, связанная с определением существенных признаков, вариантов признаков и перебором вариантов с целью установления возможностей их реализации.

В целом можно сказать, что морфологический анализ предполагает работу с дополнительными источниками информации, в том числе использование в качестве составителей прогнозов экспертов.

Блок-схемы последовательного выполнения задач

Принципиальное отличие блок-схемы от дерева целей или морфологического анализа заключается в ориентации не на проблемы или

составляющие элементы объекта управления, а на технологические процессы (как правило, реально существующие), которые используются или могут быть использованы в данной организации.

Блок-схема представляет собой схематическое изображение всех альтернативных путей или последовательностей, с помощью которых можно выполнить поставленную задачу. Составление качественного прогноза, как и в случае с построением дерева целей, а также в случае с морфологическим анализом, предполагает предварительную генерацию ЛПР возможных решений (вовсе не обязательно, чтобы какое-либо из этих решений было терминальным, т. е. окончательным).

Блок-схема обычно представляется в виде ориентированного графа с одной висячей и одной тупиковой вершинами, а также множеством внутренних вершин. Все способы перехода от висячей вершины к тупиковой не имеют обратной связи, а потому они называются «путями» в полном смысле этого слова. Особенностью данного графа является наличие характеристик дуг, определяющих технологию перехода между вершинами. Именно технологии могут представлять основные трудности для реализации каждого альтернативного «пути». Эти трудности и являются основными источниками требований к дальнейшему развитию технологий. На основании этих требований и строится прогноз возможных инноваций, но не столько как материальных объектов, сколько как элементов уже существующего технологического процесса. Это обстоятельство служит сильным ограничением возможностей использования блок-схем, следовательно, можно сразу сказать, что блок-схема, как метод нормативного прогнозирования в инновационной сфере, может быть эффективно использована в комбинации с другими методами, в том числе изыскательскими.

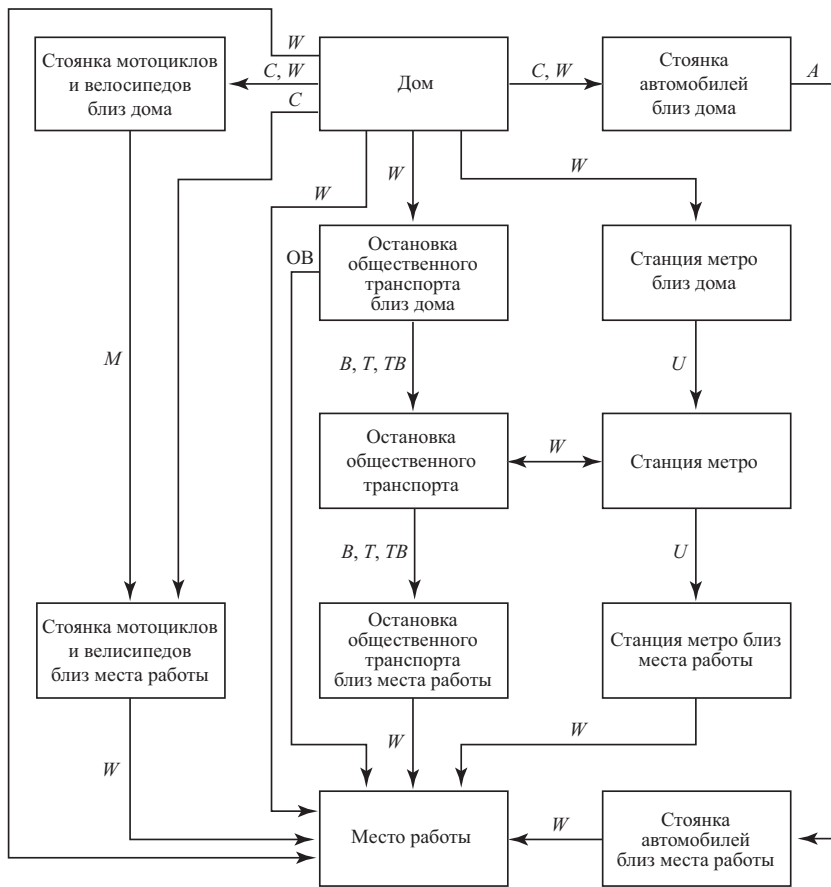
Рассмотрим применение блок-схемы для целей прогнозирования на следующем примере.

П р и м е р 4. Основным направлением инноваций в сфере развития пассажирского и грузового транспорта является увеличение пропускной способности автомагистралей.

Внутригородские автомагистрали необходимо развивать для перемещения, в первую очередь, трудовых ресурсов от мест жительства к местам приложения труда и обратно. Этот пример был приведен в книге Дж. Мартино. Мы адаптируем этот пример для настоящего времени. Рассмотрим все альтернативные пути перемещения

горожанина от места жительства до места работы (см. рис. 14). Последовательность рассмотрения альтернативных путей перемещения не имеет принципиального значения.

1. *Весь путь от дома до места работы преодолевается пешком.* В городских условиях такое возможно, если места приложения труда находятся в пределах “пешеходной” доступности. Под “пешеходной” доступностью понимается расстояние, которое преодолевается пешком в пределах ограниченного времени. Например, в градостроительстве предел пешеходной доступности составляет 1,5–2 километра. Данное расстояние может быть получено, исходя из нормативного времени, которое отводится градостроителями для трудовой миграции от места жительства до места приложения труда — 45 минут в обе стороны, т. е. по 22,5 минуты в одну сторону. При средней скорости пешехода 5 км/час получим 1,875 км. Для того чтобы такая простейшая технология перемещения была реализована в рамках города, необходима децентрализация развития промышленных и коммерческих зон, чего, к сожалению, не наблюдается в российских мегаполисах. Инновационные решения, которые позволили бы развивать городские окраины, к сожалению не относятся к инновациям, связанным непосредственно с развитием пассажирского транспорта. Скорее наоборот, инновационные решения, которые приведут к децентрализации городского развития, сделают решение проблем, связанных с развитием городского транспорта, неактуальными. Тем не менее из-за децентрализации развития города увеличится пропускная способность автотрассы.
2. *Путь до места работы горожанин преодолевает на мотоцикле.* В отличие от автомобиля мотоцикл более подвержен атмосферным воздействиям. Кроме того, мотоцикл легче угнать со стоянки. С точки зрения пропускной способности дорожной сети города, мотоцикл имеет предпочтение перед автомобилем, поскольку занимает меньшее место. Кроме того, мотоцикл обладает большей маневренностью, позволяя его владельцу использовать альтернативные пути передвижения по городским магистралям в случае возникновения заторов на дорогах. Для того чтобы воспользоваться мотоциклом, человеку необходимо дойти до стоянки или гаража. Поскольку большинство жи-



Способы перемещения: *A* - автомобиль; *B* - автобус; *C* - велосипед; *M* - мотоцикл; *OB* - служебный автобус; *T* - трамвай; *TB* - троллейбус; *U* - метро; *W* - пешком

Рис. 14. Блок-схема перемещения жителя города от места жительства до места работы

телей города живет не в собственных домах, а в многоквартирных, постольку расстояние до гаража или стоянки преодолевается пешком (есть вариант преодолеть это расстояние на велосипеде). Такой же стоянкой необходимо воспользоваться близ места работы и оставшееся расстояние от стоянки до места работы вновь преодолеть пешком. Нужно отметить, что на сегодняшний день в российских городах на стоянках очень редко можно встретить мотоцикл. Это связано с рядом трудностей природного и социального характера. Отсутствие специальных крытых стоянок с усиленной охраной является не единственным недостатком городской инфраструктуры. Существуют сложности эксплуатации мотоцикла во время атмосферных осадков, а также в течение зимнего сезона. Городские автодороги в зимний период на сегодняшний день не подходят для активной эксплуатации мотоцикла. Это дает повод для инновационной активности в разработке специальных зимних костюмов для мотоциклистов, а также специальных шин для мотоциклов, которые не позволили бы им скользить во время гололеда. Кроме того, двигатель мотоцикла нуждается в защите от воздействия низких температур. Особые условия хранения мотоциклов в зимний период должны быть обеспечены и на стоянках.

3. *Путь до места работы горожанин преодолевает на велосипеде.* В отличие от мотоцикла и автомобиля, велосипед можно оставлять дома, а не в гараже или на стоянке. Также в отличие от мотоцикла и автомобиля, велосипед является экологически чистым видом транспорта. Однако велосипед передвигается намного медленнее, чем автомобиль или мотоцикл по свободной трассе. В условиях транспортных заторов скорость передвижения велосипедиста (18 км/ч) сравнима со скоростью передвижения автомобилей по сильнозагруженной автотрассе. Как и мотоцикл, велосипед имеет преимущество перед автомобилем — маневренность. Недостатком же велосипеда является его ограниченное использование в течение всего года. Известно, что активное пользование велосипедами в средней полосе России начинается в середине апреля и завершается в начале октября. Воспользоваться зимой велосипедом пока не представляется возможным из-за низкого качества содержания коммунальными службами дорог и тротуаров. Также у людей, использу-

ющих велосипеды для трудовых миграций, возникают проблемы, связанные с парковками велосипедов. Велосипеды легче угнать, чем автомобиль или мотоцикл. Кроме того, велосипед, в отличие от автомобиля, не защищен от атмосферных воздействий и ему потребуется закрытая стоянка, которых в современных городах очень мало. В качестве альтернативы хранения велосипедов предлагается использовать часть автомобильной стоянки, на которой необходимо соорудить многоярусные велобоксы. Считается, что на месте стоянки одного легкового автомобиля можно разместить многоярусную стоянку для 20 велосипедов или 40 велосипедов. При использовании велосипедов (скорость которых по автомагистралям города не уступает скорости легковых автомобилей с двигателями внутреннего сгорания) подобные многоярусные стоянки имеет смысл организовывать и во дворах домов. Устройство такой велостоянки несомненно является инновационным проектом, который позволит существенно изменить структуру пассажиропотоков в современном городе, последствием чего станет увеличение пропускной способности городских дорог. Общие сведения о пропускной способности городской автотрассы при использовании различных видов транспорта представлены в табл. 13. Данные приведены из расчета средней величины пассажироперевозок различными видами транспорта.

Таблица 13

**Данные о пропускной способности полосы
городской автотрассы (чел./час)**

<i>Вид транспорта</i>	<i>Пропускная способность</i>
Легковой автомобиль	2 720
Велосипед	3 500
Веломобиль	3 650
Автобус	7 000

Здесь необходимо добавить, что пропускная способность трамвайных путей составляет 10–15 тыс. человек в час, а метро — 30–40 тыс. человек в час.

Прогнозировать можно и строительство дорог, предусматривающих создание специальной полосы для движения велосипедов и велосемобилей, либо строительство специальной дороги для движения транспортных средств на мускульной силе.

4. *Путь до места работы горожанин преодолевает на автомобиле.* Достаточно распространенный в настоящее время способ трудовой миграции. Для того чтобы воспользоваться автомобилем, необходимо добраться до стоянки или гаража. Это можно сделать пешком или на велосипеде. Такой же стоянкой необходимо воспользоваться и по приезде к месту работы и от стоянки вновь добираться до места работы пешком. Автомобиль сложнее угнать, чем велосипед или мотоцикл. Автомобиль меньше подвержен влиянию атмосферных явлений. Пользуясь этим, владельцы оставляют свои автомобили непосредственно около дома и около места работы, доставляя тем самым неудобства как для соседей, так и для коллег по работе. Кроме того, автомобиль, припаркованный на дороге около обочины, уменьшает пропускную способность автотрассы. Самый большой минус от использования автомобиля в качестве основного средства при перемещении между местом жительства и местом приложения труда заключается в загрязнении воздуха. На сегодняшний день автомобильный транспорт находится на первом месте по количеству вредных выбросов в атмосферу, опережая промышленные предприятия. Даже массовый выпуск относительно дешевого автомобиля на альтернативном топливе (электрическом, водородном) не позволит решить проблему увеличения пропускной способности городской магистрали. Частично проблема может быть решена самими производителями автомобиля, которые могли бы уменьшить его размеры или создали бы для трудовой миграции специальный малолитражный автомобиль небольших размеров. Это позволило бы, с одной стороны, увеличить пропускную способность автотрассы за счет уменьшения размеров автомобиля, с другой — уменьшить количество выбросов продуктов сгорания топлива. Однако подобные прогнозы являются своего рода утопией, поскольку, несмотря на то что малолитражные автомобили существуют, спрос на них невелик. Как сказал в своем романе “Колеса” Артур Хейли, “. . .если гражданин . . .хочет иметь надежное средство передвижения . . .то ему следует купить дешевую, простую, эко-

номичную модель без всяких украшательств . . . Однако почти все хотят большего — они хотят лучшую машину, потому что проехаться в роскошной машине — все равно что пройти за руку с аппетитной крошкой или иметь элегантный дом — это греет душу”. Автомобиль является не столько средством передвижения, сколько элементом престижа, подчеркивающим социальный статус ее обладателя, даже если в реальности этот социальный статус отсутствует. Таким образом, проблема увеличения пропускной способности автомагистралей города становится проблемой больше социального характера, связанной с мировоззрением человека, с его системой ценностей. Вполне вероятно, что активную позицию в вопросе переоценки ценностей могут сыграть церковь и общественные организации.

5. *Путь до места работы горожанин преодолевает на общественном транспорте.* Как удалось убедиться, общественный транспорт (автобусы, троллейбусы, трамваи и особенно метро) обладает наибольшей пассажировместимостью и в течение единицы времени позволяет перевезти большее количество пассажиров, в отличие от индивидуального транспорта. Для того чтобы воспользоваться общественным транспортом при поездке от места жительства до места работы, горожанину достаточно добраться до остановки общественного транспорта от дома и от остановки до места работы. При пользовании услугами общественного транспорта житель города может воспользоваться двумя основными стратегиями: ждать один-единственный автобус (троллейбус, трамвай), который довезет его непосредственно до остановки, находящейся поблизости от места работы, либо воспользоваться комбинацией автобусов, троллейбусов, трамваев, чтобы ускорить перемещение по городу (особенно актуально при наличии заторов на дорогах, которые иногда приходится преодолевать пешком). В первом случае горожанин рискует потратить на поездку большое количество времени из-за большого интервала движения, из-за перегруженности пассажирами, из-за заторов на дорогах. Второй случай требует больших расходов, которые можно сократить приобретая проездной билет. Положительная сторона данного способа передвижения по городу заключается в относительной дешевизне (не считая изношенной одежды и потраченных нервов), негативная сторона — относительно большие затраты време-

ни на трудовые миграции. По поводу перегруженности и больших временных затрат можно сказать следующее. Перегрузка дорожной сети сверх пропускной способности негативно влияет на скорость передвижения по городу. Снижение скорости при постоянной интенсивности потока пассажиров увеличивает загрузку общественного транспорта пассажирами, вызывая перегрузки автобусов, троллейбусов, трамваев. Возможно, что, как и в случае с велосипедами и велосипедами, для автобусов и троллейбусов потребуется отдельная полоса движения, которой не смогут воспользоваться другие виды транспорта. Также, возможно, потребуется оградить трамвайные пути от заезда на них других видов транспорта.

6. *Путь до места работы горожанин преодолевает на метро.* Метро является самым выгодным, с точки зрения пропускной способности, видом городского транспорта. Альтернативой метро можно назвать открытую монорельсовую дорогу. И тот, и другой вид транспорта являются достаточно дорогими, требующими больших первоначальных инвестиций на прокладку путей и достаточно крупной суммы на поддержание этих путей в пригодном состоянии. Пассажиры, пользующиеся комбинациями общественного транспорта, могут в процессе поездки совершать пересадки. Для сокращения расходов при таких пересадках пассажирам можно предложить приобретение единого проездного билета.
7. *Путь до места работы горожанин преодолевает на служебном автобусе.* Основным преимуществом такого транспорта является целенаправленность его маршрута: остановка общественного транспорта — место работы. Безусловно, такое решение позволяло сократить нагрузку на городские дороги и уменьшить расходы пассажиров на трудовые поездки. Отрицательной стороной работы служебного автобуса было большее время и большая длина маршрута, который автобусу приходилось преодолевать. Частично данные проблемы могут быть решены созданием специальных экспресс-маршрутов, которые будут задействованы лишь в часы пик между крупными остановками, находящимися поблизости от места жительства и места приложения труда. Такие служебные автобусы будут принадлежать отдельным транспортным компаниям.

Подытожим наши рассуждения о возможных инновационных прогнозах в таблице (см. табл. 14).

Таблица 14

Прогнозы развития системы городского транспорта при различных способах перемещения пассажиров по городу по маршруту “дом — место приложения труда”

<i>Способ перемещения</i>	<i>Прогноз инноваций</i>
Пешком	Децентрализация развития города
На мотоцикле	1. Спецстоянки для мотоциклов 2. Новые всепогодные костюмы для мотоциклистов 3. Защита двигателя мотоцикла от воздействия низких температур
На велосипеде	1. Спецстоянки для велосипедов 2. Выпуск веломобилей 3. Строительство спецдорог для веломашин
На автомобиле	1. Производство малолитражных автомобилей 2. Активизация деятельности церкви и общественных организаций
На наземном общественном транспорте	Выделение спецполосы для общественного транспорта
На метро	Единый проездной на все виды общественного транспорта
На служебном автобусе	Организация экспресс-маршрутов в часы пик

Как удалось убедиться, использование блок-схем для нужд прогнозирования является достаточно трудоемким занятием. По содержанию прогнозов данный метод очень сильно походит на интуитивный метод, связанный с написанием сценариев, только обоснованных трудностями реализации некоторых технологий, определенных блок-схемой. В целом же данный метод, как и предыдущие рассмотренные нами методы нормативного прогнозирования, позволяет прогнозировать возможные действия как самого ЛПР, так и внешнего окружения в отношении данного и ему подобных объектов управления.

2.6. Эвристические методы прогнозирования и разработки инновационных решений

Эвристический метод используется при невозможности решить проблему стандартными, формализованными методами принятия управленческих решений. Эвристические методы прогнозирования и разработки инновационных решений предполагают использование математически и логически нестрогих процедур для оценки будущих состояний объекта управления. Важно отметить, что для прогнозирования в инновационной сфере, где часто трудно определить достоверность исходных данных и невозможно определить все множество причинно-следственных связей между элементами объекта управления, эвристические методы моделирования играют ведущую роль. К числу таких методов относятся экспертные методы моделирования: метод “Дельфи”, ПАТТЕРН, прогнозные графы (построенные с использованием эвристических методов прогнозирования), а также уже рассмотренные выше методы “прямой мозговой атаки”, метод обмена мнениями, метод “365”, метод модерации и некоторые другие. Остановимся более подробно на методе ПАТТЕРН и методе “Дельфи”.

Метод “Дельфи”

Метод “Дельфи”, или Дельфийский метод прогнозирования и принятия решения, был разработан аналитиками американской компании *RAND Corporation* и представляет собой упорядоченную процедуру получения согласованной экспертной оценки.

Свое название метод “Дельфи” (или “Дельфы”) получил от одноименного названия греческого города, расположенного у подножия

горы Парнас, в котором в античные времена жрица храма Аполлона Пифия, впадая в состояние экстаза, произносила пророчества. Эти пророчества оформлялись в стихотворную форму и доносились до общественности.

В настоящее время существует множество разновидностей данного метода, которые по многим качественным характеристикам отличаются от оригинала, но, несмотря на это, все они подчиняются единым требованиям:

1. Характер вопросов должен быть таким, чтобы ответы на них можно было выразить в количественной форме.
2. Эксперты выносят оценки анонимно.
3. Опрос проводится в несколько туров с целью получения экспертами максимально полезной информации для вынесения ими наиболее ценного прогнозного мнения.
4. После каждого тура эксперты, чьи оценки сильно отличаются от мнения большинства, должны обосновать свои суждения.

Таким образом, процесс получения прогнозной оценки экспертов является многоэтапным. В оригинальном исполнении метода “Дельфи” на первом этапе экспертов попросили в письменной форме назвать изобретения и научные прорывы, которые представляются им необходимыми и осуществимыми в течение ближайших 50 лет.

На втором этапе эксперты должны были оценить возможности осуществления каждого изобретения или научного прорыва в течение каждого года в течение 50 лет. Кроме вероятности реализации эксперты должны были также оценить затраты необходимых ресурсов. Результаты экспертов, выраженные в количественной форме, проходили статистическую обработку. Показателями мнения и степени его согласованности выступали медиана и диапазон квартилей оценок (по всей видимости, авторы метода воспринимали оценки, данные экспертами, по порядковой шкале). Как известно, медиана представляет собой значение признака, находящееся в середине ранжированного ряда. Что же касается квартилей, то они представляют собой величины признака, которые отсекают 1/4 всех значений признака от начала (Q_1 — 1-й квартиль) ранжированного ряда и от его конца (Q_3 — 3-й квартиль). Половина разности между 3-м и 1-м квартилем используется для характеристики меры рассеяния:

$$d = \frac{Q_3 - Q_1}{2}. \quad (40)$$

В принципе, вовсе не обязательно пользоваться именно квартильными оценками для характеристики степени согласованности мнения, т. е. вовсе не обязательно, чтобы мнения экспертов, которые должны дать объяснение своей радикальной позиции, выходили обязательно за $1/4$ интервала значений признака, считая от медианного значения.

На третьем этапе всем экспертам объявлялись общие итоги опроса. Каждого эксперта, чьи оценки выходили за пределы интервала согласованности, уведомляли об этом и просили дать в письменном виде объяснение своей позиции, если таковое не было дано вместе с анкетой или в процессе опроса на первом этапе. Эти особые мнения также доводились до сведения других экспертов, участвующих в опросе.

Далее экспертам вновь предлагалось ответить на те же вопросы анкеты или опроса, т. е. повторялись все три пункта. Разработчики метода предполагали, что после получения результатов первого опроса и особого мнения ряда экспертов, чьи оценки выходили за пределы интервала согласованности, мнения экспертов могут измениться. После этого повторяются все три вышеперечисленных этапа. Количество таких повторений (итераций), по мнению разработчиков проекта из *RAND Corporation*, не должно превышать 4, поскольку после этого количества этапов оценки экспертов в отношении одних и тех же вопросов остаются неизменными.

Окончательные выводы, полученные по методу “Дельфи”, оформляются в виде медианных прогнозных оценок по каждой ситуации.

Несмотря на то что всю работу за ЛПП фактически делают эксперты, данный метод имеет целый ряд недостатков, среди которых наиболее существенными являются следующие.

- Большие материальные затраты на организацию и проведение опроса, которые под силу только крупным организациям.
- Большие затраты времени, достигающие до года, что в условиях острой конкуренции является недопустимым “удовольствием”.
- Отсутствие методической базы для оценки аналитических записок и особых мнений экспертов по отдельным вопросам анкеты или опроса.

Развитие компьютерной техники и средств связи позволило, конечно же, частично автоматизировать процесс метода “Дельфи”: уменьшить время доставки информации, ввести автоматическую обработку результатов, автоматическую рассылку сообщений. Это выразилось в усилении внимания высшего менеджмента не только крупных, но и средних, и даже малых организаций к использованию данного метода в виде интернет-конференций (конечно же, с соблюдением правил, установленных для метода “Дельфи”). Электронные технологии очень сильно снизили расходы: не требуется распечатывать анкеты, платить за отправку почтовых сообщений в виде заказных и ценных писем, не нужно отправлять сотрудников в командировки с тем, чтобы они проводили опросы. Время проведения экспертного опроса даже с учетом нескольких итераций (в зависимости от количества выносимых вопросов) снизилось до нескольких дней и даже часов. Кроме того, особенно в малых фирмах, в опросе зачастую участвуют не эксперты со стороны, а сами сотрудники фирм, что также отражается на расходах в лучшую сторону.

Метод ПАТТЕРН

Метод ПАТТЕРН (Planning Assistance Through Technical Relevance Number) широко распространен при решении инновационных задач. Впервые он был предложен и использован в 1961–1964 годах для определения “точек” концентрации фундаментальных исследований и прикладных разработок в авиакосмической промышленности США, а позже распространен на другие сферы деятельности, в частности медицину и электронику.

Метод ПАТТЕРН состоит из двух этапов.

На первом этапе составляются сценарии возможного развития ситуации, в которой оказался объект управления. Результатом является логическая последовательность событий, которая из данной ситуации приводит к некоторым прогнозным ситуациям при определенных действиях со стороны ЛПР. Написание сценария предполагает использование методов ситуационного и нормативного прогнозов.

На втором этапе на основании сценария формируется дерево целей. Дерево, которое формируется в методе ПАТТЕРН, существенно отличается от классического дерева целей. Во-первых, цели не всегда представляют собой желаемые состояния в пространстве ситуаций. В одном из вариантов метода ПАТТЕРН большая часть целей

представляла собой ценностные установки, имеющие расплывчатое определение: военное превосходство, научное превосходство и т. п.

В методе ПАТТЕРН, который был реализован при разработке стратегии деятельности Национального управления по воздухоплаванию и исследованию космического пространства США (NASA), дерево целей содержало в корне единственную цель — изучение космического пространства. Далее эта цель, если ее можно назвать таковой, подвергалась декомпозиции на 15 задач: изучение Солнца, изучение Земли, изучение Луны и т. д. Задачи делились на области интересов. Дальнейшую декомпозицию в дереве целей можно представить в виде следующей цепочки:

области интересов → принципиальные опыты →
→ средства исследования → подсистемы →
→ функциональные подсистемы →
→ конструктивные варианты подсистем → технические задачи.

Очевидно, что ни один из уровней иерархии дерева целей, используемого в методе ПАТТЕРН, не содержит цель как таковую. Это связано с тем, что ситуация в отношении как объекта управления, так и внешней среды предполагается сильно изменчивой. В связи с этим обстоятельством четкая постановка целей оказывается невозможной. Указываются лишь задачи, решение которых будет зависеть от динамики целей. Другими словами, технические задачи, находящиеся на нижнем уровне иерархии, являются неполными, поскольку заданы с расплывчатыми целями. Конкретизация целей наступает ближе к моменту решения технических задач. Например, задача повышения надежности ЭВМ первоначально не предполагает наличия конкретной цели. Ближе к моменту окончания решения технической задачи цель может быть конкретизирована с помощью критерия. Например, достижение максимального срока работы до отказа или достижение 100 часов постоянной бесперебойной работы с вероятностью 0,99.

Поскольку метод ПАТТЕРН предполагает использование методов прогнозирования при составлении сценариев возможного развития ситуации, постольку его методология основана на постоянном повторении подготовительного этапа принятия решений, включающего помимо уже рассмотренных написания сценариев и дерева целей также экспертное определение степени относительной важности технических задач и перспектив развития науки и техники с оцен-

кой коэффициентов состояния разработок и сроков их завершения, а также степени взаимной полезности изобретений и открытий.

Особое внимание следует обратить на недостатки метода ПАТТЕРН при формировании целей. Во-первых, громоздкость процедуры формирования и детализации дерева целей, используемая в методе ПАТТЕРН, требует надежных статистических данных и экспертных оценок на этапе отбора целей. Выполнить это требование при большом количестве данных достаточно сложно, поскольку оценка требует использования некоторого набора универсальных требований, которые поддерживают все члены экспертной группы и которым соответствуют все статистические оценки. В общем случае невозможно учесть все требования с помощью статистики, поскольку необходимые статистические данные могут попросту отсутствовать. Что же касается привлечения экспертов, то очень сложно подобрать оптимальный состав и количество членов экспертной группы, поскольку с увеличением количества экспертов увеличивается разброс оценок, а с уменьшением количества экспертов уменьшается надежность их оценок.

Во-вторых, в методе ПАТТЕРН нет логических элементов, которые могли бы обнаружить просчеты и ошибки, а также контролировать работу экспертов при выставлении оценок.

Применение метода ПАТТЕРН наиболее актуально, когда осуществление деятельности организации связано с технологическими трудностями, требующими существенных технологических инноваций. Ну и, конечно же, метод ПАТТЕРН является эффективным механизмом формирования системы целей в динамичной среде, а также в условиях, когда будущее решение представляет собой поэтапное выполнение некоторой последовательности действий, где каждый элемент последовательности заранее не определен.

2.7. Метод программного прогнозирования инновационных процессов

Метод программного прогнозирования был предложен советским академиком В. М. Глушковым для определения времени и вероятности наступления событий, в первую очередь связанных с инновациями. Практическую реализацию данный метод получил в методике, утвержденной Госкомитетом по науке и технике Совета министров СССР.

Данный метод является обобщением сразу нескольких методов прогнозирования, относящихся к интуитивному (метод сценариев, метод “Дельфи”), изыскательскому (метод PERT) и нормативному (дерево целей) классам.

В общем виде метод прогнозного графа (МПГ) Глушкова представляет собой сложную систему экспертных оценок возможных сценариев развития событий, генерирования решений и оценки вероятности событий и времени их наступления.

Результаты, полученные при помощи МПГ, позволяют прогнозировать возможность реализации последовательности событий, определять наиболее вероятные из них, а также прогнозировать возможности влияния отдельных решений (в первую очередь инновационных) на развитие ситуации.

МПГ является многоэтапным методом. Рассмотрим подробно каждый из них.

1. В первую очередь составляется перечень конечных целей S_1, S_2, \dots, S_m , вероятность достижения каждой из которых с учетом возможных инновационных решений является итоговой задачей всего метода. Число m — это общее количество конечных целей.
2. Первая группа экспертов оценивает степень важности (значимости) каждой из поставленных целей: $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_m$ — для последующей оценки степени решения всей задачи. Шкала оценки важности целей, как правило, устанавливается предварительно перед оценкой и является общей для всех экспертов. Вариации данного метода предусматривают отход от жесткой позиции в отношении установки единой шкалы и допускают, что эксперты самостоятельно выбирают шкалу для оценки степени важности целей с обязательным ее описанием. При обработке информации оценки важности целей, выставленные экспертами, пересчитываются по единой унифицированной шкале. Важно отметить, что каждый представитель первой группы экспертов работает независимо от других. Состав экспертов подбирается таким образом, чтобы учесть наибольшее количество возможных вариантов реализации сценариев, а потому степень объективности оценки зависит от степени неоднородности состава экспертов.

3. Далее каждый представитель первой группы экспертов выстраивает в виде графа последовательность событий, которые, по его мнению, должны привести к каждой из установленных целей. Эти события называются промежуточными целями: $S_{m+1}, S_{m+2}, \dots, S_{m+n_j}$. Число n_j — количество промежуточных целей, установленных j -м экспертом. Для того чтобы каждый из экспертов серьезно подходил к построению графа, каждому из них предлагается представить себя на месте ЛПР, несущего полную ответственность за принятое решение. Например, если необходимо оценить вероятность и время, необходимое для создания новой автоматической линии, то эксперту предлагается примерить на себя роль конструктора этой линии. Понятно, что это требование является по большей части наивным, а потому для придания методу большего качества экспертам предлагается обмениваться информацией. Кроме того, эксперты могут самостоятельно оценить степень своей компетентности и информированности в вопросах достижения каждой промежуточной цели. Для этого вместе с оценками вероятности и времени наступления событий эксперты указывают также оценку своей компетентности применительно к каждой цели и оценку степени уверенности в своем прогнозе. Эти оценки переводятся в весовые коэффициенты β_{ij} и γ_{ij} , как правило выраженные в условных единицах в пределах от 0 до 1.
4. Обмен информацией представляется собой следующий этап МПГ. После того как эксперты определили граф промежуточных целей, достижение которых позволяет осуществить конечные цели прогнозной задачи, они передают составленный граф вместе с оценками другому эксперту. При передаче информации эксперт, построивший граф и указавший оценки времени и вероятности достижения промежуточных и конечных целей, а также степень своей уверенности и компетентности, может указать имя эксперта, который, по его мнению, в большей степени может придать объективность структуре графа и его оценкам. Таким образом, первоначальная группа экспертов начинает увеличиваться. Каждый из экспертов, получивших для анализа граф с оценками, может вносить свои изменения в структуру графа и давать новые оценки вероятности, времени достижения целей, указывая при этом также степень своей уверенности в прогнозе и уровень собственной компетентности

аналогично тому, что делали его предшественники. По окончании анализа новые эксперты передают граф далее для анализа другим экспертам, предварительно указав их имена. Те из экспертов, чьи имена будут указаны их коллегами, получают добавку $\Delta\beta_{ij}$ к оценке собственной компетентности β_{ij} — тем большую, чем чаще упоминаются их фамилии. Количество экспертов будет продолжать расти до тех пор, пока не наступит стабилизация графа (т. е. структура графа больше не будет существенно изменяться). Количество экспертов можно ограничивать рамками организации и предельной численностью, чтобы не дать затянуться процессу построения графа. На практике вся процедура построения графа занимала несколько месяцев.

5. На следующем этапе осуществляется обработка данных, полученных от экспертов. В первую очередь структура графа проверяется на предмет наличия циклов, которые должны быть устранены. Для этого проводится дополнительная работа с экспертами, которые должны принять решение об исключении некоторых связей, для того чтобы избавить граф от циклических связей. Для исключения выбирается наименее существенная связь. Такие связи могут быть определены и без участия экспертов, если ЛПР испытывает затруднения с получением коллективного решения. Для определения того, какая из связей является наименее существенной, служат показатели компетентности экспертов. Та из связей между промежуточными целями (событиями), для которой средняя оценка компетентности экспертов $\bar{\beta}_{ij}$ будет наименьшей, и будет устранена.
6. После того как граф приведен к виду, в котором нет циклов, множество его вершин (событий) разбивается на слои, начиная с уровня событий, не имеющих предпосылок. Данный слой называется в прогнозном графе “землей”. Что же касается всех остальных событий, то каждое из них S_i считается принадлежащим уровню ρ , если все его предпосылки принадлежат меньшим уровням и хотя бы одна — принадлежит в точности уровню $\rho - 1$, начиная с “земли”.
7. Далее определяются временные характеристики событий (целей). Для этого используется взвешенный средний арифметический показатель:

$$t(S_i) = \frac{\sum_j^{R_i} t_j V_{ij}}{\sum_j^{R_i} V_{ij}}, \quad (41)$$

где $t(S_i)$ — время свершения события S_i ;

t_j — время свершения события S_j согласно варианту прогноза, данному экспертом j ;

V_{ij} — вес эксперта j при оценке события S_i ;

R_i — количество экспертов, оценивших событие S_i .

Значения времени t_j свершения событий S_i для каждого эксперта оцениваются как сумма времени t_{ij} , указанного экспертом j для свершения события S_i после того, как произошли все предшествующие события, и максимального времени $\max t(S_{ir})$, необходимого для того, чтобы произошли все события S_{ir} , предшествующие событию S_i :

$$t_j(S_i) = t_{ij} + \max_r t(S_{ir}). \quad (42)$$

8. Параллельно определяются и вероятностные характеристики событий. Вероятность события S_i , оцениваемого экспертом j при условии выполнения предшествующих событий S_{ir} рассчитывается по формуле

$$P(S_i) = P(S_{ir}) \cdot P(S_i|S_{ir}), \quad (43)$$

где $P(S_i|S_{ir})$ — вероятность наступления события S_i , рассчитанная при условии, что для его наступления созданы предпосылки r (наступили предыдущие события, необходимые для наступления события i);

$P(S_{ir})$ — вероятность событий, непосредственно предшествующих событию S_i .

Для расчета оценок вероятностей предшествующих событий $P(S_{ir})$ необходимо воспользоваться правилами, следующими из теории вероятностей. Для любой пары независимых событий S_{i1} и S_{i2} , предшествующих непосредственно событию S_i , выполняются следующие соотношения:

$$P(S_{ir}) = P(S_{i1}) \cdot P(S_{i2}), \quad S_i = S_{i1} \wedge S_{i2},$$

$$P(S_{ir}) = P(S_{i1}) + P(S_{i2}) - P(S_{i1}) \cdot P(S_{i2}), \quad S_i = S_{i1} \vee S_{i2}.$$

В случае если свершение события S_{ir} является недопустимым для свершения события S_i , используется вероятность противоположного события $P(\bar{S}_{ir})$:

$$P(\bar{S}_{ir}) = 1 - P(S_{ir}).$$

Общая оценка вероятности события S_i при условии, что необходимые для его осуществления предыдущие события произошли, выполняется на основе обычного усреднения оценок экспертов с учетом их весов, определенных оценками β и γ , отражающих, соответственно, степень компетентности применительно к данной цели и степень уверенности в прогнозе:

$$P(S_i|S_{ir}) = \frac{\sum_{j=1}^{R_i} P_j(S_i|S_{ir})V_{ij}}{\sum_{j=1}^{R_i} V_{ij}}, \quad (44)$$

где V_{ij} — вес j -го эксперта при оценке события i .

Вес эксперта определяется оценками его компетентности и степени уверенности в прогнозе:

$$V_{ij} = \beta_{ij} \cdot \gamma_{ij}. \quad (45)$$

2.8. Форсайт-технологии прогнозирования

В последние два десятилетия в практике научно-технического прогнозирования получили распространение методы Форсайт-технологий.

Согласно одному из общепринятых определений, Форсайт представляет собой набор подходов, обеспечивающих условия для долгосрочного прогнозирования ситуаций в процессе принятия стратегических решений. Причем эти условия включают в обязательном порядке информационное взаимодействие экспертов, осуществляющих определение направлений прогнозирования и собственно прогнозирование.

Данная методика нашла свое распространение прежде всего на национальном уровне, что было предопределено усилившейся конкуренцией товаропроизводителей на международном уровне. Обострение конкуренции привело к уменьшению жизненного цикла товаров.

Политика привлечения покупателей товаров за счет снижения цен, которая, в свою очередь, требовала снижения производственных затрат, поставила экономические системы на грань выживания. Возможность дальнейшего развития фирм и экономического роста национальных экономик в целом могло быть обеспечено лишь за счет усиления инновационной деятельности. Однако конкурентная борьба и снижение расходов сделали процесс инновационного развития на уровне отдельных фирм и даже целых отраслей невозможным. Необходимыми условиями выживания стали информированность и социальное доверие. Таким образом, Форсайт стал своего рода ответом на вызовы экономической ситуации.

Впервые термин *foresight* употребил в 1930 году известный писатель-фантаст Герберт Уэллс. В интервью радиокomпании *BBC* он заявил о необходимости создать специальные должности — «профессоров предвидения». Такие специалисты должны были, по мнению Уэллса, анализировать исторические, технологические, экономические, социальные направления развития человечества и формировать наиболее вероятные картины будущего.

Впервые Форсайт-технологии в качестве инструментов долгосрочного технологического прогнозирования были применены в 50-х годах прошлого века американской корпорацией *RAND*. В 1970 году на национальном уровне программа Форсайт была использована для прогнозирования научно-технического развития в Японии. В начале 80-х годов Форсайт вышел на национальный уровень и в США. В странах Европы, Азии и Латинской Америки, а также в России Форсайт получил признание в качестве национальной программы уже в середине 90-х годов.

За время своего существования программы Форсайт претерпели значительные изменения. Если в первых Форсайтах картины будущего формировались в основном лишь в отношении развития производственных технологий, то в настоящее время объектом исследования является взаимодействие инновационных систем и общества в глобальном масштабе.

Цели Форсайт-прогнозирования многообразны и зависят от уровня и глубины исследования. На уровне развития конкретных технологий — это разработка «технологических карт» (или их еще называют «дорожными картами»), которые показывают путь развития технологии на период прогнозирования. На уровне развития науки и техники в целом целями Форсайт-прогнозирования являются основ-

ные направления, результаты которых будут востребованы для реализации инноваций. Посредством такого прогнозирования государство и корпорации, осуществляющие финансирование науки, прежде всего фундаментальной, формируют основу для распределения ресурсов, предназначенных на НИОКР. На национальном и мировом уровне целями прогнозирования в рамках Форсайт-программ является определение основных направлений научно-технического развития в социально-экономическом контексте (как будет развиваться общество; каким образом будут формироваться политические структуры; какими будут взаимоотношения между государствами; грозят ли обществу техногенные и природные катастрофы).

Конечным результатом Форсайт-прогнозирования является формирование возможных состояний будущего социально-экономических систем, выработка рекомендаций для принятия решений, формирование приоритетов развития научно-исследовательских работ.

Несмотря на общность подходов, Форсайт-технологии имеют характерные отличия от традиционных методов прогнозирования, в том числе и в инновационной сфере. Во-первых, это касается объектов прогнозирования (в традиционных методах они, как правило, определены, а в Форсайт-программах объекты нуждаются в определении и уточнении). Во-вторых, Форсайт-технологии требуют достижения компромисса между участниками процесса, а традиционные методы этого не предполагают. В-третьих, Форсайт-технологии требуют большого количества ЛПР, в то время как традиционные технологии предполагают, что можно ограничиться одним ЛПР. Ну и, возможно, самое главное отличие Форсайт-технологий заключается в том, что обязательное информационное взаимодействие между участниками процесса прогнозирования создает синергетический эффект коллективного мышления, который, как ни странно это звучит, является одним из важных результатов Форсайт-программы. Это связано с тем, что посредством информационного взаимодействия существенно снижается уровень неопределенности в процессе принятия решения.

В зависимости от уровня проведения программ различают:

- национальный Форсайт;
- региональный Форсайт;
- отраслевой Форсайт;
- корпоративный Форсайт.

Масштабы, глубина, качество прогнозирования зависят не только от целей, но и от ресурсов, которые выделяются на данные мероприятия. Как показывает практика, на сегодняшний день Форсайт-программы чаще выходят за рамки бюджета. Это связано с высокой степенью неопределенности времени и количества участников Форсайт-программ.

Поскольку в настоящее время не существует устойчивой структуры Форсайт-программы, то планирование мероприятий, связанных с реализацией очередного Форсайта, включает различное количество этапов. Например, в Германии Форсайт-программа *FUTUR* состояла из трех стадий, каждая из которых включала четыре этапа. На первой стадии выявлялись тенденции будущего развития, затем проводился анализ этих тенденций, из которых выбирались ключевые. Завершением первой стадии программы *FUTUR* было формирование фокус-групп для дальнейших работ по долгосрочному прогнозированию.

Вторая стадия начиналась разработкой “картин будущего”, после чего уточнялся состав фокус-групп, определялись сферы спроса на исследования. На завершающем этапе второй стадии определялись темы для формирования сценариев по следующим критериям:

- стимулирование социальных и культурных инноваций;
- лидерство в развитии новых технологий;
- новизна;
- инновационность.

Начало третьей стадии программы *FUTUR* — предварительное определение сценариев для “ориентиров будущего”. После этого начинается собственно разработка сценариев. Затем разрабатываются рекомендации и руководства к достижению “ориентиров будущего”, на основании которых формируется конкретная программа принятия и реализации стратегического решения, направленного на достижение установленного “ориентира”.

Сам по себе Форсайт не представляет какого-то особенного метода прогнозирования. Скорее наоборот, в рамках Форсайта используются известные методы и методологии прогнозирования. Однако эти методы используются не в единственном числе и не сами по себе, а, как правило, в системе с другими методами. В частности,

на этапе предварительного прогнозирования, когда определяются основные тенденции технологического развития экономики, в качестве основных методов прогнозирования одновременно используются обзор технической литературы, методы библиометрии (например, расчет количества публикаций в отношении определенного научного направления), а также анализ временных рядов и установление статистических зависимостей. После того как определены основные тенденции исследования и начинается набор дополнительных участников Форсайт-проектов, качественные методы прогнозирования смещаются в сторону опросов и анкетирования. Далее, на этапе генерирования возможных вариантов развития будущего, использование методов прогнозирования становится более разнообразным. Реализуется арсенал всевозможных вариаций метода “мозгового штурма”, метод написания сценариев, метод “Дельфи”, метод морфологического анализа. Затем на стадии обсуждения выдвинутых гипотез используются фокус-группы экспертов или рядовых граждан, не участвовавших в предыдущих мероприятиях Форсайта. По результатам качественных исследований составляются компромиссные варианты последовательности действий, которые могут привести к прогнозируемым состояниям. Как правило, в качестве методики построения такой последовательности событий используется метод “дорожной карты” и методы голосования. После того как составлен и утвержден прогноз, наступает фаза мониторинга событий, на основании которого прогноз проходит процедуру уточнения и коррекции. На этих этапах Форсайта проводятся интервью экспертов, изучаются результаты проводимых научно-практических конференций. В региональных и корпоративных Форсайтах на завершающем этапе широко используется известный в маркетинге метод бенчмаркинга, который сам по себе трудно назвать методом прогнозирования, однако его назначение (оценить степень развития технологии по сравнению с лучшим известным результатом) позволяет четко проследить тенденцию развития и сделать количественный прогноз.

Набор методов прогнозирования, применяемых в Форсайт-программах, может варьироваться в зависимости от поставленных в программе задач и ресурсного обеспечения. Однако данные факторы являются не единственными условиями определения набора методов. Некоторые исследователи Форсайт-технологий отмечают закономерность между методами и степенью демократичности общества. В более демократических обществах (государства Западной

Европы, США, Канада) существует тенденция к использованию открытого обсуждения ситуаций, тогда как в молодых демократиях (Восточная Европа, Россия, Япония, Латинская Америка) предпочтение отдается закрытым процедурам, к которым, например, относится метод “Дельфи”. Для того чтобы ответить на вопрос, какие же методы являются более эффективными, необходимо вспомнить об основной цели Форсайта — создании синергетического эффекта коллективного мышления. И здесь возникает склонность к тому, чтобы назвать открытые коммуникации экспертов более эффективным методом. Однако не стоит забывать, что достижение компромиссного решения в открытом обсуждении вовсе не обязательно может привести к истине, поскольку мнение большинства может оказаться неверным, а используемые методы голосования при определении компромиссного решения не всегда защищены от манипуляций. Таким образом, нельзя однозначно сказать о том, какой набор методов, применяемых в Форсайт-программе, окажется оптимальным с точки зрения определения истинного состояния “картины будущего”.

Определение оптимального набора методов является на сегодняшний день далеко не единственной проблемой успешного использования Форсайт-технологий прогнозирования. К проблемной стороне Форсайта можно также отнести высокую неопределенность ситуации, расплывчатость целей, невозможность учесть все множество получаемых выводов, несопоставимость простоты методов прогнозирования со сложностью причинно-следственных связей, устанавливаемых в процессе обсуждения, а также высокую стоимость мероприятий. Но несмотря на это Форсайт, на сегодняшний день, доказал свою применимость в качестве эффективного инструмента управления неопределенностью, что существенно снижает риск принятия решений. Кроме того, Форсайт показывает, каким образом можно получить взаимодополняющий эффект при использовании различных традиционных методов прогнозирования развития инновационных систем.

2.9. Вопросы для самоконтроля

1. Охарактеризуйте основные элементы процесса прогнозирования в инновационной деятельности.
2. Опишите основные принципы и этапы прогнозирования инновационных процессов.

3. Приведите примеры классификации методов прогнозирования по принципу использования процедур определения будущих состояний объекта управления, по признакам назначения, масштаба действия, величине периода прогнозирования, по времени осуществления, по степени определенности условий.
4. Опишите известные Вам методы интуитивного прогнозирования.
5. Приведите примеры методов изыскательского прогнозирования инновационных процессов и охарактеризуйте их.
6. Опишите известные Вам виды методов нормативного прогнозирования.
7. Приведите сравнительную характеристику методов интуитивного, изыскательского и нормативного прогнозирования.
8. Опишите сущность методов программного прогнозирования.
9. Какие эвристические методы разработки инновационных решений Вам известны?
10. Охарактеризуйте сущность Форсайт-прогнозирования.

Выберите правильный вариант ответа

1. Состояние среды, в которой выполняется прогноз, называют:
 - a) прогнозный горизонт;
 - b) прогнозный фон;
 - c) основание прогноза;
 - d) прогнозная база.
2. Методы прогнозирования, предполагающие использование математических и логических действий с данными для определения будущих состояний объекта управления, называют:
 - a) формальными методами;
 - b) эвристическими методами;
 - c) нетрадиционными методами;
 - d) все ответы верны.

- 3.** Какие модели прогнозирования предполагают самостоятельное конструирование ЛПР функции, которая может описать динамику характеристики объекта управления:
- a) модель Ленца;
 - b) модель Хартмана;
 - c) полиномиальные модели;
 - d) регрессионные модели.
- 4.** Прогнозирование событий с определенной вероятностью, а также возможность корректировки прогнозов ЛПР в течение периода упреждения прогноза предусматривает:
- a) метод написания сценариев;
 - b) метод морфологического анализа;
 - c) метод прогнозного графа;
 - d) метод Байеса.
- 5.** Основным отличием методов декомпозиционного анализа динамических рядов от регрессионных и полиномиальных моделей является:
- a) возможность выявления тенденции динамики характеристик объекта управления;
 - b) использование математических действий с данными;
 - c) отсутствие сложных формальных процедур;
 - d) возможность выявления не только тенденций динамики объекта управления, но и колебательных элементов, которые допускают отклонение от тенденции.

Ответы

1. b). 2. a). 3. c), d). 4. d). 5. d).

2.10. Задачи

Задача 1

На защите диссертационной работы на соискание степени кандидата технических наук по оригинальной теме соискатель заявил о том, что на воплощение идеи в научный результат ему потребовалось 4 года работы. Учитывая, что информация распространяется по закону Адамса, необходимо спрогнозировать момент времени, когда состоится защита второй диссертационной работы по теме, связанной с этой же идеей, считая, что автор первой диссертационной работы является автором идеи.

Решение. Будем полагать, что все работы, которые будут связаны с дальнейшим развитием вышеупомянутой идеи, найдут воплощение во второй диссертационной работе, которая по количеству новой информации будет равна первой. Поскольку считается, что информация распространяется по закону Адамса, то для определения момента защиты второй диссертационной работы необходимо воспользоваться равенством (14), из которого очень легко выводится значение T :

$$T = \sqrt{\frac{I}{k}}. \quad (46)$$

Значение коэффициента пропорциональности k находится подстановкой в уравнение (14) значений $T = 4$ и $I = I^*$, показывающих, что через 4 года с момента зарождения идеи состоялась защита первой диссертационной работы. В итоге получаем, что

$$k = \frac{I^*}{16}.$$

Подставляя значения коэффициента пропорциональности и удвоенное значение количества информации $I = 2I^*$ в уравнение (46), получим, что

$$T = \sqrt{\frac{2I^*}{\frac{I^*}{16}}} = \sqrt{32} \approx 5,7.$$

Следовательно, следующей защиты диссертационной работы по теме, развивающей вышеупомянутую идею, следует ожидать не позднее чем через 1,7 года. Оговорка “не позднее” подразумевает, что

данная идея может получить развитие в других работах, выполняемых другими исследователями, прежде не занимавшимися данной проблемой.

Задача 2

Научный сотрудник университета (разработчик инновационной идеи) сумел привлечь к своей работе 2 аспирантов. В течение года этим коллективом были получены некоторые научные результаты, которые нашли отражение в 5 статьях. Используя уравнение Айзенсона (21) (без определения максимальной величины информации), необходимо определить состояние исследований еще через 3 года, то есть сколько человек будет заниматься этой проблемой к концу 4-го года и какое количество публикаций по данной тематике будет выпущено.

Решение. Для того чтобы воспользоваться уравнением (21) для расчета количества статей, которые будут выпущены по данной теме, необходимо определить значения параметров g и c .

Значение параметра g — среднего количества публикаций по теме — можно приближенно найти из исходных данных, разделив 5 публикаций на 3-х сотрудников. В среднем на каждого сотрудника научного коллектива придется по 1,67 публикации в год. При этом будем также предполагать, что в течение этого года никто к научному коллективу не присоединится, все общение по проблеме будет сосредоточено исключительно внутри этого коллектива и никто кроме научного коллектива развитием данной темы заниматься не будет.

Подставив значение параметра g и другие исходные данные ($t = 1$, $N_0 = 3$) в уравнение (21), найдем значение параметра c . Подстановка приведет нас к уравнению

$$e^{2c} - 1 = \frac{4c}{3}.$$

Методом подбора находим значение параметра $c \approx 1,48 \cdot 10^{-4}$.

Подставляя найденные значения параметров и другие исходные данные в уравнение (21), находим объем накопленной информации на конец 4-го года:

$$I(4) = \frac{5/3 \cdot 3^2}{4 \cdot 1,48 \cdot 10^{-4}} \left(e^{8 \cdot 1,48 \cdot 10^{-4}} - 1 \right) \approx 30.$$

Для определения количества исследователей, которые будут заниматься данной проблемой через 4 года, воспользуемся равенством

$$N(t) = N_0^2 e^{2ct}. \quad (47)$$

Подставляя данные, получаем, что

$$N(4) = 3^2 \cdot e^{8 \cdot 1,48 \cdot 10^{-4}} \approx 9.$$

Таким образом, к концу 4-го года ожидается, что данной проблемой будут активно заниматься 9 исследователей, а количество публикаций по теме достигнет 30.

Задача 3

Для выполнения технического задания, в рамках которого необходимо провести ряд прикладных исследований и разработать технологию изготовления детали, на машиностроительном заводе создается временная творческая группа. Источниками информации для выполнения плановых работ являются 40 статей, составляющих монографию, в которой отражаются основные результаты фундаментальных исследований, дается чертеж принципиальной схемы работы устройства, на основании принципов работы которого и должен быть изготовлен опытный образец изделия. Согласно техническому заданию группе в течение 6 месяцев, которые отводятся на разработку новой детали, необходимо провести около 300 прикладных исследований, опытов и испытаний, в том числе с опытным образцом изделия, по результатам которых должна быть подготовлена конструкторская документация. Предполагается, что этих 300 опытов будет достаточно для того, чтобы успешно выполнить техническое задание и передать конструкторские документы для опытного производства изделия. В течение первых двух месяцев временным коллективом было проведено 20 прикладных исследований и опытов. На основании функции Хартмана сделать прогноз относительно возможности выполнения технического задания в установленный срок.

Р е ш е н и е. В первую очередь определим значение коэффициента пропорциональности b , считая, что количество членов группы, интенсивность и эффективность их взаимодействия в течение всего времени работы меняться не будут. Для этого подставим начальные условия в формулу (24): $I_0 = 40$ — количество работ, связанных с

фундаментальными исследованиями по данной теме; $t = 2$ — количество месяцев, в течение которых работал временный коллектив; $I = 60$ — величина накопленной информации (фундаментальные работы и прикладные исследования и опыты, проведенные временным коллективом). Тогда

$$60 = 40 (e^{bt} - 1).$$

Из этого уравнения найдем значение параметра

$$b = \frac{1}{2} \ln 2,5.$$

Подставляя значение параметра b в уравнение (24) при $t = 6$, получим, что

$$I = 40 \cdot (e^{6 \cdot \frac{1}{2} \cdot \ln 2,5} - 1) = 585.$$

Исключая фундаментальные исследования в размере 40 единиц, получим, что временный коллектив в течение 6 месяцев способен выполнить прикладных и опытных работ в размере 545 единиц, что значительно превышает количество работ, предусмотренное техническим заданием.

Задача 4

Машиностроительное предприятие принимает решение наладить производство ручных пиротехнических ножниц для резки металла, работающих от энергии холостого винтовочного патрона. До сих пор на предприятии изготавливались лишь гидравлические ножницы.

Гидравлические ножницы состояли из 6 основных узлов, технология каждого из которых была полностью освоена. Устройство пиротехнических ножниц включает 7 основных узлов. Технологию изготовления четырех из них предстоит освоить. Для освоения технологии изготовления новых узлов планируется проводить обучение всех работников, которые будут заняты изготовлением ножниц (20 человек), в течение 2 лет.

Проектная мощность производства пиротехнических ножниц составляет 50 изделий в день. Выход на проектную мощность планируется в течение 3 лет. Плановые цифры освоения производственных мощностей в течение 3 лет представлены в табл. 15.

Таблица 15

График освоения предприятием производственных мощностей по производству пиротехнических ножниц на конец периода

Время (месяцы)	6	12	18	24	30	36
Объем производства (шт./день)	10	25	35	40	45	50

Цена, по которой предприятие продавало гидравлические ножницы, составляла 7 тыс. руб. Предполагается, что новое изделие будет реализовываться по той же цене.

Предприятие берет на себя обязательства заменить изделие, если оно окажется бракованным или выйдет из строя до окончания гарантийного срока.

Используя параметрические модели, составить прогноз объема выручки, которую получит предприятие в течение 3 лет (вплоть до момента выхода на полную производственную мощность).

Р е ш е н и е. В качестве прогнозируемой характеристики (I_{jt}) предлагается использовать объем выручки, полученной предприятием от продажи пиротехнических ножниц. Составим математическую модель задачи:

$$I_{j(t-1), t}^m = I_{j(t-1), t}^d \cdot d,$$

$$I_{j(t-1), t}^d = \frac{I_{j(t-1)}^d + I_{jt}^d}{2},$$

$$I_{jt}^d = \frac{I_b}{X_b} \cdot X_{jt} \cdot K_t,$$

$$K_t = \frac{H_{pt}^o / H_p}{H_b^o / H_b},$$

где $I_{j(t-1), t}^m$ — среднемесячный объем выручки в течение периода $(t-1, t)$;

d — среднее количество рабочих дней в течение месяца (для расчетов берется 20 дней);

I_{jt}^d — дневной объем выручки от продажи пиротехнических ножниц на конец периода $(t-1, t)$;

I_b — дневной объем выручки от продажи гидравлических ножниц;

X_b — дневной объем производства гидравлических ножниц;
 X_{jt} — дневной объем производства пиротехнических ножниц на конец периода $(t - 1, t)$;

K_t — коэффициент, учитывающий влияние изменения степени освоения работниками технологии изготовления пиротехнических ножниц на конец периода $(t - 1, t)$;

H_p и H_b — количество узлов, из которых состоят соответственно пиротехнические и гидравлические ножницы;

H_{pt}^o — количество узлов пиротехнических ножниц, изготовление которых освоено производственными рабочими предприятия на конец периода периода $(t - 1, t)$;

H_b^o — количество узлов гидравлических ножниц, изготовление которых освоено производственными рабочими предприятия.

Последовательно найдем значения всех характеристик, необходимых для расчета величины объема выручки.

$$H_b = H_b^o = 6, \\ H_p = 7.$$

Количество узлов пиротехнических ножниц, технология изготовления которых освоена — H_{pt}^o , будет меняться в течение 2 лет от 3 на момент начала запуска производства до 7 на конец второго года. Для расчета будем использовать полугодовые периоды, поскольку такие периоды используются в графике освоения производственных мощностей, — таким образом, период освоения технологии производства составит 4 периода. Будем также полагать, что освоение производства новой продукции находится в линейной зависимости от количества работников, прошедших обучение. Следовательно, на конец каждого периода в течение всего времени освоения технологии величину H_{pt}^o можно рассчитать по формуле

$$H_{pt}^o = H_{p0}^o + (H_{p4}^o - H_{p0}^o) \cdot \frac{t}{4}. \quad (48)$$

Далее найдем значение коэффициента K_t , подставив полученные значения в соответствующую формулу математической модели, после чего последовательно вычислим значения I_{jt}^d , $I_{j(t-1, t)}^d$, $I_{j(t-1, t)}^m$, считая, что дневной объем выручки, полученной от реализации гидравлических ножниц I_b составлял в среднем: $7 \cdot 50 = 350$ тыс. руб. Результаты вычислений даны в табл. 16.

Таблица 16

Таблица расчета основных характеристик модели прогноза
величины выручки

t	0	1	2	3	4	5	6	7
X_{jt}	0	10	25	35	40	45	50	50
H_{pt}^o	3	4	5	6	7	7	7	7
K_t	0,43	0,57	0,71	0,86	1,00	1,00	1,00	1,00
I_{jt}^d	0	40	125	210	280	315	350	350
$I_{j(t-1,t)}^d$		20	82,5	167,5	245	297,5	332,5	350
$I_{j(t-1,t)}^m$		440	1 815	3 685	5 390	6 545	7 315	7 700

Последняя строка в табл. 16 представляет собой прогнозное значение объема ежемесячной величины выручки, которую получит предприятие в среднем в течение каждого месяца.

Итак, как удалось убедиться на примере, параметрический метод является достаточно простым инструментом прогнозирования, но доступным только в том случае, если имеется достоверная информация о тех характеристиках, которые используются в качестве входных переменных для расчетов. Однако значения этих характеристик, как удалось убедиться, представляли собой некоторые плановые показатели, достижение которых вовсе не является достоверным событием. Ситуация осложняется еще и тем, что ЛПП не может оценить степень достоверности информации. Таким образом, можно сказать, что параметрический метод прогнозирования — это, скорее всего, некоторый инструмент планирования, позволяющий на основании ряда контрольных плановых цифр установить ориентировочные показатели, которые могут быть достигнуты предприятием.

Задача 5

Автозавод, входящий в состав крупного концерна, предлагает высшему менеджменту этого концерна рассмотреть вопрос о налаживании на предприятии производства легковых автомобилей представительского класса. Конструкторским бюро предприятия разработана и сконструирована перспективная, как считают сами конструкторы, модель автомобиля, который, возможно, найдет спрос у покупателя, что, в свою очередь, позволит предприятию сохранить рабочие места и загрузить простаивающие производственные мощности.

По информации, имеющейся в распоряжении предприятия, важным событием, которое влияет на востребованность автомобилей на рынке, является появление заказов на этот автомобиль со стороны госструктур. Чиновники высокого ранга, пользующиеся служебным транспортом, задают моду на автомобили представительского класса, создавая таким образом спрос со стороны других покупателей, чьим мотивом к приобретению автомобиля является стремление к “ощущению” престижа.

По статистике только 25% моделей легковых автомобилей, выпускавшихся автозаводом, имели спрос со стороны рядового покупателя. Те автомобили, что нравились рядовым покупателям, в 60%

случаев приобретались госструктурами. Те же автомобили, которые не находили спроса в среде рядовых покупателей, только в 10% случаев приобретались госструктурами.

Автомобиль был продемонстрирован представителям одного из госведомств, которые заявили о том, что приобретут несколько единиц для служебного автопарка. Этими несколькими приобретениями спрос на автомобиль со стороны госструктур и ограничится. Как изменится вероятность того, что автомобиль понравится рядовым покупателям?

Р е ш е н и е. Априорная вероятность возникновения неэпизодического спроса на данную марку автомобиля со стороны рядового покупателя ($P(A_1)$), который позволил бы начать серийное производство на автозаводе, составляет 0,25. Соответственно, вероятность того, что автомобиль не будет продаваться так хорошо, что позволило бы автозаводу загрузить производственные мощности (A_2), в соответствии с уравнением (37) составляет 0,75.

Поскольку спрос на данную модель со стороны госструктур не ожидается, то можно считать, что событие B не произойдет. Так как, согласно статистическим данным, в 60% случаев автомобиль, который впоследствии находил спрос у массового покупателя, приобретался госструктурами, то в 40%, когда госструктуры отказывались от заказов на данный автомобиль, он пользовался спросом у рядового покупателя. Следовательно,

$$\begin{aligned}P(B|A_1) &= 0,6, \\P(\bar{B}|A_1) &= 0,4,\end{aligned}$$

где \bar{B} — обозначение того, что событие B (спрос на автомобили со стороны госструктур) не произошло.

Рассуждая аналогично в отношении случаев, когда рядовой покупатель отказывался от приобретения автомобиля представительского класса, а госструктуры давали или не давали заказы автозаводу на его приобретение, получим, что

$$\begin{aligned}P(B|A_2) &= 0,1, \\P(\bar{B}|A_2) &= 0,9.\end{aligned}$$

Теперь, используя формулу (35), рассчитаем вероятность того, что на новый автомобиль будет спрос со стороны рядового покупа-

теля, при условии, что госструктуры не проявили интереса к данной модели:

$$P(A_1|\bar{B}) = \frac{P(\bar{B}|A_1)P(A_1)}{\sum_{i=1}^n P(\bar{B}|A_i)P(A_i)} = \frac{0,4 \cdot 0,25}{0,4 \cdot 0,25 + 0,9 \cdot 0,75} \approx 0,13.$$

Таким образом, вероятность того, что автомобиль найдет спрос у рядового покупателя, составляет 0,13, что почти в 2 раза меньше, чем априорная вероятность (вероятность без учета спроса на автомобили со стороны госструктур), равная 0,25.

Задача 6

Компания, занимающаяся разработкой информационного обеспечения для поддержки и продвижения инновационных проектов, подбирает персонал на должность консультантов для работы с предприятиями, которые являются потенциальными площадками для реализации проектов. К кандидатам предъявляются требования по образованию (предпочтительно высшее техническое или математическое), навыки в сфере инновационного менеджмента, опыт участия в грантовых проектах, свободное владение компьютером на уровне пользователя прикладных программ, знание английского языка для ведения деловой переписки. Компания предполагает, что именно такой кандидат с наибольшей вероятностью успешно справится с возложенным на него объемом обязанностей.

Согласно статистическим данным, накопленным данной фирмой и другими подобными компаниями, с обязанностями консультанта успешно справлялись только 40% сотрудников, специально уполномоченных для выполнения подобной работы. Из тех, кто успешно справлялся с этими обязанностями, 24% имели высшее техническое или математическое образование, только 67% имели навыки в сфере инновационного менеджмента, 95% в совершенстве владели компьютером на уровне пользователя, 15% свободно владели английским языком.

Из тех же, кто не справлялся с возложенными на них обязанностями консультанта (а таковых 60%), 35% имели высшее техническое или математическое образование, 15% имели навыки в сфере инновационного менеджмента, 95% владели компьютером, 87% свободно владели английским (в том числе и разговорным).

Используя формулы Байеса, найти вероятностную оценку прогнозируемого события: кандидат, полностью соответствующий выдвинутым требованиям, справится со своими обязанностями.

Р е ш е н и е. Поскольку известно, что только 40% консультантов успешно справлялись со своими обязанностями, постольку априорная вероятность события A_1 составляет 0,4. Соответственно $P(A_2) = 0,6$.

Апостериорные вероятности проявления событий B_j , предшествующих событию A_1 (успешно справился со своими обязанностями) составляет:

$$\begin{aligned} P(B_1|A_1) &= 0,24, & P(\bar{B}_1|A_1) &= 0,76, \\ P(B_2|A_1) &= 0,67, & P(\bar{B}_2|A_1) &= 0,33, \\ P(B_3|A_1) &= 0,95, & P(\bar{B}_3|A_1) &= 0,05, \\ P(B_4|A_1) &= 0,15, & P(\bar{B}_4|A_1) &= 0,85, \end{aligned}$$

где B_j ($j = \overline{1,4}$) — соответственно высшее техническое или математическое образование, навыки в сфере инновационного менеджмента, владение компьютером, владение английским языком;

\bar{B}_j — отсутствие этих навыков.

Аналогично запишем апостериорные вероятности тех же событий B_j , если они предшествуют событию A_2 (не справился со своими обязанностями):

$$\begin{aligned} P(B_1|A_2) &= 0,35, & P(\bar{B}_1|A_2) &= 0,65, \\ P(B_2|A_2) &= 0,15, & P(\bar{B}_2|A_2) &= 0,85, \\ P(B_3|A_2) &= 0,95, & P(\bar{B}_3|A_2) &= 0,05, \\ P(B_4|A_2) &= 0,87, & P(\bar{B}_4|A_2) &= 0,13. \end{aligned}$$

Для получения вероятностной оценки события (кандидат на должность консультанта, соответствующий указанным требованиям к уровню квалификации справится со своими обязанностями) подставим данные задачи в формулу (39). В итоге получим, что

$$\begin{aligned} P(A_1|B_1, B_2, B_3, B_4) &= \\ &= \frac{0,4 \cdot 0,24 \cdot 0,67 \cdot 0,95 \cdot 0,15}{0,4 \cdot 0,24 \cdot 0,67 \cdot 0,95 \cdot 0,15 + 0,6 \cdot 0,35 \cdot 0,15 \cdot 0,95 \cdot 0,87} \approx 0,26. \end{aligned}$$

Таким образом, оценка апостериорной вероятности события A_1 (кандидат полностью соответствует требованиям компании) ниже, чем априорная вероятность, при которой умения и навыки не учитываются.

К сожалению, в большинстве случаев, и не только связанных с подбором персонала, ЛПР, обладая достаточно богатым статистическим материалом, не использует его для качественного прогнозирования ситуации, больше доверяя своей интуиции. Рассмотренная задача могла бы показать, насколько ЛПР (или эксперты, если это они генерировали требования к кандидату) способны доверять своей интуиции.

Глава 3

Многокритериальный выбор инновационных решений

3.1. Определение и сущность многокритериального выбора

Теория многокритериального выбора находит свое применение при анализе различных проблем: при оценке эффективности инвестиционных проектов, при определении инвестиционного потенциала предприятий и организаций, при стратегическом планировании и т. п.

Необходимость многокритериальной сравнительной оценки порождается следующими факторами:

а) многомерностью результата принятого решения (любое управленческое решение вследствие всеобщей взаимосвязанности социально-экономических процессов порождает целый комплекс последствий, зачастую измеряемых в совершенно разных величинах — финансово-экономических, социальных, научно-технических, экологических);

б) сложной структурой затрат (в простейшем случае затраты подразделяются на капитальные, вложенные в основные производственные фонды и интеллектуальную собственность, и текущие, отнесенные непосредственно на производство конкретной продукции; в ряде случаев важную роль могут играть также некоторые другие ресурсы, не имеющие прямого денежного выражения, — время, человеческие ресурсы и др.);

в) множественностью и противоречивым характером целей, преследуемых при выборе оптимального решения (например, цель одновременного снижения затрат и повышения их отдачи);

г) множеством субъектов, вовлеченных в процесс реализации каждого управленческого решения (каждый участник хозяйственно-экономического процесса располагает своим множеством целей, каждой из которых соответствуют свои критерии оценки и свои требования к значениям этих критериев).

Недостаток информации, которая находится в распоряжении ЛПР, приводит к тому, что для принятия решения ему необходимо

пользоваться не одним, а целым рядом показателей, которые не могут быть однозначно сведены в единую функцию полезности. Большое количество показателей приводит ЛПР к необходимости использования более сложных методов обработки информации, с которыми он не в состоянии справиться на интуитивном уровне.

С другой стороны, неоднозначность требований, предъявляемых к значениям показателей, требует от ЛПР использования не одного, а целого ряда критериев, которые часто находятся в противоречии друг с другом. Типичной ситуацией в компании, активно занимающейся развитием инноваций, является децентрализация управления, связанного с разработкой новых продуктов. Конечно, это оправдано необходимостью предоставления большей свободы действий подразделениям, занимающимся непосредственно развитием инновационных направлений. Однако слишком высокая степень децентрализации, как известно, приводит к нарушению согласованности действий и снижению эффективности управления, в результате чего сами инновации становятся маловероятными.

Обе описанные ситуации порождают задачи многокритериальной оптимизации. Только первая заключается в выборе решения, характеризующегося рядом показателей, к каждому из которых предъявляется определенный критерий. Вторая характеризуется рядом критериев, которые предъявляются к одному показателю. Необходимо отметить, что возможны еще более сложные ситуации, когда имеет место проблема многокритериального выбора, порожденная как невозможностью определить единственную целевую функцию, которой ЛПР будет руководствоваться в процессе выбора, так и множеством критериев, которые предъявляются как минимум к одному из целевых показателей.

В зависимости от объема и характера информации, имеющейся в распоряжении у ЛПР, проблемы многокритериального выбора могут приобретать окраску стохастичности, хаотичности, расплывчатости, неполноты и динамичности. Указанные признаки могут присутствовать в различных ситуациях в различных комбинациях. В данной главе мы не будем рассматривать подробно представленные особенности, поскольку это является предметом отдельных глав. Мы сосредоточимся, главным образом, на определении основных принципов многокритериального выбора.

К основным особенностям задач многокритериального выбора можно отнести следующие характерные черты:

1. Все задачи имеют уникальный характер, поскольку отсутствует информация о том, какие существуют связи между отдельными целевыми показателями и отдельными критериями, которые предъявляются к одному и тому же показателю.

2. На момент принятия решения отсутствует информация, которая позволила бы оценить последствия принятого решения.

В зависимости от характера неопределенности, имеющей место в задачах многокритериального выбора, различают задачи векторной оптимизации и задачи поиска компромисса в условиях множества критериев.

Первый класс задач относится к тем случаям, когда необходимо выбрать решение, которое по всем показателям (не путать с критериями) будет наилучшим с точки зрения ЛПР. Методология поиска лучшего решения направлена на определение если не единственной интегральной функции, то, по крайней мере, на определение эквивалентных взаимных замещений самих значений целевых показателей. В классе задач векторной оптимизации выделяют задачи, определенные отношениями независимой релевантности, отношениями зависимой релевантности и отношениями эквивалентных приращений. Кроме того, выделяют вид задач, определенных комбинированными отношениями. Отношение независимой релевантности предполагает, что влияния отдельных компонент на целевую функцию являются независимыми друг от друга. Для отношений зависимой релевантности, наоборот, влияние одной компоненты зависит от значений других. Ситуация усложняется тем, что сам вид целевой функции остается неизвестным.

Прежде чем перейти к рассмотрению отдельных видов задач, рассмотрим основные принципы поиска решений и начнем с *принципа доминирования*.

3.2. Использование принципа доминирования при выборе инновационных решений

Если считать, что инновационное решение a^1 приводит к последствиям $\mathbf{x}^1 = (x_1^1, x_2^1, \dots, x_n^1)$, а инновационное решение a^2 — к последствиям $\mathbf{x}^2 = (x_1^2, x_2^2, \dots, x_n^2)$, то говорят, что решение a^1 доминирует

над решением a^2 , если в отношении последствий этих инновационных решений выполняются следующие соотношения:

$$\begin{aligned} x_i^1 \succcurlyeq x_i^2 & \text{ для всех } i, \\ x_i^1 \succ x_i^2 & \text{ хотя бы для одного } i. \end{aligned} \quad (49)$$

Решение a^2 называется *доминируемым*, соответственно, решение a^1 — *недоминируемым*.

Знак “ \succcurlyeq ” означает, что решение является не менее предпочтительным (или нестрогим предпочтительным). Знак “ \succ ” говорит о строгой предпочтительности.

Понятно, что нет смысла рассматривать инновационное решение, которое является по всем целевым показателям не лучшим, а хотя бы по одному даже худшим, чем какое-либо другое решение. И в этой ситуации можно было бы говорить о достаточной простоте выбора. Необходимо лишь отбросить доминируемые решения. Однако много ли таких решений? На практике получается, что доминируемых решений очень мало, а среди инновационных решений таких практически нет. В связи с этим актуальным становится вопрос о выборе окончательного, или еще говорят терминального, решения на множестве недоминируемых решений.

По отношению друг к другу недоминируемые решения являются несравнимыми по значениям последствий x^j . Это означает, что для некоторых компонентов вектора исходов x_i^j одно из решений является более предпочтительным, для других компонентов — предпочтительным будет другое решение. Множество таких недоминируемых решений составляет так называемое паретовское множество, которое также называют ядром предпочтения Парето.

Также ядро предпочтения Парето называют *эффективной границей*. По сути, эффективная граница (ядро предпочтений Парето) представляет собой решения, которые являются самыми лучшими по какому-либо одному показателю и не обязательно лучшими по другим. Понятно, что терминальным может быть признано любое решение из числа недоминируемых, поскольку между собой недоминируемые решения являются несравнимыми. Несравнимость решений создает неопределенность, связанную с невозможностью сопоставления оценок последствий (прежде всего негативных).

Самым простым способом ограничения количества недоминируемых решений, которые потенциально могут стать терминальными, является введение ограничений на значения целевых показателей.

На момент образования ядра предпочтений Парето нижней границей целевых показателей (в смысле предпочтения) являлись наихудшие значения решений, которые собственно и вошли в состав этого ядра, т. е. составили эффективную границу. Далее для уменьшения списка решений можно увеличить значение нижних границ по каждому или ряду показателей. Таким образом изменяется эффективная граница, что приводит к отбрасыванию части решений, признанных ранее в качестве недоминируемых. В результате такого отбрасывания количество решений, которые могут быть использованы в качестве терминальных, сократится. Затем вновь можно изменить ограничения, что приведет к изменению эффективной границы, и вновь отбросить некоторое количество решений, не соответствующих этой границе. Такое изменение эффективных границ можно проводить до тех пор, пока не останется единственное решение. Такой метод поиска терминального решения на множестве Парето носит название *метода искусственных ограничений*.

По своему смыслу метод искусственных ограничений, применяемый для исследования эффективной границы, представляет собой метод поиска решения на множестве эффективных альтернатив (множестве Парето).

3.3. Метод лексикографического упорядочения альтернатив

Данный метод относится к способам принятия решений на основе предварительного упорядочения альтернатив и является наиболее простым из них. Лексикографическое упорядочение предполагает упорядочение значений целевых показателей каждого решения, в соответствии с которым и осуществляется выбор.

Перед тем как сделать выбор, ЛПР упорядочивает компоненты вектора целевой функции по приоритету. Приоритет может быть установлен как самим ЛПР, так и владельцем проблемы. Решения сравниваются друг с другом сначала по наиболее приоритетному показателю. Если находится решение, которое является наиболее предпочтительным по этому показателю, оно и принимается в качестве терминального. Если же такое решение не является единственным, то для определения того, какое из них является терминальным, проводится сравнение по следующему по степени приоритетности показателю и т. д., пока не останется единственное решение.

Применение метода лексикографического упорядочения рассмотрим на примере развития учреждений начального образования.

Пример 5. Предположим, что обучение в рамках начального образования может быть организовано традиционно в школе, на дому, а также в отдельном офисном помещении, которое не является школой. Учреждение начального образования может находиться в государственной или муниципальной, а также в частной (организаций или частных лиц) собственности. Кроме того, в учреждении образования может реализовываться стандартная или индивидуальная программа обучения. Сочетание всех возможных признаков нам дало возможность говорить о существовании 24 различных способах организации учреждений начального образования, из которых только один является традиционным: муниципальная школа со стандартной образовательной программой. Остальные 23 проекта можно считать инновационными. Сам проект подготовки специалистов с уровня младшей школы также можно считать инновационным, поскольку профильные классы, как правило, создаются только для старших школьников.

Предположим, что высшее учебное заведение желает заняться подготовкой специалистов с младшего школьного возраста. С этой целью организуется учреждение начального образования, выпускники которого продолжают обучение уже в профильной школе. Вуз также рассматривает заключение договора с уже существующим учреждением начального образования.

Предположим, что ЛПР в лице администрации вуза уже сформировало систему приоритетов в отношении показателей вектора целевой функции. На первое место в организации учреждения начального образования ЛПР поставил вариант программы обучения (*C*), далее следует вид организации (*A*), а затем и форма собственности учреждения (*B*).

В табл. 17 представлены 6 видов организации учреждений начального образования, каждому из которых присвоен код в соответствии с характеристиками учреждения.

Для того чтобы выявить наиболее способных учеников, которые в будущем продолжат обучение в данном вузе, ЛПР (в лице администрации вуза) заинтересовано в том, чтобы обучение в начальной школе проводилось по специальной программе. Данное требование исключает из числа возможных терминальных решений частную школу, учреждения образования, финансируемые за счет политиче-

ской партии и производственной компании, а также агентство домашнего персонала. Остаются отдел образования, осуществляющий индивидуальное обучение на дому, и частное агентство гувернеров.

Таблица 17

Проекты организации учреждений начального образования

Вид учреждения	Код
1. Отдел образования муниципалитета, индивидуальное обучение на дому	$A_2B_1C_{1,2}$
2. Частная школа заслуженного педагога Иванова (стандартная программа)	$A_1B_4C_1$
3. Частное агентство гувернеров	$A_2B_4C_2$
4. Учреждение образования, финансируемое за счет средств политической партии	$A_3B_3C_1$
5. Школа, находящаяся на балансе крупной частной производственной фирмы	$A_1B_2C_1$
6. Агентство домашнего персонала	$A_2B_4C_1$

Далее два оставшихся решения сравниваются по показателю вида организации. Оба решения предполагают обучение на дому, а потому являются несравнимыми.

Ну и, наконец, оставшиеся решения сравниваются по показателю формы собственности. Вузу невыгодно заключать договора с государственными и муниципальными организациями, поскольку их персонал, как правило, не очень заинтересован в результатах своего труда из-за низкого уровня оплаты труда. Следовательно, терминальным решением будет заключение договора о подготовке младших школьников по индивидуальной программе на дому частным агентством гувернеров.

По сути метод лексикографического упорядочения представляет собой некоторое решающее правило, применяемое тогда, когда никакие другие критерии не позволяют определить терминальное решение. Применение метода в предыдущем примере можно расценить как аналог применения критерия принятия в качестве решающего правила. Действительно, определяя терминальное решение, мы выбрали альтернативу на основании правила принятия, принимая во

внимание прежде всего лучшие качества решения и не обращая внимания на недостатки. Аналогично можно использовать метод лексикографического упорядочения как аналог другому решающему правилу — правилу отвержения, когда в первую очередь из числа возможных терминальных решений будут исключаться альтернативы, имеющие наибольшее количество недостатков. Для этого необходимо сравнивать решения в том же порядке компонентов вектора целевой функции. Только в этом случае будем пользоваться принципом исключения лишь наихудших вариантов. По сути данное видоизменение метода лексикографического упорядочения представляет собой изменение уровня притязаний. То есть это не что иное, как то же самое изменение эффективной границы, которое имеет место в случае, когда исследуется ядро оптимальных по Парето решений.

Изменение решающего правила не может привести к изменению терминального выбора, поскольку отказ от наименее предпочтительных решений очевидно не предполагает отказа от наиболее предпочтительных. Чтобы подчеркнуть устойчивость терминального решения инновационного проекта, полученного лексикографическим методом, вновь рассмотрим пример с учебными учреждениями.

Предположим, что для каждого компонента вектора целевой функции имеют место следующие отношения предпочтения:

$$A_1 \succ A_3 \succ A_2, \quad B_2 \succ B_4 \succ B_3 \succ B_1, \quad C_2 \succ C_1.$$

Поскольку на первом этапе рассматривается вариант образовательной программы, которая имеет лишь два значения: стандартная и индивидуальная, то все инновационные проекты, предусматривающие использование стандартных программ (C_1), исключаются как наименее предпочтительные. В итоге после первого показателя сравнения в качестве вариантов терминального решения остаются все те же отдел образования, осуществляющий индивидуальное обучение на дому, и частное агентство гувернеров.

На втором этапе необходимо исключить наименее предпочтительные решения по показателю вида организации. Оба варианта являются наименее предпочтительными, поскольку предполагают обучение на дому (A_2). Однако ввиду отсутствия других вариантов с более предпочтительными значениями данного показателя, исключать оставшиеся два решения из числа терминальных не имеет смысла. Вспомним, что когда речь шла об эффективной границе, то в таких случаях уровень притязаний снижался.

На третьем этапе из оставшихся двух решений исключаем наименее предпочтительное по показателю формы собственности учреждения (B_1). Таким образом, терминальное решение — частное агентство губернаторов — осталось неизменным.

При использовании правила отвержения в качестве решающего правила терминальное решение может оказаться не единственным. Действительно, если бы индивидуальное обучение на дому оказывали не муниципальные служащие (B_1), а, положим, сотрудники частного предприятия или общественной организации (B_2, B_3, B_4), то данное решение нельзя было бы исключать из числа терминальных.

В рассмотренном примере все представленные проекты, как предполагалось, должны были составлять ядро предпочтительных по Парето альтернатив. Однако предварительное выявление эффективных по Парето решений в рассмотренных задачах специально не выполнялось. Это было необходимо, чтобы подчеркнуть отличительные особенности метода лексикографического упорядочения, который достаточно часто применяется как самостоятельный метод без предварительной проверки альтернатив решений на свойство недоминируемости. Если такой анализ проводить, то, на первый взгляд, можно предположить, что решение могло бы быть совсем другим.

Рассмотрим теперь случай, когда перед применением метода лексикографического упорядочения определяется множество эффективных альтернатив (множество оптимальных по Парето решений). Если оптимальных по Парето решений как минимум два, то для выбора терминального решения необходимо воспользоваться методом лексикографического упорядочения.

Сравним альтернативы попарно друг с другом, как это выполняли ранее.

Отдел образования муниципалитета, организующий обучение на дому по стандартной и индивидуальной программе ($A_2B_1C_2$), является менее предпочтительным вариантом организации учреждения, чем частное агентство губернаторов ($A_2B_4C_2$):

$$x^1 \prec x^3, \quad \text{т. к. } A_2 \sim A_2, B_1 \prec B_4, C_2 \sim C_2.$$

Частная школа, принадлежащая индивидуальному предпринимателю, ($A_1B_4C_1$), менее предпочтительна, чем школа, принадлежащая коммерческой организации ($A_1B_2C_1$):

$$x^2 \prec x^5, \quad \text{т. к. } A_1 \sim A_1, B_4 \prec B_2, C_1 \sim C_1.$$

Учреждение образования, финансируемое за счет средств политической партии ($A_3B_3C_1$), менее предпочтительно в качестве инновационного проекта, чем, например, частная школа, принадлежащая индивидуальному предпринимателю ($A_1B_4C_1$):

$$x^4 \prec x^2, \quad \text{т. к. } A_3 \prec A_1, B_3 \prec B_4, C_1 \sim C_1.$$

Частное агентство домашнего персонала ($A_2B_4C_1$) также менее предпочтительно, чем частная школа, принадлежащая индивидуальному предпринимателю ($A_1B_4C_1$):

$$x^6 \prec x^2, \quad \text{т. к. } A_2 \prec A_1, B_4 \sim B_4, C_1 \sim C_1.$$

Таким образом, после исключения доминируемых альтернатив в число оптимальных по Парето решений попадают частное агентство губернаторов и школа, находящаяся на балансе крупной частной производственной фирмы.

Теперь для выбора терминального решения применим метод лексикографического упорядочения. Для этого сравним альтернативы между собой по наиболее приоритетному целевому показателю — программе обучения. Поскольку только частное агентство губернаторов предусматривает обучение школьников по индивидуальной программе (что является более приоритетным для ЛПП), то инновационный проект будет осуществляться именно с данным учреждением.

Как видно из примера, решение, разработанное на основании лексикографического метода, не изменилось, даже при условии, что его поиск велся на множестве оптимальных по Парето альтернатив. Действительно, терминальное решение, найденное на основании лексикографического упорядочения на всем множестве альтернатив, обязательно должно попасть в число эффективных по Парето решений. Ну, а если это решение попадает в множество оптимальных по Парето альтернатив (а оно не может туда не попасть), то на основании лексикографического упорядочения меньшего множества оно вновь будет выбрано в качестве терминального.

Таким образом, применение метода лексикографического упорядочения альтернатив:

1) не противоречит принципу недоминируемости терминального решения;

2) не зависит от того, выбирается ли это решение на всем множестве альтернатив или только на множестве альтернатив оптимальных по Парето.

3.4. Метод рангового упорядочения альтернатив

Упорядоченная структура компонентов вектора целевой функции могла бы быть более простой для восприятия, если бы все целевые компоненты измерялись по единому показателю. В качестве такого единого эквивалента может выступать ранг значений. В отличие от именованных данных ранг позволяет упорядочить структуру в условиях, когда имеет место неопределенность в системе ценностей самого ЛПР. То есть ЛПР сам не представляет, какой из компонентов вектора целевой функции является более приоритетным.

Для того чтобы воспользоваться данным методом определения терминального решения, необходимо присвоить ранг каждому значению компонента вектора целевой функции рейтинга с тем условием, что сами компоненты являются дискретными величинами и могут принимать только такие значения, которые представлены альтернативами.

По традиции рассмотрим задачу принятия решения в условиях, когда терминальное решение выбирается из исходного множества решений и из множества решений оптимальных по Парето.

Пример 6. В условиях предыдущего примера определить терминальное решение на основании рангового упорядочения альтернатив без выделения ядра предпочтительных по Парето альтернатив.

Присвоим ранговые оценки всем трем показателям для каждого из предложенных вариантов решений, предполагая, что целевые показатели могут принимать только такие значения и никакие больше. Нужно отметить, что в данной задаче все целевые показатели принимают лишь номинальные значения, т. е. значения определенные лишь на шкале наименований. Лишь ЛПР может указать отношения предпочтения между такими значениями. Кроме того, набор значений является исчерпывающим. Ранги, поставленные вместо каждого значения в соответствии с отношениями предпочтения, установленными ЛПР, представлены в табл. 18.

Теперь упорядочим ранги для каждого решения в отдельности безотносительно к целевому показателю, которому принадлежит

Таблица 18

Ранговые оценки показателей проектов учреждений начального образования

Вид учреждения	Форма учреждения	Форма собственности	Программа обучения
1. Отдел образования муниципалитета, индивидуальное обучение на дому	3	4	1
2. Частная школа заслуженного педагога Иванова (стандартная программа)	1	2	2
3. Частное агентство гувернеров	3	2	1
4. Учреждение образования, финансируемое за счет средств политической партии	2	3	2
5. Школа, находящаяся на балансе крупной частной производственной фирмы	1	1	2
6. Агентство домашнего персонала	3	2	2

каждое ранговое значение. В результате для каждой альтернативы получим последовательности, представленные в табл. 19.

Таблица 19

Упорядоченные последовательности рангов

Вид учреждения	Упорядоченная последовательность рейтинговых значений
1. Отдел образования муниципалитета, индивидуальное обучение на дому	1, 3, 4
2. Частная школа заслуженного педагога Иванова (стандартная программа)	1, 2, 2
3. Частное агентство гувернеров	1, 2, 3
4. Учреждение образования, финансируемое за счет средств политической партии	2, 2, 3
5. Школа, находящаяся на балансе крупной частной производственной фирмы	1, 1, 2
6. Агентство домашнего персонала	2, 2, 3

Теперь сравним между собой упорядоченные последовательности ранговых оценок. Данное сравнение равносильно сравнению по количеству достоинств и недостатков. Поскольку ранговое упорядочение применяется в ситуации, когда структура предпочтений ЛПП сильно расплывчата, постольку высший ранг, присвоенный форме учреждения, приравнивается к высшему рейтингу, присвоенному форме собственности или виду учебной программы.

Сравнение ранговых последовательностей проводится по принципу отброса доминируемых решений (точно так же, как это выполнялось для определения Парето-оптимальных альтернатив). Например, сравнивая первое решение со вторым, обнаруживаем, что ранговая последовательность второго решения является более предпочтительной:

$$r^1 \prec r^2, \quad \text{т. к.} \quad r_1^1 \sim r_1^2, \quad r_2^1 \prec r_2^2, \quad r_3^1 \prec r_3^2,$$

где r^1 и r^2 — ранговые последовательности соответственно первого и второго решений;

r_1^j — значение j -й компоненты ранговой последовательности.

Сравнивая попарно все решения, получаем результат: школа, находящаяся на балансе крупной производственной фирмы, является единственным решением, чья рейтинговая последовательность является недоминируемой. Следовательно, именно данное решение должно быть выбрано в качестве терминального.

Итак, мы рассмотрели самостоятельное применение метода рангового упорядочения без предварительного определения ядра предпочтительных по Парето альтернатив. Теперь рассмотрим действие данного механизма определения терминального решения в условиях, когда такое ядро определено. Это необходимо, чтобы оценить устойчивость решения, определенного на всем множестве альтернатив.

Далее в условиях примера 3 определим множество оптимальных по Парето альтернатив. Затем на множестве оптимальных по Парето альтернатив выполним ранговое упорядочение, на основании которого определим терминальное решение.

В число оптимальных по Парето альтернатив попадают лишь частное агентство губернаторов и школа, находящаяся на балансе крупной частной производственной фирмы. Поскольку множество альтернатив, на основе которого выполняется выбор терминального решения, сократилось, постольку сокращается и количество ранговых оценок. В данном случае — до двух. В табл. 20 представлены эти оценки.

Упорядочив эти оценки для каждой альтернативы, мы увидим, что терминальное решение останется неизменным:

$$r^3 \prec r^5, \quad \text{т. к.} \quad r_1^3 \sim r_1^5, \quad r_2^3 \prec r_2^5, \quad r_3^3 \sim r_3^5.$$

Непосредственное ранговое упорядочение можно использовать для поиска решения при векторной функции полезности в условиях, когда влияние отдельных компонентов на функцию полезности является независимым. Такой подход к решению задач векторной оптимизации является слишком идеальным, поскольку не позволяет говорить о синергетическом эффекте влияния системы факторов на состояние объекта управления. В управлении инновациями такое системное влияние факторов тем более сложно оценить, поскольку сами объекты являются еще не изученными, а потому степень влияния на состояние этого объекта группы факторов не известна.

Таблица 20

**Ранговые оценки показателей проектов учреждений
начального образования (Парето-оптимальных)**

Вид учреждения	Форма учреждения	Форма собственности	Программа обучения
3. Частное агентство губернеров	2	2	1
5. Школа, находящаяся на балансе крупной частной производственной фирмы	1	1	2

3.5. Метод ЗАПРОС

Для того чтобы учесть в решении эффект системного влияния группы факторов, ЛПР приходится прибегать к помощи экспертов. Однако эксперты, в силу ограниченных человеческих возможностей оценки взаимного влияния факторов, могут давать противоречивые ответы даже в случае, если они пытаются оценить системное влияние всего лишь пары факторов. Для того чтобы усовершенствовать процедуру экспертной оценки, с точки зрения процедуры ведения диалога с экспертом и получения качественных оценок состояния объекта, необходимо использовать специальные методы принятия решения, к одним из которых относится метод ЗАПРОС (Замкнутые ПРОцедуры у Опорных Ситуаций), подробно описанный в одном из учебников по теории принятия решений такими авторами, как О. Ларичева и Е. Мошкович.

Метод ЗАПРОС позволяет оценить влияние системы факторов на состояние объекта управления на основании опроса экспертов о предпочтительности определенного сочетания значений векторных оценок целевой функции.

Допустимой для опроса экспертов ситуацией в методе ЗАПРОС считается ситуация, когда пара векторных оценок отличается компонентами только по двум показателям. Такой подход связан, по

убеждению его авторов, с большими трудностями, которые начинают испытывать эксперты, когда для оценки состояния объекта им предлагается сопоставить влияние не двух, а сразу трех и более факторов одновременно.

Под *опорными ситуациями* понимаются векторные оценки, имеющие только лучшие или только худшие показатели. Такие идеальные варианты решения должны быть представлены заранее, а для этого необходимо точно знать все возможные значения компонентов вектора целевой функции. Следовательно, экспертная оценка должна проводиться не в отношении каких-либо альтернатив, предложенных в качестве вариантов решения, а в отношении всего множества возможных решений с различными сочетаниями значений компонентов вектора целевой функции.

Для оценки всего множества возможных альтернатив в методе ЗАПРОС используются лишь такие векторные оценки, которые по всем показателям, кроме одного, имеют те же значения, что и опорные ситуации. Множество таких оценок называется списком векторных оценок у опорной ситуации. Именно по этому множеству и можно упорядочить все комбинации оценок компонентов вектора целевой функции.

Результатом применения метода является сведение различных значений компонентов вектора функции полезности к единой порядковой шкале с рейтинговыми оценками значений.

3.6. Методы “стоимость — эффективность”, “затраты — прибыль”

Наиболее простым методом объединения различных показателей в интегральные обобщенные показатели является метод “затраты — прибыль”. Данный метод предполагает разделение всего множества компонентов, составляющих вектор целевой функции, на показатели, которые составляют затраты при реализации инновационного проекта, и прибыль, которая получается от реализации этих проектов.

Основная трудность объединения различных показателей в интегральные заключается в их неоднородности. Действительно, если мы говорим об инновационном проекте и его реализации, то в качестве показателей прибыли мы можем выбрать потоки платежей в денежных единицах за определенный временной период, о сроке

окупаемости, измеряемом во временных единицах и т. д. То же самое, хотя и в меньшей степени, можно говорить о затратах.

Агрегирование осуществляется посредством расчета единого интегрального показателя затрат и единого интегрального показателя прибыли. Как правило интегральные показатели представляют собой аддитивные процедуры обобщения влияния отдельных компонент на целевую функцию. Таким образом, интегральные показатели прибыли и затрат можно представить в виде следующих формул:

$$B = \sum_{i=1}^n \alpha_i B_i, \quad (50)$$

$$C = \sum_{j=1}^m \beta_j C_j, \quad (51)$$

где B и C — соответственно, интегральные показатели прибыли и затрат;

B_i — i -й показатель прибыли инновационного проекта;

C_j — j -й показатель затрат инновационного проекта;

n и m — общее количество показателей соответственно прибыли и затрат;

α_i — вес i -го показателя прибыли в формировании интегрального показателя прибыли;

β_j — вес j -го показателя затрат в формировании интегрального показателя затрат.

Если сами частные показатели прибыли и затрат являются статистическими данными и их можно назвать надежными в отношении истинности информации, которую они несут, то весовые коэффициенты α_i и β_j не могут быть определены на основании той же статистики столь же достоверно. Для того чтобы преодолеть неопределенность, связанную с определением весовых коэффициентов, как правило, обращаются к экспертам. Однако есть и альтернативные методы, которые позволяют сократить расходы на опрос экспертов.

Однако же определение весовых коэффициентов, даже если они определены близко к истине, не позволяет полностью преодолеть неопределенность, связанную с многокритериальностью. Множество показателей вектора целевой функции путем группировки по показателям прибыли и затрат сводится к двухкритериальной задаче, при этом одновременно необходимо найти решение, при котором получится минимум затрат и максимум прибыли. Как правило, такое

терминальное решение является скорее исключением, чем правилом. Для преодоления данной неопределенности в теории принятия решений ранжируют отношения B/C , обращая при этом внимание на абсолютные значения прибыли и затрат.

В качестве альтернативы выбора терминального решения интегральные показатели прибыли и затрат рассматриваются в качестве единственных компонент вектора целевой функции. Выбор терминального решения осуществляется на основании методов и процедур, которые были рассмотрены нами ранее (метода смещения эффективной границы, метода лексикографического упорядочения, рангового упорядочения и т. д.).

В отличие от метода “затраты — прибыль” метод “стоимость — эффективность” не предполагает расчета интегральных показателей, хотя по содержанию затраты и стоимость, с одной стороны, и прибыль и эффективность — с другой, — почти тождественные понятия, если стоимость сводить лишь до затрат, которые необходимы для того, чтобы разработать и реализовать инновационный проект, а под эффективностью понимается объем получаемой прибыли после реализации инновационного проекта.

В общем случае понятия стоимости и эффективности шире, чем понятия затрат и прибыли, поскольку не все виды стоимости относятся к затратам организации. Например, вред, наносимый экологии при реализации инновационного проекта, относится к издержкам, которые чаще всего организация не оплачивает. Также и эффективность не подразумевает всего лишь улучшения экономических показателей состояния организации. Согласно методам оценки, основанным на технократическом подходе, в качестве показателей эффективности реализации инновационных проектов рассматривают уровни автоматизации и механизации технологических процессов в организации.

Поскольку метод “стоимость — эффективность” не предполагает построения интегрального показателя на основании сведения частных показателей в аддитивной или мультипликативной форме, то для разработки такого единого показателя предполагается построение специальных моделей (математических или логических). Специальные модели разрабатываются отдельно для определения показателя эффективности и показателя стоимости. При этом вовсе не обязательно интегральные показатели стоимости и эффективности должны иметь стоимостное измерение.

Для определения терминального решения по оценкам инновационных проектов, полученных на основании моделей эффективности и стоимости, используются три основных подхода.

Первый основывается на определении множества Парето-оптимальных решений из представленных для рассмотрения решений в форме оценок эффективности и стоимости. Затем на множестве эффективных альтернатив при помощи методов, уже рассмотренных нами ранее, принимается терминальное решение.

Второй подход предполагает определение терминального решения на основании решения задачи:

$$\begin{aligned} P_k &\rightarrow \min_k, \\ EF_k &\geq EF_0, \end{aligned} \quad (52)$$

где P_k — стоимость k -го проекта;

EF_k — эффективность k -го проекта;

EF_0 — минимальный уровень эффективности;

k — номер инновационного проекта, представленных для рассмотрения ЛПР.

Данный подход предполагает определение проекта с наименьшей стоимостью при заданном уровне эффективности.

Третий подход, по аналогии с предыдущим, предполагает поиск терминального решения на основании решения задачи:

$$\begin{aligned} EF_k &\rightarrow \max_k, \\ P_k &\leq P_0, \end{aligned} \quad (53)$$

где P_0 — заданный предельный уровень стоимости.

Согласно третьему подходу к определению терминального решения, следует выбирать самый эффективный проект при условии, что бюджетные расходы на его разработку и реализацию ограничены.

В инновационном менеджменте используется каждый из приведенных подходов. Например, если мы имеем дело с инновациями в сфере космических и военных технологий, то, как правило, устанавливается предельный нижний уровень эффективности (например, минимальная точность поражения цели) и затем выбирается самый низкий по стоимости проект. Если речь идет, например, о реализации инновационных проектов в сфере информационных технологий, то здесь, как правило, используется подход, основанный на бюджетных ограничениях.

По существу поиск самого дешевого инновационного проекта при заданном уровне эффективности и наиболее эффективного проекта при заданном уровне стоимости представляет собой некоторую модификацию метода изменения эффективной границы. В качестве эффективной границы рассматриваются фиксированная эффективность или фиксированная стоимость. Критерий в отношении другого показателя является своего рода решающим правилом при выборе терминального решения.

Использование в качестве решающих правил моделей (52) и (53) имеет некоторые недостатки, поскольку введение ограничения на уровень эффективности или на уровень стоимости напрямую не определяется условиями задачи, а задается ЛПР. Таким образом, возникает неопределенность, связанная с возможностью отвержения наилучшего решения, ответственность за которое несет владелец проблемы. В связи с этим очень важно при использовании подобных методов, чтобы ЛПР согласовывал введение подобных ограничений с владельцем проблемы, а также с другими участниками процесса принятия решения.

Безусловно, методы “стоимость — эффективность” и “затраты — прибыль” существенно снижают степень неопределенности и облегчают процедуру выбора. Вместе с тем эти процедуры не могут быть применены, если данные о решениях носят номинальный характер и им никоим образом невозможно присвоить количественные или хотя бы порядковые значения. В подобных случаях приходится возвращаться к процедурам, в которых интегральные показатели не рассчитываются (лексикографическое упорядочение, ранговое упорядочение, метод ЗАПРОС).

Итак, нами были рассмотрены основные механизмы принятия многокритериальных решений в управлении инновациями. Нужно заметить, что мы рассмотрели лишь самые распространенные процедуры. В реальной действительности существует множество частных процедур, имеющих свои особенности, которым мы не уделили внимания. Однако все эти не рассмотренные нами процедуры в большей или меньшей степени включают те самые механизмы, которые были представлены в этой главе.

3.7. Инновационные решения в условиях неопределенности

В теории принятия решений существуют задачи принятия решений с полностью заданной исходной информацией, требуемой для решения проблемы, и задачи в условиях наличия неопределенности. Задачи принятия решений в условиях определенности называются детерминированными задачами. Они характеризуются наличием полной и достоверной информации о проблемной ситуации, критериях эффективности, ограничениях и последствиях, реализующихся в процессе принятия того или иного решения.

Задачи принятия решений в условиях неопределенности характеризуются наличием стохастической и нестохастической неопределенности.

Характерная особенность задач принятия решений в условиях неопределенности заключается в том, что исход операции зависит как от стратегии, выбираемой ЛПР, так и от неопределенных факторов, не известных ЛПР в момент его выработки.

В реальной практике в большинстве случаев приходится иметь дело с более сложной ситуацией, когда выбор альтернативы неоднозначно определяет последствия сделанного выбора. Нередки ситуации, когда исследователь принимает решения в условиях, при которых результаты его решений не строго однозначны. Они зависят от действий других лиц (партнеров, противников и т. п.), которые он не может учесть или предсказать. И, наконец, существуют так называемые неопределенности целей. Такая ситуация возникает в случае, когда при принятии решений формулируется несколько целей, которые в общем случае могут противоречить друг другу. В этом случае мы приходим к многокритериальной задаче выбора, особенности которой были рассмотрены в предыдущих параграфах.

Существует также классификация неопределенностей по соотношению альтернатив и исходов. Различают неопределенности дискретного и непрерывного типа, стохастические и расплывчатые неопределенности.

Рассмотрим следующую ситуацию: имеется набор возможных исходов $y \in \mathbf{Y}$, из которых один окажется совмещенным с выбранной альтернативой, но какой именно — в момент выбора неизвестно, а станет ясно позже, когда выбор уже сделан и изменить ничего нельзя. Будем предполагать, что с каждой альтернативой связано одно и то же множество исходов \mathbf{Y} , для разных альтернатив одинаковые

исходы имеют разное значение. В случае дискретного набора альтернатив и исходов такую ситуацию можно изобразить с помощью матрицы, представленной в табл. 21.

Таблица 21

Матрица исходов и альтернатив

$\mathbf{X} \setminus \mathbf{Y}$	y_1	\dots	y_j	\dots	y_m
x_1	q_{11}	\dots	q_{1j}	\dots	q_{1m}
\dots	\dots	\dots	\dots	\dots	\dots
x_i	q_{i1}	\dots	q_{ij}	\dots	q_{im}
\dots	\dots	\dots	\dots	\dots	\dots
x_n	q_{n1}	\dots	q_{nj}	\dots	q_{nm}

В этой матрице все возможные исходы образуют вектор $\mathbf{Y} = (y_1, \dots, y_m)$, числа q_{ij} выражают оценку ситуации, когда сделан выбор альтернативы x_i и реализовался исход y_j . В конкретных случаях числа q_{ij} могут иметь различный смысл: это может быть “выигрыш”, “потери”, “платежи” и т. п. Если все строки $\mathbf{q}_i = (q_{i1}, \dots, q_{im})$ при любых i одинаковы, то проблемы выбора нет. Если же строки матрицы различны, возникает вопрос, какую альтернативу предпочесть, не зная заранее, какой из исходов реализуется.

Аналогичная ситуация возникает в случае, когда множества \mathbf{X} и \mathbf{Y} непрерывны. В этом случае зависимость между альтернативами и исходами задается в виде функции $q(x, y)$, $x \in \mathbf{X}$, $y \in \mathbf{Y}$, с соответствующей постановкой вопроса о выборе x .

Введенных до настоящего времени параметров недостаточно для формальной постановки задачи выбора. При различной конкретизации этой задачи она приобретает различный смысл и требует различных методов решения. Методологической базой для решения такого рода задач является теория игр. Метод решения конкретной задачи будет зависеть от характера воздействующих на ситуацию факторов, не зависящих от ЛПР. Здесь необходимо различать уже отмеченные ранее неопределенности природы и неопределенности противника. В задачах выбора с природной неопределенностью считается, что исходы $\mathbf{Y} = (y_1, \dots, y_m)$ есть возможные состояния природы. Желательность каждой альтернативы x_i зависит от того, каково состояние природы, но узнать это состояние исследователь сможет лишь после того, как сделан выбор.

В задачах выбора с неопределенностью противника предполагается, что исходы \mathbf{Y} — это множество альтернатив, на котором выбор осуществляет второй игрок. В отличие от природной неопределенности игрок преследует свои интересы, отличные от интересов исследователя (первого игрока). При этом матрица $Q = \|q_{ij}\|$, характеризующая оценки ситуаций с точки зрения системного исследователя или лица, принимающего решения, выбирающего x , уже недостаточна для описания всей ситуации. Необходимо задать вторую матрицу $U = \|u_{ji}\|$, описывающую систему предпочтений с позиции противника. Задание \mathbf{X} , \mathbf{Y} , Q и U называется нормальной формой игры. Расхождение между матрицами Q и U определяет степень антагонизма ЛПП и его противника.

3.8. Вопросы для самоконтроля

1. Какие факторы обуславливают необходимость многокритериальной сравнительной оценки в ходе принятия решений?
2. Какие принципы поиска решений в условиях задач многокритериального выбора Вам известны?
3. В чем заключаются особенности использования принципа доминирования при выборе инновационных решений?
4. Какие методы поиска терминального инновационного решения в ситуации многокритериального выбора Вам известны?
5. Опишите суть метода лексикографического упорядочения альтернатив.
6. В чем заключается принципиальное отличие оценки альтернатив метода ЗАПРОС от метода рангового упорядочения альтернатив?
7. В чем заключаются сущность и основные отличия методов “стоимость — эффективность” и “затраты — прибыль”?
8. Опишите особенности принятия инновационных решений в условиях неопределенности.

Выберите правильный вариант ответа

1. К характерным чертам задач многокритериального выбора относятся:
 - a) отсутствие информации, позволяющей оценить последствия принимаемых решений;
 - b) наличие вероятности противоречивости целей;
 - c) уникальный характер решаемых задач;
 - d) все ответы верны.
2. Упорядочение значений целевых показателей каждого решения, в соответствии с которым и осуществляется выбор, является характерной чертой:
 - a) метода лексикографического упорядочения альтернатив;
 - b) метода рангового упорядочения альтернатив;
 - c) метода ЗАПРОС;
 - d) метода “затраты — прибыль”.
3. Использование метода ЗАПРОС при решении задач многокритериального выбора предполагает:
 - a) определение ядра предпочтительных по Парето альтернатив;
 - b) присвоение ранга каждому значению компонента вектора целевой функции;
 - c) оценку предпочтительности определенного сочетания значений векторных оценок целевой функции на основании опроса экспертов;
 - d) верного ответа нет.
4. Ядро предпочтений Парето представляет собой:
 - a) решения, которые являются самыми лучшими по какому-либо одному показателю и не обязательно лучшими по другим;
 - b) перечень наилучших решений по всем принятым к рассмотрению показателям;
 - c) перечень наилучших решений по большинству из рассматриваемых критериев;
 - d) самое лучшее решение.

Ответы

1. d). 2. a). 3. c). 4. a).

3.9. Задачи

Задача 1

Строительная фирма разрабатывает стратегию строительства жилых зданий. В качестве сегмента рынка фирма выбрала граждан преклонного возраста, сориентировав определенным образом маркетинговую стратегию. Поскольку большинство строительных фирм при строительстве жилья ориентируются на молодые или уже сформировавшиеся семьи с детьми, то новую стратегию фирмы, ориентированную на пожилых людей, можно считать инновационной.

Предполагается, что пожилые граждане обладают достаточно большим капиталом, накопленным в течение жизни, часть которого они готовы передать своим детям и внукам, а часть оставить для собственного потребления. Поскольку заранее неизвестно поведение пожилых граждан в смысле возможности совместного или отдельного проживания со своими детьми, руководство фирмы решило рассмотреть последствия всех возможных стратегий, каждая из которых будет ориентирована на определенную ситуацию. Также фирма разработала проект идеального жилья для каждого типа семьи, в которой проживает пожилой человек. Эргономико-стоимостные показатели проектов строительной фирмы приведены в табл. 22.

Первая оценка — стоимость обслуживания — представляет собой количество денежных средств, которое пожилой семье придется ежегодно затрачивать на содержание и ремонт жилья.

Возможность обмена на предыдущее жилье — является оценкой вероятности использования схемы, по которой приобретаемое жилье частично или полностью может быть оплачено сдачей старого жилья продавцу.

Возможность общения с родственниками представляет собой оценку вероятности пребывания и временного проживания в жилом помещении близких родственников пожилых людей. Четвертый проект — квартира в доме на 2–3 семьи — предполагает, что пожилые люди могут проживать в одном доме со своими детьми и внуками.

Показатель наличия собственной рекреационной зоны является оценкой вероятности пребывания пожилых людей в отдельной комнате или отдельной рекреации даже если в квартире временно или

Таблица 22

Эргономико-стоимостные показатели проектов строительной фирмы

Проект жилья	Стоимость обслуживания (тыс. руб.)	Продажная цена (млн руб.)	Возможность обмена на предыдущее жилье	Возможность общения с родствен- никами	Наличие рекреа- ционной зоны
Комната с общей кухней	15	0,8	1	0	0,4
1-комнатная квартира в многоквартирном доме	25	2	0,8	0,2	0,5
2-комнатная квартира в многоквартирном доме	30	3	0,7	0,3	0,8
Квартира в доме на 2-3 семьи	40	10	0,1	1	1,0
Отдельный дом на 1 семью	50	4	0,4	0,5	1,0

постоянно проживают близкие родственники (дети, внуки). Для выбора терминального решения необходимо определить ядро Парето-оптимальных решений, а затем путем изменения эффективной границы определить терминальное решение.

Р е ш е н и е. Для определения на основании выражений (49) Парето-оптимальных решений необходимо провести парные сравнения всех решений друг с другом по всем показателям.

Сравнивая комнату с общей кухней, которая в простонародье называется “гостинкой”, с 1-комнатной квартирой в многоквартирном доме, видим, что первый проект является более дешевым как по цене, так и по стоимости обслуживания. Кроме того, “гостинку” легко приобрести путем оплаты ее стоимостью предыдущего жилья. Что же касается 1-комнатной квартиры, то она дает больше возможностей для общения с близкими родственниками и создает большие возможности, чем “гостинка”, для использования жилья как рекреационной зоны. Таким образом, невозможно сделать вывод о том, какое из этих двух решений является более предпочтительным:

$$\begin{aligned} x_i^1 > x_i^2, & \quad i = 1, 2, 3, \\ x_i^1 < x_i^2, & \quad i = 4, 5. \end{aligned}$$

Аналогично сравниваем “гостинку” с двухкомнатной квартирой в многоквартирном доме:

$$\begin{aligned} x_i^1 > x_i^3, & \quad i = 1, 2, 3, \\ x_i^1 < x_i^3, & \quad i = 4, 5, \end{aligned}$$

и вновь делаем вывод — решения являются несравнимыми.

Те же выводы получим, сравнивая первый проект с остальными:

$$\begin{aligned} x_i^1 > x_i^4, & \quad i = 1, 2, 3, \\ x_i^1 < x_i^4, & \quad i = 4, 5, \\ x_i^1 > x_i^5, & \quad i = 1, 2, 3, \\ x_i^1 < x_i^5, & \quad i = 4, 5. \end{aligned}$$

В итоге делаем вывод, что первый проект относится к числу Парето-оптимальных решений.

К точно к таким же выводам мы придем, если будем сравнивать остальные проекты друг с другом. В итоге получим, что все предлагаемые проекты относятся к числу Парето-оптимальных решений,

т. е. каждое решение является эффективным. Далее для выбора терминального решения воспользуемся изменением эффективной границы при помощи метода искусственных ограничений.

Поскольку каждое исходное решение на основании принципа оптимальности Парето относится к эффективным, то и все значения его показателей можно считать эффективными, в том числе и те, которые не позволяют сказать, что данный проект является более предпочтительным, чем какой-либо другой. А поскольку мы допускаем для эффективных решений некоторые далеко не лучшие значения показателей, то для определения эффективной границы как раз и будем использовать эти худшие значения показателей. Таким образом, первоначальная эффективная граница будет представлять собой следующий вектор показателей \mathbf{x}^l :

$$\mathbf{x}^l = (50; 10; 0,1; 0; 0,4).$$

Изменим эффективную границу, увеличив значения каждого целевого показателя. Четких правил по поводу того, насколько необходимо изменять значения эффективной границы, нет, однако существуют некоторые рекомендации. По одной из них рекомендуется изменять эффективную границу пропорционально разности между наихудшими и наилучшими значениями показателей. Данный метод носит название *компромисса эквивалентных приращений*.

Согласно методу поиска компромисса на основе эквивалентного приращения, находим вектор наилучшего идеального решения, составив его из лучших значений целевых показателей представленных проектов:

$$\mathbf{x}^h = (15; 0,8; 1; 1; 1).$$

Определяем разность между вектором лучших идеальных значений \mathbf{x}^h и исходной эффективной границей \mathbf{x}^l :

$$\mathbf{x}^h - \mathbf{x}^l = (-35; -9,2; 0,9; 1; 0,6).$$

Для определения эквивалентного приращения разделим разность $\mathbf{x}^h - \mathbf{x}^l$ на некоторое натуральное число $n \in \mathbb{R}$. Это число будет определять число шагов (этапов), в течение которых исходная эффективная граница превратится в вектор идеального решения, составленного из наилучших результатов. Предположим, это число равно 5. Тогда величина эквивалентного приращения $\Delta \mathbf{x}$ будет равна

$$\Delta \mathbf{x} = \frac{\mathbf{x}^h - \mathbf{x}^l}{n} = \frac{(-35; -9,2; 0,9; 1; 0,6)}{5} = (-7; -1,84; 0,18; 0,2; 0,12). \quad (54)$$

Увеличим вектор эффективной границы, изменив уровень притязаний на величину $\Delta \mathbf{x}$:

$$\begin{aligned} \mathbf{x}^{l+1} &= (50; 10; 0,1; 0; 0,4) + (-7; -1,84; 0,18; 0,2; 0,12) = \\ &= (41; 8,16; 0,28; 0,2; 0,52). \end{aligned}$$

Посмотрим, какие из решений (проектов) соответствуют новому уровню притязаний (новой эффективной границе). Напомним, что исходной эффективной границе соответствовали все решения.

Первое решение \mathbf{x}^1 не может соответствовать уровню притязаний \mathbf{x}^{l+1} по показателям возможности общения с родственниками и наличия рекреационной зоны.

Второе решение — 1-комнатная квартира в многоквартирном доме — также не соответствует новой эффективной границе, но лишь по показателю наличия рекреационной зоны.

Четвертый проект — квартира в доме на 2–3 семьи — также не соответствует эффективной границе \mathbf{x}^{l+1} по показателям продажной цены и возможности частичной оплаты стоимости приобретаемого жилья предыдущим жильем.

Пятый проект — отдельный дом на 1 семью — не соответствует эффективной границе по стоимости обслуживания.

Таким образом, третий проект — двухкомнатная квартира в многоквартирном доме — является единственным решением, который соответствует уровню притязаний ЛПР. А потому это единственное решение и выбирается в качестве терминального решения. Таким образом, строительной фирме для освоения данного сегмента рынка необходимо сосредоточиться на строительстве домов с доминированием двухкомнатных квартир.

Если бы оказалось, что новой эффективной границе соответствует не единственное решение, а как минимум два, то для выбора терминального решения вновь необходимо было бы изменить эффективную границу. Если же ни одно из решений не соответствовало бы вновь выбранной эффективной границе, то уровень притязаний необходимо было бы уменьшить.

Вот таким образом, только за счет исследования эффективной границы, можно определить терминальное решение. Однако бывают

ситуации, при которых любое изменение эффективной границы, приводящее к изменению каждого значения вектора целевой функции $\mathbf{X} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, влечет исключение всех решений, соответствовавших ядру предпочтений Парето. Такая ситуация может возникнуть, когда каждое решение включает хотя бы одну целевую функцию с наихудшим по сравнению с другими Парето-оптимальными решениями. В таких случаях изменением эффективной границы невозможно добиться выбора терминального решения.

Задача 2

В целях совершенствования системы медицинского страхования граждан предлагается рассмотреть несколько инновационных проектов, каждый из которых будет оценен по следующим четырем показателям:

1. Свобода доступа врачей на рынок медицинских услуг.
2. Ограничение стоимости лекарств, выписываемых врачом каждому застрахованному пациенту.
3. Величина гонорара, выплачиваемого врачу за лечение застрахованного лица.
4. Ограничение лечебных учреждений, в которые может обратиться за помощью застрахованное лицо.

Каждый показатель может быть оценен по своей шкале с качественными значениями.

Доступ врачей на рынок медицинских услуг может быть:

1. Свободным (любое застрахованное лицо может обратиться к любому врачу; ограничения касаются только специальности врача) — A_1 .
2. Ограниченным (застрахованное лицо может обратиться за помощью лишь к врачу, имеющему специальное разрешение или лицензию) — A_2 .
3. Сильно ограниченным (застрахованное лицо может обратиться за помощью лишь к тому врачу, который работает в специальном медицинском учреждении) — A_3 .

Стоимость лекарств:

1. Отсутствие пределов стоимости — B_1 .
2. Дорогие лекарства выписывается только в случае отсутствия в аптеке дешевых — B_2 .
3. Врач обязан выписывать застрахованному лицу лишь самые дешевые лекарства (только на них будут распространяться льготы по приобретению) — B_3 .

Величина гонорара, выплачиваемая страховой фирмой врачу, оказавшему медицинские услуги:

1. Врач самостоятельно устанавливает величину вознаграждения за свои услуги — C_1 .
2. Размер вознаграждения устанавливается лечебным учреждением, в котором работает врач, либо утверждается местным муниципалитетом, на территории которого была оказана врачебная помощь застрахованному лицу — C_2 .
3. Величина вознаграждения устанавливается страховой фирмой — C_3 .
4. Никакого дополнительного вознаграждения врачу не выплачивается (каждому врачу определен план приема больных независимо от того, с какой страховой фирмой у пациента заключен договор) — C_4 .

Ограничение лечебных учреждений, в которые может обратиться за помощью застрахованное лицо:

1. Застрахованное лицо может обратиться в любое лечебное учреждение — D_1 .
2. Застрахованное лицо может обратиться лишь в те лечебные учреждения, которые определены в списке данной страховой фирмы, а также страховых фирм-партнеров — D_2 .
3. Застрахованное лицо может обратиться лишь в те лечебные учреждения, которые определены в списке данной страховой фирмы — D_3 .

На основании опроса экспертов необходимо ранжировать возможные проекты с различными наборами характеристик, установив, что наивысшие ранги (равные 1) по всем показателям имеет первая опорная ситуация.

Р е ш е н и е. На первом этапе опроса экспертов необходимо выяснить, проект с какой векторной оценкой является наилучшим, а с какой является наихудшим. Таким образом, удастся установить первую и вторую опорные ситуации.

Предположим, что, по мнению экспертов, полученному, например, на основании того же метода Дельфи, первой опорной ситуацией является проект системы медицинского страхования, который предусматривает свободный доступ врачей на рынок медицинских услуг, отсутствие пределов стоимости выписываемых лекарств, самостоятельное установление врачом вознаграждения за свои услуги, а также возможность застрахованного лица обратиться в любое лечебное учреждение на территории страны. В соответствии с указанным в условии задачи обозначением величины компонентов вектора функции полезности это будет проект $A_1B_1C_1D_1$.

Теперь необходимо составить список векторных оценок у 1-й опорной ситуации. Они будут отличаться от 1-й опорной оценки значением единственной компоненты вектора целевой функции:

- $A_2B_1C_1D_1$;
- $A_3B_1C_1D_1$;
- $A_1B_2C_1D_1$;
- $A_1B_3C_1D_1$;
- $A_1B_1C_2D_1$;
- $A_1B_1C_3D_1$;
- $A_1B_1C_4D_1$;
- $A_1B_1C_1D_2$;
- $A_1B_1C_1D_3$.

Все позиции списка векторных оценок у первой опорной ситуации представляют собой допустимую для опроса экспертов ситуацию.

Эксперты также устанавливают порядок оценок для каждой компоненты вектора. Предположим, что порядок оценок для каждой компоненты совпадает с номером этой оценки (чем выше индекс, тем менее предпочтительно данное значение должно быть для ЛПР).

Далее экспертам будет предложено сравнить по парам все векторные оценки списка и указать, какие из них являются более, а какие менее предпочтительными. Для этого необходимо сделать $\frac{1}{2} N(N - 1)$ сравнений, где N — число векторных оценок в списке у опорного решения. На самом деле не все эти сравнения необходимо проводить. Некоторые из них в силу установленного порядка значений могут быть получены на основании простого умозаключения. Например, векторная оценка $A_2B_1C_1D_1$ является более предпочтительной, чем $A_3B_1C_1D_1$. Такое умозаключение выполняется с предположением о том, что векторная оценка с менее предпочтительным значением одной из характеристик и эквивалентными значениями других является менее предпочтительной. Другими словами, предполагается, что функция полезности обладает свойством монотонности, что совместное влияние факторов на функцию полезности ухудшится, если один из факторов ухудшится при неизменных значениях остальных факторов.

Нужно также отметить, что данное свойство полностью совпадает с принципом доминирования, описанным выше.

Таким образом, еще до опроса экспертов можно составить таблицу соотношений предпочтения векторных оценок (см. табл. 23). Отношение превосходства проекта организации системы медицинского страхования с векторной оценкой, представленной в строке, по отношению к проекту, представленному в столбце, определим через значение 1. Отношение обратного предпочтения через -1 , отношения эквивалентности через 0. Несравнимость альтернатив через “—”.

Далее проведем опрос экспертов, предлагая им каждый раз выбрать из двух альтернатив более предпочтительную. После каждого ответа будем изменять значения в таблице предпочтительности векторных оценок инновационных проектов систем медицинского страхования.

Например, сравнивая альтернативы с векторными оценками $A_2B_1C_1D_1$ и $A_1B_2C_1D_1$, эксперт выбрал вариант $A_1B_2C_1D_1$ как более предпочтительный. Другими словами, при прочих равных условиях эксперт указал на то, что более предпочтительной является си-

Таблица 23
**Соотношения предпочтения проектов с векторными оценками
у первой опорной ситуации до опроса экспертов**

	$A_2B_1C_1D_1$	$A_3B_1C_1D_1$	$A_1B_2C_1D_1$	$A_1B_3C_1D_1$	$A_1B_1C_2D_1$
$A_2B_1C_1D_1$	0	1	—	—	—
$A_3B_1C_1D_1$	-1	0	—	—	—
$A_1B_2C_1D_1$	—	—	0	1	—
$A_1B_3C_1D_1$	—	—	-1	0	—
$A_1B_1C_2D_1$	—	—	—	—	0
$A_1B_1C_3D_1$	—	—	—	—	-1
$A_1B_1C_4D_1$	—	—	—	—	-1
$A_1B_1C_1D_2$	—	—	—	—	—
$A_1B_1C_1D_3$	—	—	—	—	—

Окончание табл. 23

	$A_1B_1C_3D_1$	$A_1B_1C_4D_1$	$A_1B_1C_1D_2$	$A_1B_1C_1D_3$
$A_2B_1C_1D_1$	—	—	—	—
$A_3B_1C_1D_1$	—	—	—	—
$A_1B_2C_1D_1$	—	—	—	—
$A_1B_3C_1D_1$	—	—	—	—
$A_1B_1C_2D_1$	1	1	—	—
$A_1B_1C_3D_1$	0	1	—	—
$A_1B_1C_4D_1$	-1	0	—	—
$A_1B_1C_1D_2$	—	—	0	1
$A_1B_1C_1D_3$	—	—	-1	0

стема медицинского страхования, в которой все врачи имеют право оказывать помощь застрахованным лицам вне зависимости от наличия специального разрешения, но при этом существуют ограничения на выписку дорогих лекарств. Система медицинского страхования с ограничениями работы врачей в виде специального разрешения и отсутствием ограничений на выписку лекарств является менее предпочтительной. Тогда справедливо следующее:

$$A_2B_1C_1D_1 \succ A_3B_1C_1D_1 \implies A_1B_2C_1D_1 \succ A_3B_1C_1D_1.$$

Аналогичным образом сравниваем остальные векторные оценки. После опроса получим таблицу предпочтений. Для облегчения заполнения таблицы и избежания возможных противоречий при определении оценок рекомендуется при опросе экспертов ориентироваться на поиск наиболее предпочтительной векторной оценки. После того как она определена и на основании умозаключений установлены все отношения предпочтения, связанные с данной векторной оценкой, в диалоге с экспертом определяется следующая по предпочтительности оценка и т. д.

Предположим, что в результате опроса экспертов была составлена таблица отношения предпочтений векторных оценок (табл. 24).

Теперь на основании отношений предпочтения в табл. 24 установим единую рейтинговую шкалу, в которой будут отражены значения всех компонентов вектора целевой функции. Всем наиболее предпочтительным значениям каждого компонента вектора целевой функции дадим значение равное 1, т. е. $A_1 = 1$, $B_1 = 1$, $C_1 = 1$ и $D_1 = 1$.

Поскольку из списка всех векторных оценок инновационных проектов организации систем медицинского страхования была выбрана $A_1B_2C_1D_1$, постольку значению B_2 присваиваем рейтинг, равный 2. Далее следуют:

- $A_2 = 3$;
- $C_2 = 4$;
- $D_2 = 5$;
- $C_3 = 6$;
- $D_3 = 7$;

Таблица 24

Соотношения предпочтения проектов с векторными оценками
у первой опорной ситуации после опроса экспертов

	$A_2B_1C_1D_1$	$A_3B_1C_1D_1$	$A_1B_2C_1D_1$	$A_1B_3C_1D_1$	$A_1B_1C_2D_1$	$A_1B_1C_1D_1$
$A_2B_1C_1D_1$	0	1	-1	1	-1	-1
$A_3B_1C_1D_1$	-1	0	-1	1	-1	-1
$A_1B_2C_1D_1$	1	1	0	1	1	1
$A_1B_3C_1D_1$	-1	-1	-1	0	-1	-1
$A_1B_1C_2D_1$	1	1	-1	1	0	0
$A_1B_1C_3D_1$	-1	1	-1	1	-1	-1
$A_1B_1C_4D_1$	-1	1	-1	1	-1	-1
$A_1B_1C_1D_2$	-1	1	-1	1	-1	-1
$A_1B_1C_1D_3$	-1	1	-1	1	-1	-1

Окончание табл. 24

	$A_1B_1C_3D_1$	$A_1B_1C_4D_1$	$A_1B_1C_1D_2$	$A_1B_1C_1D_3$
$A_2B_1C_1D_1$	1	1	1	1
$A_3B_1C_1D_1$	-1	-1	-1	-1
$A_1B_2C_1D_1$	1	1	1	1
$A_1B_3C_1D_1$	-1	-1	-1	-1
$A_1B_1C_2D_1$	1	1	1	1
$A_1B_1C_3D_1$	0	1	-1	1
$A_1B_1C_4D_1$	-1	0	-1	-1
$A_1B_1C_1D_2$	1	1	0	1
$A_1B_1C_1D_3$	-1	1	-1	0

- $C_4 = 8$;
- $A_3 = 9$;
- $B_3 = 10$.

Теперь предположим, что в некотором регионе рассматриваются три инновационных проекта организации системы медицинского страхования, один из которых (более предпочтительный) станет основой для нового закона. Первый проект предусматривает возможность свободного обращения застрахованного лица к любому врачу в любом медицинском учреждении. При этом врачу предписывается выписывать пациенту только самые дешевые наименования лекарств. Что же касается вознаграждения за услуги, предоставленные врачом, то оно является фиксированным. При этом каждому врачу устанавливается план приема больных (например, не менее 10 человек в день).

Второй проект предусматривает введение специальной разрешительной процедуры для работ врачей в виде специальных лицензий. Пациенты могут обращаться за медицинской помощью лишь в те учреждения, которые определены в договоре страховой фирмой. При этом врач сам устанавливает размер вознаграждения за свои услуги и может выписывать (применять при стационарном лечении) любые виды лекарств, независимо от их стоимости.

Третий проект предполагает, что застрахованное лицо может обратиться за медицинской помощью в любое лечебное учреждение, но только к определенному врачу, которого назначит само лечебное учреждение. Врач самостоятельно устанавливает размер своего вознаграждения. Что же касается выписки лекарств (а также выбора метода лечения), то дорогие лекарства могут быть использованы при лечении, если только в свободном обороте в настоящее время отсутствуют дешевые лекарства.

Каждому из представленных проектов развития системы медицинского страхования можно поставить в соответствии с его характеристиками определенную векторную оценку целевой функции. Первый проект, согласно его описанию, можно охарактеризовать векторной оценкой $A_1B_3C_4D_1$, второй — $A_2B_1C_1D_1$, третий — $A_3B_2C_1D_1$.

Каждому компоненту векторной оценки поставим значение ранга в соответствии с экспертными оценками, полученными в результате опроса экспертов. Затем упорядочим эти ранговые оценки от

наименьшего (соответствующего более предпочтительным значениям компонент векторной оценки проекта медицинского страхования) к наибольшему. Результаты сравнения представим в табл. 25.

Таблица 25

**Сравнение проектов организации системы
медицинского страхования**

<i>Номер проекта</i>	<i>Исходная векторная оценка</i>	<i>Векторная оценка по единой шкале</i>	<i>Векторная оценка по возрастанию рангов</i>
1	$A_1B_3C_4D_1$	1 10 8 1	1 1 8 10
2	$A_2B_1C_1D_3$	3 1 1 7	1 1 3 7
3	$A_3B_2C_1D_1$	9 2 1 1	1 1 2 9

После того как ранги будут упорядочены, мы увидим, что векторная оценка, соответствующая первому инновационному проекту организации системы медицинского страхования, является наименее предпочтительной. Она доминируется векторными оценками 2-го и 3-го проектов: отсутствие дополнительного вознаграждения за труд врача и определение строгого плана приема намного хуже, чем введение системы лицензирования врачей и ограничения на использование дорогих лекарств и методов лечения; а использование только дешевых лекарств и методов лечения менее предпочтительно, чем назначение лечащего врача самим лечебным учреждением или ограничение страховой компанией списка лечебных учреждений, в которые может обратиться застрахованное лицо.

Второй и третий инновационные проекты являются несравнимыми: система лицензирования врачей, предусматриваемая во втором проекте, менее предпочтительна, чем введение ограничений на использование дорогих лекарств в третьем проекте, но определение страховой компанией списка лечебных учреждений, в которые может обратиться застрахованное лицо, более предпочтительно, чем назначение медицинским учреждением лечащего врача, игнорируя желание пациента. Для определения терминального решения в этом случае можно, как в методе рангового упорядочения воспользоваться решающим правилом и выбрать проект по правилу принятия или

правилу отвержения, т. е. по максимуму достоинств или по минимуму недостатков. Поскольку инновационный проект организации системы медицинского страхования является социальным проектом, который подвергается критике, как правило, со стороны недостатков без учета достоинств, то в качестве терминального решения следует выбрать второй проект (последнее значение векторной оценки по упорядочению рангов у 2-го проекта является меньшим, чем у 3-го проекта).

Задача 3

Для каждого из шести инновационных проектов экспертами определены значения 3 видов затрат и 4 видов прибыли (см. табл. 26 и 27).

Таблица 26

Данные о значениях затрат проектов

Проекты	Виды затрат		
	1	2	3
<i>A</i>	3	7	8
<i>B</i>	1	10	9
<i>C</i>	10	9	2
<i>D</i>	10	4	7
<i>E</i>	1	7	4
<i>F</i>	8	8	3
Весовые коэффициенты	0,3	0,5	0,2

На основании приведенных данных определить наиболее привлекательный проект, используя метод многокритериальной оценки “затраты — прибыль”.

Решение. Рассчитаем интегральные значения показателей прибыли и затрат, используя модели (50) и (51). Результаты вычислений представим в табл. 28. Затем на основании полученных данных определим множество эффективных решений, из которого выберем терминальное решение, например методом рангового упорядочения с решающим правилом отвержения.

Таблица 27

Данные о значениях прибыли,
прогнозируемой при реализации проектов

Проекты	Виды прибыли			
	1	2	3	4
<i>A</i>	6	6	10	5
<i>B</i>	11	10	13	9
<i>C</i>	11	14	5	13
<i>D</i>	10	7	8	13
<i>E</i>	11	5	6	11
<i>F</i>	11	5	7	6
Весовые коэффициенты	0,1	0,4	0,2	0,3

Таблица 28

Данные об интегральных
показателях затрат и прибыли

Проекты	Интегральные показатели	
	затрат	прибыли
<i>A</i>	6	6,5
<i>B</i>	7,1	10,4
<i>C</i>	7,9	11,6
<i>D</i>	6,4	9,3
<i>E</i>	4,6	7,6
<i>F</i>	7	6,3

По данным табл. 28 видно, что проекты *A* и *F* не являются эффективными решениями, поскольку оба являются менее предпочтительными, чем проект *E*. Таким образом, для рангового упорядочения и выбора терминального решения будем использовать только 4 проекта (*B*, *C*, *D*, *E*).

Присвоим ранги интегральным показателям каждого проекта:

B: 3, 2,
C: 4, 1,
D: 2, 3,
E: 1, 4.

Упорядочим ранги:

$$\begin{aligned} B: & 2, 3, \\ C: & 1, 4, \\ D: & 2, 3, \\ E: & 1, 4. \end{aligned}$$

По решающему правилу отвержения в качестве терминального решения можно выбрать либо проект B , либо проект D . Для преодоления этой неопределенности используем еще одно решающее правило — величину отношения интегрального показателя прибыли к интегральному показателю затрат. Для инновационных проектов B и D эти отношения составят соответственно:

$$\text{проект } B: \frac{10,4}{7,1} \approx 1,46, \quad \text{проект } D: \frac{9,3}{6,4} \approx 1,45.$$

Таким образом, инновационный проект B выбирается в качестве терминального решения.

Задача 4

Пусть в отношении инновационных проектов экспертами сделаны оценки показателей модели стоимости и модели эффективности (в табл. 28 и 29 принять показатели затрат за показатели стоимости, а показатели прибыли за показатели эффективности). Необходимо выбрать самый эффективный проект при условии, что предельный размер стоимости — 10 единиц.

Решение. Предположим, что для определения показателей эффективности и стоимости разработаны следующие модели:

$$\begin{aligned} \text{EF}_k &= \prod_{i=1}^4 \text{EF}_{ik}^{\alpha_i}, \\ P_k &= \prod_{j=1}^3 P_{jk}^{\beta_j}, \end{aligned}$$

где EF_{ik} — i -й показатель k -го инновационного проекта, используемый в модели эффективности;

P_{jk} — j -й показатель k -го инновационного проекта, используемый в модели стоимости;

α_i и β_j — параметры моделей эффективности и стоимости. В задаче им соответствуют значения весовых коэффициентов таблиц соответственно 29 и 28.

Подставляя данные показателей и параметров в указанные модели получим следующие значения эффективности и стоимости (см. табл. 29).

Таблица 29

**Значения эффективности и стоимости
инновационных проектов**

Проекты	Эффективность	Стоимость
<i>A</i>	5,58	6,29
<i>B</i>	4,91	10,31
<i>C</i>	6,88	10,88
<i>D</i>	5,89	8,97
<i>E</i>	3,49	7,11
<i>F</i>	6,58	6,11

Поскольку стоимость инновационных проектов *B* и *C* превышает 10 единиц, то они не могут быть выбраны в качестве терминальных решений. Из оставшихся для рассмотрения проектов наибольшую эффективность имеет проект *F*. Он и будет выбран в качестве терминального решения.

Глава 4

Управление

инновационно-индустриальными кластерами

4.1. Балансовый метод планирования инновационных программ

Рассмотрим возможность использования балансового метода в качестве инструмента планирования инновационного процесса при многопроектном управлении. Классические модели межотраслевого баланса (МОБ) вводятся при следующей системе допущений:

- народное хозяйство является сочетанием n отраслей (или n продуктов);
- в каждой отрасли производится только один продукт и одним способом;
- всю продукцию можно разделить на промежуточную и конечную.

Формально балансовая модель может отражать воспроизводство с любой степенью детализации. Однако практическое применение имеют только агрегированные (макроэкономические) балансовые модели. Примером моделей данного типа являются модели МОБ, оперирующие такими экономическими агрегатами, как отрасли производственной и непроизводственной сферы, социальные группы, агрегированные виды продукции, ресурсов и потребностей, целевые программы. Покажем, что введенная таким образом модель МОБ может быть применена для многопроектного управления. В качестве объекта многопроектного управления будем рассматривать проект класса “мегапроект” — целевую программу. Программа — это развернутый по времени, сбалансированный по ресурсам, взаимоувязанный по отношению к общей цели перечень мероприятий различного ранга (т. е. различных моно- и мультипроектов, реализуемых в рамках программы).

Отличительной особенностью методики МОБ является принцип “чистой” отрасли. Под “чистой” отраслью понимается производство определенного вида продукции или группы однородных видов продукции. В разрезе народного хозяйства в целом это существенное до-

пущение. Однако в рассматриваемом случае проект, входящий в программу, может без ограничений описываться в качестве “чистого” проекта (по аналогии с отраслью). Это возможно по определению — именно таким образом формируется целевая программа.

Формально все расчеты на основе модели МОБ исходят из допущения, что каждый вид продукции может производиться не более чем одним способом. Реальный смысл вводимого в модель единственного производственного способа для каждого вида продукции состоит в том, что этот способ является комбинацией разных способов, т. е. усредненным производственным способом. Это “усреднение” различных способов (расчет средневзвешенных отраслевых коэффициентов прямых затрат) осуществляется на стадии формирования исходных данных для модели МОБ.

В модели предполагается, что в каждом производственном процессе получается лишь один вид продукции. Так как каждый вид продукции производится только одним способом, то общее число способов всегда равно числу проектов.

В рамках многопроектного управления, безусловно, выполняется и третье ограничение модели МОБ. В зависимости от вида продукции (результата) проекты, входящие в программу, могут быть разделены на:

- проекты, результатом которых является промежуточная продукция;
- проекты, результатом которых является конечная продукция.

Следовательно, при многопроектном управлении снимаются или безусловно выполняются ограничения на использование балансового метода.

В основе модели целевой программы (как и модели Леонтьева в классическом варианте) лежит многопродуктовая модель экономики.

Коротко рассмотрим структуру экономики как объекта математического моделирования. Одновременно приведем понятийный аппарат математической экономики, в основе которого лежат экономические категории.

При выполнении своей главной функции экономическая система осуществляет следующие действия: размещает ресурсы, производит продукцию, распределяет предметы потребления и осуществляет накопление (рис. 15).

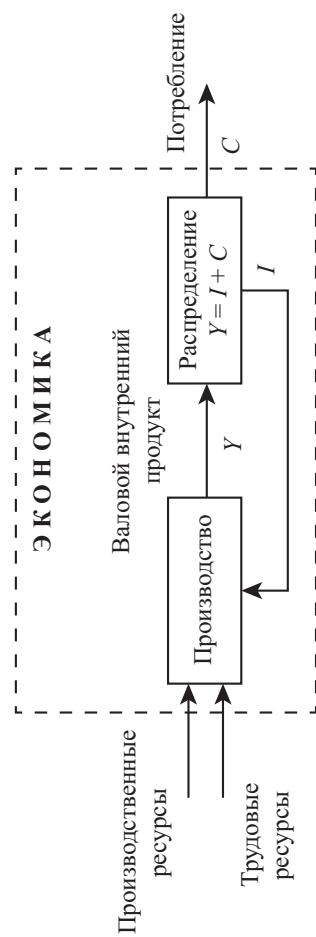


Рис. 15. Обобщенная модель экономики как метасистемы

Будучи подсистемой общества, экономика в свою очередь — сложная метасистема, состоящая из производственных и непроизводственных хозяйственных или экономических единиц, находящихся в производственно-технологических и/или организационно-хозяйственных связях друг с другом.

По отношению к экономической системе каждый член общества выступает в двойной роли: с одной стороны, как потребитель, а с другой — как работник. Кроме рабочей силы, материальными ресурсами являются природные ресурсы и средства производства.

Средства производства разделяются на средства (орудия) труда, которые участвуют в нескольких производственных циклах вплоть до их замены вследствие морального или физического износа, и предметы труда, которые участвуют в одном производственном цикле.

Накопленные средства производства составляют производственные фонды, состоящие из основных производственных фондов (т. е. накопленных средств труда) и оборотных фондов (т. е. накопленных предметов труда).

Основные производственные фонды (ОПФ) в течение длительного времени обслуживают процесс производства, сохраняя при этом свою натуральную форму и частично (в меру изнашивания) участвуют в образовании стоимости производимого в данном году продукта. Простое воспроизводство (восстановление) ОПФ осуществляется за счет амортизационных отчислений, расширенное воспроизводство — в первую очередь за счет капвложений.

Оборотные фонды — это предметы труда, находящиеся в процессе производства, включающие производственные запасы и предметы труда, которые входят в незавершенную продукцию.

В результате функционирования экономики в течение определенного периода (например, в течение года) все отрасли материального производства (промышленность, строительство, транспорт и т. п.) создают валовой внутренний продукт (ВВП). В натурально-вещественной форме ВВП распадается на средства труда и предметы потребления, в стоимостной форме — на фонд возмещения выбытия основных фондов (амортизационный фонд) и вновь созданную стоимость (национальный доход).

В процессе создания ВВП производственная подсистема экономики производит и вновь потребляет промежуточный продукт — это предметы труда, использованные для текущего производственного

потребления, их стоимость целиком переходит в стоимость средств труда или предметов потребления, входящих в ВВП.

В качестве расчетного вспомогательного показателя может быть использован валовой выпуск — суммарная стоимость ВВП и промежуточного продукта, при этом стоимость предметов труда учитывается дважды: в промежуточном продукте и в ВВП.

Промежуточная продукция — это топливо, энергия, сырье, материалы, комплектующие и т. п.; отсутствует абсолютно четкая грань между промежуточным продуктом и предметом потребления.

Нематериальным ресурсом наряду с финансами является профессионально-интеллектуальный потенциал общества.

Продолжим рассмотрение возможности использования известных макроэкономических моделей для исследования многопроектного управления с однопродуктовой (для нашего случая однопроектной) динамической макроэкономической моделью. На рис. 16 выделены факторы, характеризующие производство: труд (L), средства труда — основные производственные фонды — ОПФ (K) и предметы труда. Последние включают природные ресурсы (W^s) и производственное потребление (W), возвращаемые в производство как часть совокупного общественного продукта.

Результатом производственной деятельности является валовой продукт — ВП (X), распределяемый в блоке P_X на производственное потребление (W) и конечный продукт (Y). А конечный продукт (Y) делится в блоке распределения P_Y на валовые капвложения (I) и непроизводственное потребление (C). Валовые капвложения (I) делятся на амортизационные отчисления (D) и чистые капвложения, идущие на расширение производственных фондов (блок P_I).

4.2. Однопродуктовые балансовые модели

Однопродуктовые модели — это модели, изучающие свойства и тенденции изменения взаимосвязанных агрегированных макроэкономических показателей, таких, как ВП (валовой продукт), КП (конечный продукт), трудовые ресурсы, ПФ (производственные фонды), КВ (капиталовложения), потребление и т. д. На рис. 16 показаны эти взаимосвязи.

На макроуровне блок распределения P_X показывает взаимосвязь между ВП X , производственным потреблением W и КП Y :

$$X = W + Y. \quad (55)$$

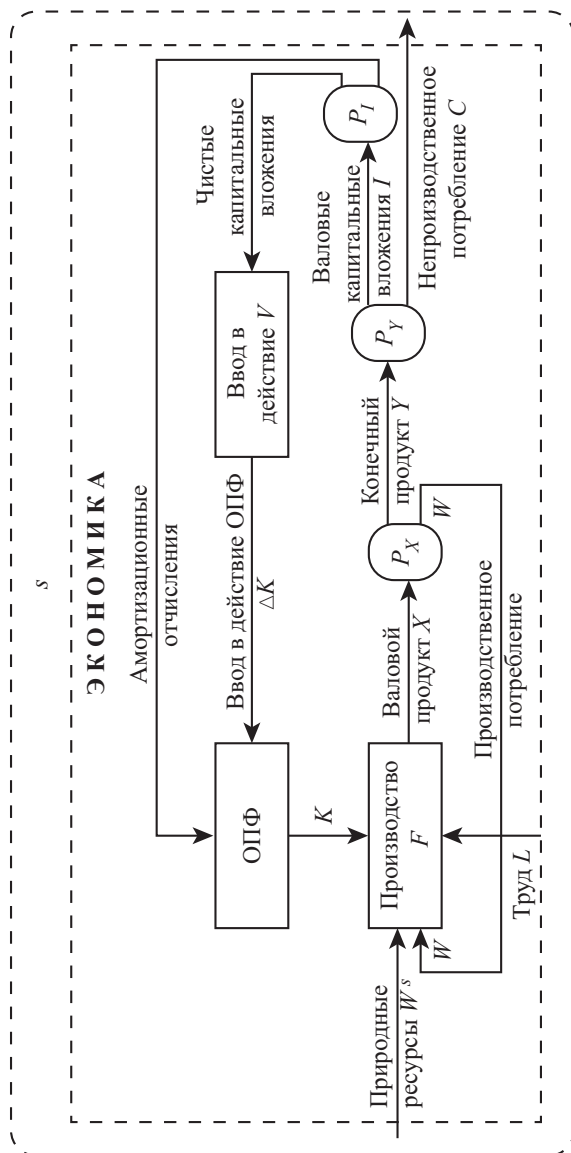


Рис. 16. Однопродуктовая динамическая макроэкономическая модель

Блок P_Y делит КП на две составляющие: валовые капиталовложения I и непроизводственное потребление C , т. е.

$$Y = I + C. \quad (56)$$

Одной из трудностей формализации является учет распределенного запаздывания прироста ОПФ от КВ.

Предположим, что валовые инвестиции полностью расходуются на прирост ОПФ в том же году и на амортизационные отчисления.

- В дискретном варианте эта взаимосвязь имеет вид

$$I_t = q\Delta K_t + D_t, \quad (57)$$

где q — параметр модели;

$\Delta K_t = K_{t+1} - K_t$ — прирост ОПФ в году t (руб.);

$D_t = \mu K_t$ — амортизационные отчисления в году t (руб.);

μ — коэффициент амортизации;

K_t — ОПФ в году t (руб.).

- При переходе к непрерывному аргументу аналогом этого уравнения является

$$I = q \frac{dK}{dt} + \mu K.$$

Отсюда можно получить уравнение движения фондов:

$$\frac{dK}{dt} = \frac{1}{q} (1 - \mu K).$$

Объединим уравнения (55)–(57), получим однопродуктовую динамическую микромодель в дискретном варианте:

$$X_t = W_t + q\Delta K_t + \mu K_t + C_t.$$

Если считать производственные затраты W пропорциональными выпуску продукции X , т. е.

$$W = aX, \quad (58)$$

то дискретная однопродуктовая динамическая модель примет вид

$$X_t = aX_t + q\Delta K_t + \mu K_t + C_t$$

или

$$\Delta K = \frac{1}{q((1-a)X_t - \mu K_t - C_t)},$$

а в непрерывном варианте соответственно —

$$\frac{dK}{dt} = \frac{1}{q((1-a)X_t - \mu K_t - C_t)}.$$

В некоторых случаях используют упрощенные варианты однопродуктовой динамической модели, например открытая и замкнутая модели.

В случае открытой однопродуктовой динамической модели Леонтьева предполагают, что все валовые КВ идут на ввод в действие новых ОПФ (ОПФ не изнашиваются). Считая, что прирост выпуска продукции $\Delta X_t = X_{t+1} - X_t$ пропорционален КВ, т. е.

$$I_t = \chi \Delta X_t, \quad (59)$$

из уравнений (55) и (56), учитывая (58) и (59), получим однопродуктовую открытую динамическую модель Леонтьева:

$$X_t = aX_t + \chi \Delta X_t + C_t.$$

В непрерывном варианте однопродуктовая динамическая макро-модель Леонтьева имеет вид

$$X = aX + \chi \frac{dX}{dt} + C. \quad (60)$$

С математической точки зрения эта модель представляет собой линейное неоднородное дифференциальное уравнение.

В случае замкнутой однопродуктовой модели Леонтьева предполагают, что непроедственное потребление $C(t)$ идет полностью на восстановление рабочей силы $L(t)$. Тогда, введя норму потребления $\gamma(t)$, получим

$$C(t) = \gamma(t)L(t). \quad (61)$$

Далее, если считать, что затраты труда пропорциональны выпуску продукции, то

$$L(t) = b(t)X(t), \quad (62)$$

где $b(t)$ — норма трудоемкости.

Подставим (61) в (60) и с учетом (62) получим “замкнутую по потреблению” модель расширенного воспроизводства

$$X = a(t)X(t) + \chi(t)\frac{dX}{dt} + \gamma(t)b(t)X(t),$$

которая описывается однородным дифференциальным уравнением

$$\frac{dX}{dt} - p(t)X(t) = 0, \quad (63)$$

где

$$p(t) = \frac{1 - a(t) - \gamma(t)b(t)}{\chi(t)}.$$

Тогда развитие экономики определяется решением уравнения (63):

$$X(t) = X_0 e^{\int p(t) dt}.$$

Предполагают, что непроемчивое потребление является известной функцией времени. Тогда закон развития экономики определим из модели (60), которая с математической точки зрения является неоднородным дифференциальным уравнением вида

$$\begin{aligned} \frac{dX}{dt} + p_1(t)X(t) &= f(t), \\ p_1(t) &= -\frac{1 - a(t)}{\chi(t)}, \quad f(t) = -\frac{C(t)}{\chi(t)}, \end{aligned}$$

с решением

$$X(t) = e^{-\int p_1(t) dt} \left(\int_0^t f(t) e^{\int p_1(t) dt} dt + X_0 \right).$$

Вывод: Выделение из КП Y накапливаемой части I приводит к рассмотрению динамических моделей и применению для исследования в качестве математического аппарата теории дифференциальных (в непрерывном случае) и конечно-разностных уравнений (в многошаговом варианте).

4.3. Двухпродуктовые балансовые модели

Рассмотрим двухпродуктовую (или двухпроектную — при многопроектном управлении) динамическую макроэкономическую модель. Предположим, что экономика представлена двумя отраслями (случай, когда целевая программа структурирована на два мультипроекта, на два направления программы), каждая из которых выпускает ВП X^1 , X^2 и затрачивает на воспроизводство труд, средства труда и предметы труда. ВП каждой отрасли распределяется в блоках P_{X^1} , P_{X^2} соответственно на КП Y^1 , Y^2 отраслей и производственное потребление W^1 , W^2 :

$$\begin{aligned}X^1 &= W^1 + Y^1, \\X^2 &= W^2 + Y^2.\end{aligned}$$

Однако в двухпродуктовой модели промежуточный продукт W^i ($i = 1, 2$) расходуется на воспроизводство ВП не только своей отрасли, но и другой. На рис. 17 распределение промежуточного продукта осуществляется в блоках P_{W^1} и P_{W^2} :

$$\begin{aligned}W^1 &= W_1^1 + W_2^1, \\W^2 &= W_1^2 + W_2^2.\end{aligned}$$

Если предположить, что межотраслевые потоки W_j^i ($i, j = 1, 2$) из i -й отрасли в j -ю пропорциональны объему ВП X^j -й отрасли, т. е.

$$W_j^i = a_j^i X^j,$$

где a_j^i — норма затрат продукции i -й отрасли на воспроизводство единицы продукции j -й отрасли, то распределение ВП отраслей можно представить в виде

$$\begin{aligned}X_1 &= a_1^1 X^1 + a_2^1 X^2 + Y^1, \\X_2 &= a_1^2 X^1 + a_2^2 X^2 + Y^2.\end{aligned}\tag{64}$$

Из рис. 17 видно, что блоки P_{W^1} и P_{W^2} участвуют в межотраслевом обмене промежуточного продукта и образуют систему межотраслевых связей. Вычленение этой системы из рассматриваемой динамической модели приводит к модели МОБ.

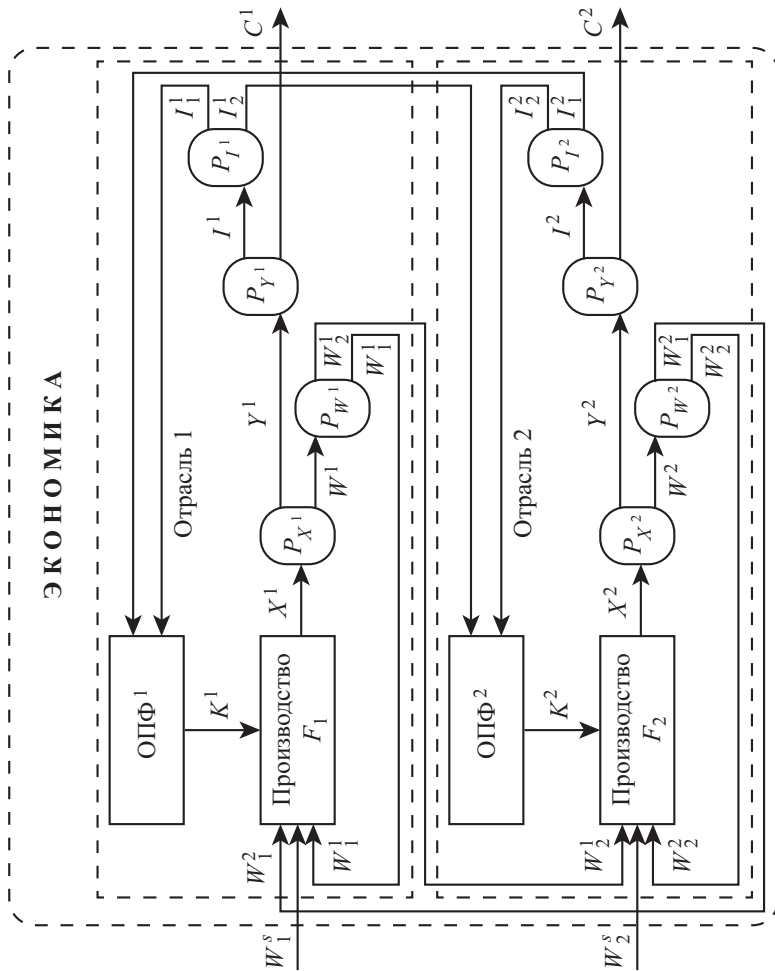


Рис. 17. Двухпродуктовая динамическая макроэкономическая модель

Дальнейшее деление КП Y^1, Y^2 отраслей 1 и 2 соответственно на валовые КВ I^1, I^2 и непроеизводственное потребление C^1, C^2 осуществляется в блоках P_{Y^1} и P_{Y^2} :

$$\begin{aligned} Y^1 &= I^1 + C^1, \\ Y^2 &= I^2 + C^2, \end{aligned} \quad (65)$$

что приводит к вводу в балансовое уравнение составляющих I^1, I^2 , связь которых с ВП выражена конечно-разностными (в дискретном варианте) или дифференциальными (в непрерывном варианте) уравнениями.

В двухпродуктовой модели в простейшем варианте будем считать, что все валовые КВ идут на развитие экономики (амортизационные отчисления в этом случае не учитываем). Тогда расход валовых КВ I^1, I^2 каждой отрасли на увеличение ОПФ осуществляется соответственно в блоках P_{I^1} и P_{I^2} :

$$\begin{aligned} I^1 &= I_1^1 + I_2^1, \\ I^2 &= I_1^2 + I_2^2. \end{aligned} \quad (66)$$

В простейшей динамической модели считаем, что поток валовых КВ I_j^i ($i, j = 1, 2$) из i -й отрасли в j -ю пропорционален приросту ВП j -й отрасли:

$$I_j^i = \chi_j^i \Delta X^j, \quad j = 1, 2. \quad (67)$$

Подставляя в (64) формулы (65)–(67), получим открытую двухпродуктовую модель в дискретном варианте:

$$\begin{aligned} X_1 &= a_1^1 X^1 + a_2^1 X^2 + \chi_1^1 \Delta X^1 + \chi_2^1 \Delta X^2 + C^1, \\ X_2 &= a_1^2 X^1 + a_2^2 X^2 + \chi_1^2 \Delta X^1 + \chi_2^2 \Delta X^2 + C^2. \end{aligned} \quad (68)$$

В непрерывном варианте модель (68) примет вид

$$\begin{aligned} X_1 &= a_1^1 X^1 + a_2^1 X^2 + \chi_1^1 \frac{dX^1}{dt} + \chi_2^1 \frac{dX^2}{dt} + C^1, \\ X_2 &= a_1^2 X^1 + a_2^2 X^2 + \chi_1^2 \frac{dX^1}{dt} + \chi_2^2 \frac{dX^2}{dt} + C^2. \end{aligned}$$

Задавая в базисном году t_0 значения $X^1(t_0) = X_0^1, X^2(t_0) = X_0^2$ и предполагая известными потребления во времени $C^1(t)$ и $C^2(t)$,

видим, что задача развития экономики, заданной двумя отраслями, сводится к системе линейных неоднородных уравнений. С математической точки зрения эта задача является задачей Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений.

4.4. Многопродуктовые балансовые модели

Теперь перейдем к многопродуктовой модели (целевая программа, содержащая n монопроектов), которая впервые была сформулирована В. В. Леонтьевым как метод межотраслевого анализа или анализ “затраты — выпуск” (input-output analysis или I/Q analysis). Понятие “отрасль” здесь, как уже отмечалось ранее, условное, отражающее эмпирическую совокупность, построенную на какой-либо статистической классификации. Межотраслевой анализ базируется на использовании статистических таблиц, называемых “межотраслевыми”, которые позволяют представить картину народнохозяйственной динамики за определенный период (как правило, за один год). Ее содержание составляют связи между отраслями (табл. 30).

Строки табл. 30 показывают распределение выпуска каждой отраслью обобщенного продукта. Каждая строка характеризуется следующим балансом:

$$\begin{aligned} & \text{выпуск данного вида продукции} = \\ & = \text{промежуточный спрос} + \text{конечный спрос}. \end{aligned}$$

Это условие можно записать в виде

$$\bar{x}_i = (\bar{x}_{i1} + \bar{x}_{i2} + \dots + \bar{x}_{ij} + \dots + \bar{x}_{in}) + \bar{Y}_i, \quad i = \overline{1, n}. \quad (69)$$

Промежуточный спрос есть часть общего спроса, представляющая закупку данного вида продукта отраслями $1, 2, \dots, n$ в качестве исходных (ресурсных) материалов для производства собственной продукции. Конечный спрос — это закупки конечных продуктов непосредственно для потребления или в качестве инвестиционных вложений.

Столбцы табл. 30 показывают структуру затрат или структуру используемых ресурсов каждой отраслью для производства продукции. Для столбцов устанавливается баланс:

Таблица 30

Схема межотраслевого баланса

	Промежуточный спрос (структура распределения между отраслями)				Конечный спрос	Общий объем выпуска
	1	2	...	j		
1	\bar{x}_{11}	\bar{x}_{12}	...	\bar{x}_{1j}	...	\bar{x}_{1n}
2	\bar{x}_{21}	\bar{x}_{22}	...	\bar{x}_{2j}	...	\bar{x}_{2n}
...
i	\bar{x}_{i1}	\bar{x}_{i2}	...	\bar{x}_{ij}	...	\bar{x}_{in}
...
n	\bar{x}_{n1}	\bar{x}_{n2}	...	\bar{x}_{nj}	...	\bar{x}_{nn}
Добавленная стоимость	\bar{V}_1	\bar{V}_2	...	\bar{V}_j	...	\bar{V}_n
Общий объем выпуска	\bar{x}_1	\bar{x}_2	...	\bar{x}_j	...	\bar{x}_n

расход отрасли =
 = промежуточные затраты + добавленная стоимость,

что можно записать в виде

$$\bar{x}_j = (\bar{x}_{1j} + \bar{x}_{2j} + \dots + \bar{x}_{ij} + \dots + \bar{x}_{nj}) + \bar{V}_j, \quad j = \overline{1, n}. \quad (70)$$

Промежуточные затраты определяются стоимостью исходных материалов, закупленных отраслью у других отраслей. Расход отрасли представляет собой также факторные затраты отрасли в виде добавленной стоимости, т. е. в виде вновь созданной стоимости, распадающейся на доход работающих по найму, предпринимательскую прибыль и др.

Для строк и столбцов таблицы межотраслевого баланса имеют место следующие тождества:

выпуск отрасли = расходы отрасли,
 сумма конечного спроса = сумма добавленной стоимости,

которые математически можно представить как

$$\begin{aligned} \bar{x}_i &= \sum_{j=1}^n \bar{x}_{ij} + \bar{Y}_i = \sum_{i=1}^n \bar{x}_{ij} + \bar{V}_j, \quad i, j = \overline{1, n}, \\ \sum_{i=1}^n \bar{Y}_i &= \sum_{j=1}^n \bar{V}_j. \end{aligned}$$

Таблица межотраслевого баланса позволяет изучать потоки ресурсов и устанавливать зависимости между отраслями. Для более глубокого понимания процесса функционирования экономики, отраженного в табл. 30, введем понятие коэффициента прямых затрат.

Коэффициент прямых затрат определяется как объем ресурса отрасли i , необходимый для производства единицы продукции отрасли j , т. е.

$$a_{ij} = \frac{\bar{x}_{ij}}{\bar{x}_j}, \quad i, j = \overline{1, n}.$$

После подстановки $\bar{x}_{ij} = a_{ij}\bar{x}_j$ в формулу (69) получаем

$$\bar{x}_i = \sum_{j=1}^n a_{ij}\bar{x}_j + \bar{Y}_i. \quad (71)$$

Это вилотную подводит нас к центральному вопросу межотраслевого анализа — как изменится объем выпуска отрасли \bar{x}_i , если при фиксированном значении коэффициента прямых затрат a_{ij} значение \bar{Y}_i изменится на величину $\Delta\bar{Y}_i$. Для ответа на этот вопрос формулу (71) запишем в матричной форме:

$$\mathbf{X} = A\mathbf{X} + \mathbf{Y}, \quad (72)$$

где

$$\mathbf{X} = \begin{pmatrix} \bar{x}_1 \\ \bar{x}_2 \\ \vdots \\ \bar{x}_n \end{pmatrix}, \quad A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix}, \quad \mathbf{Y} = \begin{pmatrix} \bar{Y}_1 \\ \bar{Y}_2 \\ \vdots \\ \bar{Y}_n \end{pmatrix}.$$

Полученная формула (72) называется *леонтьевской моделью* межотраслевого баланса.

С учетом принятых допущений (см. параграф 6.3) распределение ВП n отраслей примет вид:

$$\begin{cases} X^1 = x_1^1 + x_2^1 + \dots + x_n^1 + Y^1, \\ X^2 = x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2 + Y^2, \\ \dots \\ X^n = x_1^n + x_2^n + \dots + x_n^n + Y^n, \end{cases} \quad (73)$$

где X^i ($i = \overline{1, n}$) — интенсивность ВП i -й отрасли (руб.);

Y^i ($i = \overline{1, n}$) — интенсивность КП i -й отрасли (руб.);

x_j^i ($i, j = \overline{1, n}$) — интенсивность межотраслевого потока продукции из i -й отрасли на воспроизводство ВП j -й отрасли (руб.).

Полученная система уравнений связи дает бесчисленное множество сбалансированных решений: система из n уравнений содержит $2n$ неизвестных $X^1, \dots, X^n, Y^1, \dots, Y^n$ и n^2 неизвестных матрицы межотраслевых потоков (x_j^i). Рассматриваемая модель нуждается в доопределении. Для того чтобы сократить число переменных, предполагают, что межотраслевые поставки x_j^i продукции i -й отрасли (i -го проекта) в j -ю отрасль (j -й проект) линейно зависят от объема ВП j -го потребителя (X^j) и от нормы материалоемкости (a_j^i), определяющей затраты продукции i -й отрасли на воспроизводство единицы ВП j -й отрасли, т. е.

$$x_j^i = a_j^i X^j, \quad i, j = \overline{1, n}. \quad (74)$$

Тогда система уравнений (73) с учетом (74) принимает вид:

$$\begin{cases} X^1 = a_1^1 X^1 + a_2^1 X^2 + \dots + a_n^1 X^n + Y^1, \\ X^2 = a_1^2 X^1 + a_2^2 X^2 + \dots + a_n^2 X^n + Y^2, \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \\ X^n = a_1^n X^1 + a_2^n X^2 + \dots + a_n^n X^n + Y^n \end{cases} \quad (75)$$

или

$$X^i = \sum_{j=1}^n a_j^i X^j + Y^i, \quad i = \overline{1, n}. \quad (76)$$

Система уравнений (75) или (76) в отличие от системы (73) содержит $2n$ неизвестных (компоненты ВП и КП n отраслей). Для получения единственного решения задают n каких-либо переменных, например координаты вектора ВП \mathbf{X} и по ним определяют координаты вектора КП \mathbf{Y} ($\mathbf{X} \rightarrow \mathbf{Y}$) либо, наоборот, по фиксированному вектору КП \mathbf{Y} определяют вектор ВП \mathbf{X} ($\mathbf{Y} \rightarrow \mathbf{X}$). Таким образом, из уравнений связи (73) получают две противоположные задачи: задачу наблюдаемости и задачу синтеза.

Задача наблюдаемости ($\mathbf{X} \rightarrow \mathbf{Y}$) отражает процесс распределения ВП. Она является основой для составления отчетных балансов. Здесь входом в модель (или экзогенным фактором) является вектор ВП \mathbf{X} , а выходом — вектор КП \mathbf{Y} . Матричное представление этой модели:

$$(E - A) \mathbf{X} = \mathbf{Y}, \quad (77)$$

где E — единичная матрица.

Задача синтеза ($\mathbf{Y} \rightarrow \mathbf{X}$) отражает содержание процесса планирования ВП \mathbf{X} по заданному вектору КП \mathbf{Y} . Она отвечает на вопрос, в каком объеме надо планировать ВП отраслей \mathbf{X} , чтобы обеспечить желаемый выпуск КП \mathbf{Y} .

В задаче планирования ВП \mathbf{X} синтез уравнений связи разрешается относительно вектора ВП \mathbf{X} :

$$(E - A)^{-1} \mathbf{Y} = \mathbf{X}. \quad (78)$$

Если во всех полученных моделях (69)–(78) вместо отраслей i и j понимать проекты i и j , то без потери общности эти модели верны для многопроектного управления.

Покажем эффективность введения моделей МОБ для многопроектного управления на стадии планирования.

1. *Расчет сбалансированных уровней производства исходя из вариантов КП (задача синтеза $\mathbf{Y} \rightarrow \mathbf{X}$)*

Решаем систему уравнений $\mathbf{X} = A\mathbf{X} + \mathbf{Y}$ при различных векторах \mathbf{Y} .

Расчеты значительно упрощаются, если предварительно находится матрица полных затрат $(E - A)^{-1}$. Тогда при корректировке заданий по КП легко определять необходимые изменения в планах производства:

$$\Delta \mathbf{X} = (E - A)^{-1} \Delta \mathbf{Y}.$$

Другими словами, определим объем ВП программы, который обеспечит желаемый выпуск КП программы в соответствии со следующим матричным уравнением:

$$(E - A)^{-1} \mathbf{Y} = \mathbf{X},$$

где $(E - A)^{-1}$ — оператор планирования, преобразующий вектор КП в вектор ВП или (в соответствии с его экономическим содержанием) — матрица коэффициентов полных затрат программы.

Обозначим элементы матрицы $(E - A)^{-1}$ через c_{ij} ($i, j = \overline{1, n}$), тогда матрицей коэффициентов полных затрат программы будет матрица $C = \|c_{ij}\|$ ($i, j = \overline{1, n}$), элементы которой c_{ij} представляют собой ВП проекта i , идущие на воспроизводство единицы КП проекта j .

Матрица коэффициентов косвенных затрат определяется как разность между матрицей коэффициентов полных затрат и матрицей коэффициентов прямых затрат программы.

Матрица коэффициентов полных затрат C является основой планирования программы. Процесс планирования значительно упростится, если заранее определим ее элементы, прежде всего элементы матрицы A .

Главная проблема расчетов по модели — подготовка исходной информации, т. е. определение плановых коэффициентов затрат и вариантов КП.

Существуют три основных подхода к определению коэффициентов затрат:

- 1) статистическое прогнозирование;
- 2) аналитический подход;
- 3) использование информации из других моделей.

Методы статистического прогнозирования предполагают наличие достаточно длинных динамических рядов коэффициентов. Простейшая форма статистического прогноза — экстраполяция коэффициентов затрат. Более совершенный метод — построение уравнений регрессии, в которых в качестве аргументов выступает не только время, но также экономические, технологические, организационные факторы, определяющие изменение коэффициентов затрат.

Среди аналитических методов наибольшую известность получил так называемый метод RAS, предложенный Р. Стоуном. Название данного метода связано с формулой расчета коэффициентов на плановый период:

$$A^1 = RA^0S,$$

где A^0 — матрица базисного года;

A^1 — матрица планового года;

R — диагональная матрица коэффициентов r_i , характеризующих среднее изменение коэффициентов затрат продукции i (по строке);

S — диагональная матрица коэффициентов s_j , характеризующих общее изменение материалоемкости продукции j (по столбцу).

Таким образом, коэффициенты матриц R и S (их общее число равно $2n$) выражают общие гипотезы об изменении материалоемкости производства, на основе которых определяются все коэффициенты матрицы A^1 (максимальное их число равно n^2). Метод RAS может использоваться при проведении ориентировочных плановых расчетов.

Важной особенностью методики определения плановых коэффициентов затрат является дифференцированный подход к различным коэффициентам. Исследования матриц МОБ приводят к выводу, что только незначительная доля всех коэффициентов оказывает существенное влияние на объемы производства. К числу существенных можно, например, отнести такие коэффициенты a_{ij} , изменение которых на 100% изменяет объем производства

какой-либо отрасли более чем на 1%. Аналитические методы имеют смысл применять для определения только важнейших коэффициентов; для несущественных коэффициентов вполне достаточно использовать более простые и менее трудоемкие методы (экстраполяция, экспертные оценки) либо вообще исключить эти коэффициенты из матрицы A , фиксируя общий расход продукции соответствующих отраслей и ресурсов на “второстепенные” нужды в правых частях уравнений МОБ.

2. *Обоснование проекта со стороны производственных ресурсов (задача наблюдаемости $X \rightarrow Y$)*

В математической модели МОБ различные функциональные элементы КП не различаются: модель воспринимает только суммарные значения КП каждого вида — y_i .

Для планирования КП используются различные методы, можно выделить два основных направления:

- 1) использование макроэкономических моделей для определения общих объемов КП с последующей детализацией ее отраслевой структуры;
- 2) использование структурных моделей отдельных функциональных элементов КП.

В рамках статической модели наибольшие трудности возникают при определении плановых объемов КВ. Введение в статическую модель КВ как экзогенных величин решает только одну задачу: определить влияние того или иного вектора КВ на изменение объемов производства и потребностей в ресурсах. Для решения более широкого круга задач балансовой увязки объемов производства, КВ и КП требуется дополнять статическую модель некоторыми динамическими соотношениями.

Модель МОБ для плановых расчетов включает ограничения по общим ресурсам и производственным мощностям. При краткосрочном планировании производственные возможности ограничены в основном сложившимся распределением трудовых ресурсов и ОПФ.

При использовании модели для краткосрочного планирования главными ограниченными ресурсами являются производственные мощности, понимаемые как максимально возможные объемы производства соответствующих видов продукции ($x_j \leq N_j$).

На основе данных о производственных мощностях проводятся расчеты сбалансированных вариантов производства и КП.

При использовании модели в перспективном планировании методика обоснования производственных мощностей программы значительно усложняется. ОПФ и производственные мощности, необходимые в последнем году планового периода, в значительной мере создаются в течение планового периода. Поэтому статическая модель может использоваться только как составная часть динамической модели (иметь “входы” и “выходы”, соединяющие ее со статическими моделями для других лет планового периода) либо дополняться динамическими соотношениями.

По некоторым видам продукции (проектов) существующие производственные возможности должны использоваться максимально (они лимитируют удовлетворение потребностей), а по другим — объемы производства должны быть рассчитаны в зависимости от потребностей в КП. Целесообразность фиксации некоторых объемов производства в расчетах по модели вытекает также из технологических и социально-экономических особенностей проектов.

Сформулируем задачу плановых расчетов по модели МОБ со смешанным составом неизвестных.

Пусть все виды продукции (проекты) разбиваются на две группы:

1. Продукты (m видов), по которым искомыми являются объемы производства — вектор \mathbf{X}_1 , а задаются объемы КП — вектор $\mathbf{Y}_1 = \mathbf{C}_1$ (оба вектора порядка m).

2. Продукты ($n - m$ видов), по которым задаются объемы производства (например, в соответствии с заданиями перспективных планов) — вектор $\mathbf{X}_2 = \mathbf{Q}_2$, а искомыми являются показатели КП — вектор \mathbf{Y}_2 (оба вектора порядка $n - m$).

Тогда решение системы относительно \mathbf{X}_1 и \mathbf{Y}_2 возможно следующим образом. Вначале решается подсистема порядка m

$$(E - A_{11}) \mathbf{X}_1 = \mathbf{C}_1 + A_{12} \mathbf{Q}_2$$

и находится вектор \mathbf{X}_1 . Затем вектор \mathbf{X}_1 подставляется в подсистему порядка $n - m$

$$\mathbf{Y}_2 = (E - A_{22}) \mathbf{Q}_2 - A_{21} \mathbf{X}_1,$$

каждое уравнение которой содержит по одному неизвестному и решается независимо.

Аналогично решается задача корректировки плана, когда требуется учесть влияние отклонений от плана выпуска продукции второй группы продуктов ($\Delta \mathbf{X}_2 = \Delta \mathbf{Q}_2$) на валовые выпуски первой группы продуктов ($\Delta \mathbf{X}_1$) и КП второй группы ($\Delta \mathbf{Y}_2$) при условии выполнения заданий по КП первой группы ($\Delta \mathbf{Y}_1 = 0$).

Взаимозависимости проектов в процессе реализации программы количественно могут быть выражены системой коэффициентов прямых, косвенных и полных затрат продукции и ресурсов. Каждый коэффициент полных затрат представляет сумму прямых и косвенных затрат, обусловленных выпуском единицы определенного вида продукции.

Пример 7. Сформулируем задачу, когда при реализации разнородных проектов (изготовлении разнородной продукции) возможна конкуренция технологий отраслей производства (технологий реализации проектов).

Для реализации трех типов проектов $i = 1, 2, 3$ применяются три вида оборудования $s = 1, 2, 3$. Для реализации проектов первых двух типов используются по три технологии $j = 1, 2, 3$, третьего типа — первые две технологии. Величина нормозатрат на выпуск единицы готовой продукции b_{ijsj} , фонд рабочего времени b_s (машино-часы) и планируемая прибыль P_{ij} единицы изделия приведены в табл. 31.

Определить оптимальные количества условных единиц изделий и выбрать технологии их изготовления на имеющемся оборудовании из условия максимизации прибыли (1 у. е. = 1 000 изделий).

Алгоритм решения:

1. Целевая функция — максимизация суммы прибыли:

$$\max Z = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 P_{ij} x_{ij}$$

или

$$\max Z = 11x_{11} + 7x_{12} + 5x_{13} + 9x_{21} + 6x_{22} + 7x_{23} + 18x_{31} + 15x_{32}.$$

2. Ограничения по фонду рабочего времени:

$$\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 b_{ijsj} x_{ij} \leq b_s$$

Таблица 31

Исходные данные к оптимизационной модели Леонтьева (машинно-часы)

Виды оборудования	Фонд времени, b_s	Нормозатраты, b_{isj}								
		$i = 1$			$i = 2$			$i = 3$		
		$j = 1$	$j = 2$	$j = 3$	$j = 1$	$j = 2$	$j = 3$	$j = 1$	$j = 2$	$j = 3$
$s = 1$	20	2	2	1	3	0	4	3	3	3
$s = 2$	34	3	1	2	1	2	0	5	6	6
$s = 3$	48	0	1	3	2	3	1	1	0	0
Прибыль, P_{ij}	ден. ед./у. е.	11	7	5	9	6	7	18	15	15
Число изделий	тыс. шт.	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{21}	x_{22}	x_{23}	x_{31}	x_{32}	x_{33}

или в другой записи

$$\begin{cases} 2x_{11} + 2x_{12} + x_{13} + 3x_{21} & + 4x_{23} + 3x_{31} + 3x_{32} \leq 20, \\ 3x_{11} + x_{12} + 2x_{13} + x_{21} + 2x_{22} & + 5x_{31} + 6x_{32} \leq 34, \\ x_{12} + 3x_{13} + 2x_{21} + 3x_{22} + x_{23} + x_{31} & \leq 48. \end{cases}$$

3. Условие неотрицательности переменных:

$$x_{ij} \geq 0.$$

4. Итак, линейная задача оптимизации содержит 8 основных переменных прямой задачи и три ограничения. Она решается на компьютере, например в пакетах *Maple*, *Mathematica*, *Matlab*. Так, в пакете *Mathematica* для этого набираем следующий текст программы:

```
NMaximize[{11*x1+7*x2+5*x3+9*x4+6*x5+7*x6+18*x7+15*x8,
2*x1+2*x2+x3+3*x4+4*x6+3*x7+3*x8<=20,
3*x1+x2+2*x3+x4+2*x5+5*x7+6*x8<=34,
x2+3*x3+2*x4+3*x5+x6+x7<=48,
x1>=0, x2>=0, x3>=0, x4>=0, x5>=0, x6>=0, x7>=0, x8>=0},
{x1, x2, x3, x4, x5, x6, x7, x8}]
```

В табл. 32 приведены результаты решения. Они представлены в форме, очень удобной для всестороннего экономического анализа. Такой анализ позволяет принять достаточно обоснованные решения по управлению системой отраслей, промышленных объединений, сотрудничающих фирм (проектов в рамках программы).

5. Из табл. 32 следует, что в оптимальный план не вошли нерентабельные количества изделий (результатов проектов):

$$x_{11}, x_{13}, x_{23}, x_{31}, x_{32}.$$

6. Составим двойственную задачу оптимизации:

- целевая функция — минимизация стоимости затрат ресурсов:

$$\min f = 20V_1 + 34V_2 + 48V_3;$$

Таблица 32

Результат оптимального решения в модели Леонтьева

Основные переменные прямой задачи		Двойственные оценки, U_{ij}^* (ден. ед.)	Дополнительные переменные прямой задачи, S_i^*	Двойственные оценки, V_s^* (ден. ед.)
x_{ij}	Значения (тыс. шт.)			
x_{11}	0	2	0	2
x_{12}	7,6	0	0	3
x_{13}	0	3	0	0
x_{21}	1,6	0		
x_{22}	12,4	0		
x_{23}	0	1		
x_{31}	0	3		
x_{32}	0	9		
Максимальная величина прибыли $Z_{\max} = 142$ ден. ед.				

- ограничения по размеру прибыли:

$$\begin{cases} 2V_1 + 3V_2 & \geq 11, \\ 2V_1 + V_2 + V_3 & \geq 7, \\ V_1 + 2V_2 + 3V_3 & \geq 5, \\ 3V_1 + V_2 + 2V_3 & \geq 9, \\ 2V_2 + 3V_3 & \geq 6, \\ 4V_1 + V_3 & \geq 7, \\ 3V_1 + 5V_2 + V_3 & \geq 18, \\ 3V_1 + 6V_2 & \geq 15; \end{cases}$$

- условие неотрицательности переменных:

$$V_s \geq 0.$$

7. Для решения двойственной задачи в пакете *Mathematica* набираем следующий текст программы:

```
NMinimize[{20*x1+34*x2+48*x3,
2*x1+3*x2>=11,2*x1+x2+x3>=7,x1+2*x2+3*x3>=5,
3*x1+x2+2*x3>=9,2*x2+3*x3>=6,4*x1+x3>=7,
3*x1+5*x2+x3>=18,3*x1+6*x2>=15,x1>=0,x2>=0,x3>=0},
{x1,x2,x3}]
```

Результаты решения содержатся в табл. 32. Из них следует, что $V_1^* = 2$, $V_2^* = 3$ ден. ед./ед. продукции. Двойственная же оценка “дорогих” изделий (результатов проектов) — $V_3^* = 0$.

8. Рассчитаем для каждого из не вошедших в оптимальный план типов изделий (результатов проектов) величину недополученной прибыли как

$$Q_{ij}^* = \sum_{s=1}^3 b_{isj} V_s^* \text{ ден. ед./ед. продукции.}$$

Например, для $x_{11} = 0$ значение недополученной прибыли будет

$$Q_{11}^* = 2V_1^* + 3V_2^* = 2 \cdot 2 + 3 \cdot 3 = 13 \text{ (ден. ед./ед. продукции).}$$

А намечавшаяся прибыль $P_{11} = 11$ ден. ед./ед. продукции. Следовательно, если бы x_{11} вошел в оптимальный план выпуска продукции 1-го типа по 1-й технологии, это принесло бы убытки

$$U_{ij}^* = Q_{ij}^* - P_{ij} = 13 - 11 = 2 \text{ (ден. ед./ед. продукции).}$$

Просчитанные по такому алгоритму все значения U_{ij}^* помещены в табл. 33.

Наличие убытка объясняется ограниченностью фонда рабочего времени для выпуска более дорогих изделий. Резерв рабочего времени первых двух типов оборудования даст наибольший вклад в получение максимальной прибыли: увеличение на единицу этого резерва увеличит значение целевой функции на 5 ден. ед. Значения возможного убытка показаны в табл. 33 как U_{ij}^* .

4.5. Матричный подход к управлению кластерами

Для идентификации, анализа и оценки цепочки хозяйственной деятельности экономических субъектов производственной системы региона широко применяется метод составления балансовых таблиц межотраслевого баланса (МОБ). Первый квадрант таблицы МОБ представляет собой промежуточное потребление продукции, которое направлено на производство продукции с более высокой добавленной стоимостью. Основная цель построения подобных таблиц — идентификация связей между экономическими субъектами (или целыми отраслями производства). В итоге группы с установленными сильными и крепкими экономическими и хозяйственными связями идентифицируются как интегрированная цепочка создания ценности продукции или кластер. Различия проявляются лишь с точки зрения оперативно-хозяйственного управления подобными структурами. Так как в квадранте I равное количество строк и столбцов, то это значит, что все категории поставщиков и потребителей промежуточного продукта будут учтены в данной таблице (рис. 18).

На основе МОБ формируется алгоритм проектирования и управления кластерными структурами. В алгоритме рассматриваются две “программы” — *downstream* и *upstream*. Первая идентифицирует и рассматривает связи от поставщика к потребителю. Вторая рассматривает связи к потребителю от поставщика. Первый тип связи устанавливается, когда поставка сделана *определенным поставщиком к основному потребителю*, который играет значительную роль в цепочке создания ценности конечной продукции. Второй тип связи устанавливается, когда поставка сделана *определенному потребителю от основного поставщика*, который играет существенную роль в цепочке создания ценности конечной продукции. Определившись с типами связей, можно перейти к рассмотрению пошагового алгоритма заполнения таблицы МОБ.

Таблица 33
Анализ недополученной прибыли (ден. ед./ед. продукции)

Показатели	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{21}	x_{22}	x_{23}	x_{31}	x_{32}
Недополученная прибыль, Q_{ij}^*	13	7	8	9	6	8	21	24
Намечавшаяся прибыль, P_{ij}	11	7	5	9	6	7	18	15
Убыток, U_{ij}^*	2	0	3	0	0	1	3	9

	Промышленность (потребители)	Конечный продукт	
Промышленность (производители)	I. Промежуточный продукт	II. Конечный продукт (потребление, чистый экспорт, инвестиции)	Совокупный продукт
Стоимость (добавленная) совокупного продукта	III. Стоимость (добавленная) промежуточного продукта	IV. Стоимость (добавленная) конечного продукта	Общая добавленная стоимость
	Всего продукции		

j ↑
 ↓
 x_{ij} →
 i

Рис. 18. Таблица межотраслевого баланса

Итак, в нашей таблице по строкам представлены поставщики, по столбцам — потребители. Таблица является симметричной.

Шаг 1. На диагоналях матрицы заносим нулевые значения. По статистическим данным определяются значения остальных ячеек таблицы.

Шаг 2. Для каждой строки определяется максимальное в строке значение.

Шаг 3. Для каждой строки вычисляется сумма всех ее значений.

Шаг 4. Для каждой строки максимальное значение делится на сумму значений в строке — получается коэффициент c_1 .

Шаг 5. Для каждой строки проводится сравнение — превышает ли полученный коэффициент c_1 установленное экспертами пороговое значение k_1 .

Шаг 6. Для максимального элемента каждой строки вычисляется сумма элементов столбца.

Шаг 7. Вычисляется второй коэффициент c_2 — максимальное значение строки, деленное на сумму элементов столбца.

Шаг 8. Для каждой строки проводится сравнение — превышает ли полученный коэффициент c_2 установленное экспертами пороговое значение k_2 .

Шаг 9. Проводится итоговая оценка полученных коэффициентов c_1 и c_2 на соответствие установленным экспертами значениям k_1 и k_2 (необходимо, чтобы $c_1 > k_1$ и $c_2 > k_2$). Если полученные коэффициенты больше, то устанавливается связь поставщика с основным потребителем промежуточного продукта.

Шаг 10. Так, начиная с первой строки в полученной матрице выявляются технологические группы, которые идентифицируются как кластеры. На последнем этапе происходит агрегация выявленных кластеров. Все элементы по строкам и по столбцам суммируются для определения его структуры.

Идентичный алгоритм и для второй “программы”.

Шаг 1. На диагоналях матрицы заносим нулевые значения. По статистическим данным определяются значения остальных ячеек таблицы.

Шаг 2. Для каждого столбца определяется максимальное в строке значение.

Шаг 3. Для каждого столбца вычисляется сумма всех его значений.

Шаг 4. Для каждого столбца максимальное значение делится на сумму значений в столбце — получается коэффициент c_1 .

Шаг 5. Для каждого столбца проводится сравнение — превышает ли полученный коэффициент c_1 установленное экспертами пороговое значение k_1 .

Шаг 6. Для максимального элемента каждого столбца вычисляется сумма элементов строки.

Шаг 7. Вычисляется второй коэффициент c_2 — максимальное значение столбца, деленное на сумму элементов строки.

Шаг 8. Для каждого столбца проводится сравнение — превышает ли полученный коэффициент c_2 установленное экспертами пороговое значение k_2 .

Шаг 9. Проводится итоговая оценка полученных коэффициентов c_1 и c_2 на соответствие установленным экспертами значениям k_1 и k_2 (необходимо, чтобы $c_1 > k_1$ и $c_2 > k_2$). Если полученные коэффициенты больше, то устанавливается связь потребителя с основным поставщиком промежуточного продукта.

Шаг 10. Так, начиная с первой строки в полученной матрице выявляются технологические группы, которые идентифицируются как кластеры. На последнем этапе происходит агрегация выявленных кластеров. Все элементы по строкам и по столбцам суммируются для определения его структуры.

Примеры использования отраслевых таблиц для идентификации связей между крупными отраслевыми комплексами исследованы Е. М. Бергманом и Е. Дж. Фезером. В табл. 34 приведен пример идентификации связей между отраслями в Нидерландах с использованием МОБ.

4.6. Гравитационная модель управления кластерами

В основном гравитационные модели служат для измерения и анализа различных потоков между элементами кластера. При этом потоки могут быть как материальные (товары, капитал и т. п.), так и нематериальные (знания и информация). Если для анализа первых можно также использовать описанный выше матричный подход, то для вторых его использование затруднительно.

За основу в данных моделях принимается уровень распространения знаний в кластере. Под уровнем распространения знаний будем понимать совокупный объем усвоенных сотрудниками кластера данных, информации, *know-how*, знаний, полученных из внутренних источников.

Таблица 34

Пример идентификации связей между отраслями в Нидерландах на основе МОБ

Поставщик	Потребитель	Процентное отношение к потребителю	Процентное отношение к поставщику
Лесная промышленность	Оптовая торговля	60%	0%
Текстильная промышленность	Производители машин и оборудования	33%	0%
Строительство	Производства кирпича и цемента	99%	1%
Услуги по техобслуживанию и ремонту офисного оборудования	Правительственные и социальные организации	99%	1%
Воздушный транспорт и сервис	Розничная торговля	27%	2%
Речной транспорт	Банки и другие кредитные организации	36%	1%
Медицинские учреждения	Муниципалитеты	28%	1%
Развлекательные учреждения	Розничная торговля	41%	1%

Окончание табл. 34

Поставщик	Потребитель	Процентное отношение к потребителю	Процентное отношение к поставщику
Спортивные учреждения	Производство машин и оборудования	99%	0%
Рыболовство	Переработка нефтепродуктов	30%	1%
Цементные заводы	Электроэнергетика	15%	0%
Рыбообработка	Консалтинговые услуги	16%	1%
Деревообработка	Образование	25%	0%
Деревообработка	Электроэнергетика	22%	0%
Деревообработка	Сфера недвижимости	22%	0%
Производство кирпича и цемента	Переработка нефтепродуктов	21%	1%
Косметические услуги	Сфера недвижимости	21%	1%

Из физики известно, что сила гравитации (сила взаимодействия) между двумя телами прямо пропорциональна их массам и обратно пропорциональна квадрату расстояния между телами:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}, \quad (79)$$

где G — гравитационная постоянная ($\text{м}^3/(\text{кг} \cdot \text{с}^2)$);

m_1 и m_2 — массы тел (кг);

r — расстояние между телами (м).

В макроэкономических исследованиях гравитационная модель (модель торговой гравитации) первоначально использовалась для анализа уровня внешней торговли между странами. Сейчас гравитационная модель широко используется для анализа потоков различных типов, например миграционных, импорта и экспорта, прямых иностранных инвестиций и т. п.

Основными параметрами, характеризующими уровень распространения знаний в кластере, являются уровень инновационности подразделений организации, интенсивность взаимодействия и уровень занятости персонала в научно-исследовательских проектах.

Адаптируя формулу (79) для оценки уровня распространения знаний, В. А. Богомолов и А. В. Сурина исследуют выражение

$$Z_{ij} = Y_i Y_j N_i N_j D_{ij}, \quad i \neq j, \quad i, j = \overline{1, n}, \quad (80)$$

где Z_{ij} — уровень распространения знаний между подразделениями i и j ;

Y_i и Y_j — уровень инновационности подразделений i и j ;

N_i и N_j — уровень занятости персонала в научно-исследовательских проектах подразделений i и j ;

D_{ij} — интенсивность взаимодействия между подразделениями i и j .

Уровень распространения знаний между подразделениями кластера показывает объем знаний, переданных из подразделения i в подразделение j и усвоенных персоналом подразделения j . Этот показатель можно определить по формуле

$$Z_{ij} = \sum_{p=1}^3 \beta_p L_p, \quad i \neq j, \quad i, j = \overline{1, n},$$

где Z_{ij} — объем знаний, переданных из подразделения i в подразделение j и усвоенных персоналом подразделения j ;

β_p — весовые коэффициенты;

L_1 — число сотрудников, занятых в общих проектах подразделений i, j , в процентах от общего числа сотрудников в подразделениях;

L_2 — отношение количества общих проектов, выполняемых подразделениями i, j к общему числу проектов;

L_3 — доля добавленной ценности подразделений i, j в конечной продукции кластера.

Уровень инновационности подразделения характеризует степень его научно-технического развития и представляет собой свертку девяти адаптированных показателей *European Innovation Scoreboard*. Этот показатель можно определить по формуле

$$Y_i = \sum_{p=1}^9 \chi_p G_{ip} \quad \text{для } \forall i = \overline{1, n},$$

где Y_i — уровень инновационности подразделения i ;

χ_p — весовые коэффициенты;

G_{i1} — процент сотрудников с высшим образованием в подразделении i ;

G_{i2} — процент сотрудников с ученой степенью в подразделении i ;

G_{i3} — процент сотрудников со степенью МВА в подразделении i ;

G_{i4} — процент сотрудников в подразделении i , прошедших дополнительные профессиональные курсы обучения в течение 3 лет;

G_{i5} — процент затрат на развитие ИТ-инфраструктуры (от общих затрат) в подразделении i ;

G_{i6} — процент затрат на тренинг и развитие сотрудников в подразделении i ;

G_{i7} — процент затрат на технологические инновации в подразделении i ;

G_{i8} — процент новых продуктов или услуг в общих продажах в подразделении i ;

G_{i9} — процент отношения инновационных затрат к общему обороту в подразделении i .

Уровень занятости персонала в научно-исследовательских проектах измеряется как отношение числа сотрудников, занятых в научно-исследовательских проектах в подразделении i , к общей численности персонала подразделения i . Вычисляется показатель по формуле

$$N_i = \frac{N_{is}}{N_{iT}} \quad \text{для } \forall i = \overline{1, n},$$

где N_i — уровень занятости персонала в научно-исследовательских проектах подразделения i ;

N_{is} — общее число сотрудников подразделения i , занятых в научно-исследовательских проектах (чел.);

N_{iT} — общая численность персонала подразделения i (чел.).

Интенсивность взаимодействия между подразделениями кластера измеряется как отношение объема информации, переданной из подразделения i в подразделение j по существующим каналам связи (интранет, электронная почта, сотовая связь), к общему внутреннему трафику (выраженному в килобайтах) в кластере. Вычисляется показатель по формуле

$$D_{ij} = \frac{V_{ij}}{\sum_{i,j=1}^n V_{ij}}, \quad i \neq j, \quad i, j = \overline{1, n},$$

где D_{ij} — интенсивность взаимодействия между подразделениями i и j ;

V_{ij} — количество информации, переданной из подразделения i в подразделение j (КБ);

$\sum_{i,j=1}^n V_{ij}$ — общее количество информации, переданное внутри кластера (КБ).

Все перечисленные параметры получают методом линейной свертки относительных показателей и поэтому являются безразмерными.

Уровень распространения знаний между подразделениями описывается нелинейным уравнением (80). Для оценки влияния каждого из факторов необходимо его линеаризовать. Линеаризация уравнения (80) осуществляется путем логарифмирования. Итак, линеаризуем (80) и получим уравнение, представляющее собой множественную линейную регрессию:

$$\ln Z_{ij} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln(Y_i Y_j) + \alpha_2 \ln(N_i N_j) + \alpha_3 \ln D_{ij} + \varepsilon_{ij}, \quad (81)$$

$$i \neq j, \quad i, j = \overline{1, n},$$

где Z_{ij} — уровень распространения знаний между подразделениями i и j ;

$\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ — коэффициенты регрессии, получаемые методом наименьших квадратов;

Y_i — уровень инновационности подразделения i ;
 Y_j — уровень инновационности подразделения j ;
 N_i — уровень занятости персонала в научно-исследовательских проектах в подразделении i ;
 N_j — уровень занятости персонала в научно-исследовательских проектах в подразделении j ;
 D_{ij} — интенсивность взаимодействия между подразделениями i и j ;
 ε_{ij} — стандартная ошибка регрессии.

Уравнение (81) используется для оценки влияния параметров модели на уровень распространения знаний и прогнозирования динамики его изменений.

Уровень распространения знаний Z_{ij} может принимать значения от 0 до 1. Если значение близко к 0, то знания не распространяются между конкретными подразделениями, т. е. возникает ситуация, при которой подразделения имеют очень высокую степень автономности. Если значение близко к 1, то подразделения являются сильно взаимозависимыми, фактически граница между подразделениями условная. В общем случае, чем выше значение уровня распространения знаний Z_{ij} , тем интенсивнее происходит обмен знаниями между подразделениями внутри организации.

Полученные уравнения можно использовать для прогноза изменения или динамики уровня распространения знаний при целенаправленном изменении параметров. Например, это может быть организация дополнительного обучения сотрудников, целевой отбор персонала, изменение бизнес-процессов и структуры, улучшение внутренней коммуникации.

Чем выше средний уровень взаимодействия между подразделениями внутри кластера, тем интенсивнее происходит в нем процесс распространения знаний. Стандартное отклонение характеризует равномерность этого процесса. Чем оно ближе к нулю, тем более равномерный процесс распространения знаний в кластере.

Количественно оценить равномерность распространения знаний можно, вводя соответствующий показатель:

$$\text{Ind} = \frac{s^2}{\bar{Z}_{ij}},$$

где Ind — показатель равномерности распространения знаний внутри кластера;

s — стандартное отклонение Z_{ij} ;

\bar{Z}_{ij} — среднее значение Z_{ij} .

Показатель равномерности распределения может принимать значения от 0 до 1. Если значение близко к 0, то знания распространяются равномерно между подразделениями внутри кластера. Если значение близко к 1, то знания сконцентрированы в одном-двух подразделениях. Сгруппируем значения показателя следующим образом:

- если значение Ind будет попадать в диапазон от 0 до 0,4, то знания распространяются равномерно;
- если значение Ind будет попадать в диапазон от 0,4 до 0,6, то знания распространяются неравномерно;
- если значение Ind будет попадать в диапазон от 0,6 до 1, то знания распространяются с высокой степенью неравномерности.

Таким образом, для отбора потенциальных участников кластера и мониторинга активности взаимодействия между участниками-подразделениями можно в качестве критерия использовать уровень распространения знаний. Интенсивность распространения знаний описывается гравитационной моделью, основными параметрами которой являются уровень инновационности подразделений кластера, интенсивность взаимодействия и уровень занятости персонала в научно-исследовательских проектах. Модель можно использовать для прогноза изменения или динамики уровня распространения знаний при целенаправленном изменении параметров.

4.7. Формирование экспортоориентированного регионального кластера

Общий алгоритм формирования кластера с использованием внешнеторговых коэффициентов включает в себя следующие этапы:

1. Появление инициативы по формированию кластера.
2. Диагностика. Оценка достигнутого уровня развития субъектов и региона в целом, которая включает в себя оценку социально-экономического развития и оценку конкурентоспособности региона. Выявление возможных направлений для создания и развития кластеров. Проведение исследований.

3. Выработка стратегии формирования кластера. Создание модели кластера. Создание системы мер содействия формированию кластера.
4. Формирование органа управления кластером.

На рис. 19 представлена блок-схема алгоритма формирования кластера в регионе. На первом этапе формирования кластера нужно провести оценку отраслевой специализации территории.

Известно, что экспортноориентированные отрасли отличаются более высокими показателями объема производства продукции, занятости и производительности труда. Поэтому для оценки отраслевой специализации территории предлагается использовать коэффициенты локализации следующих характеристик: занятость, производительность труда, инвестиции в основной капитал, иностранные инвестиции, экспорт/импорт и общий объем производства.

Отметим, что сразу необходимо оценить роль отрасли в рамках экономики региона: является ли она импортозамещающей, экспортноориентированной или же она предназначена для нужд региона.

Следующим этапом является оценка рациональности структуры экспорта для экспортноориентированных отраслей, импорта для импортоориентированных и формирование на основе проведенной оценки оптимальной структуры внешнеторговых операций. Для оценки товарной структуры внешней торговли предлагается использование достаточно широко известных за рубежом, но пока не получивших широкого распространения в нашей стране, коэффициентов типа Грубела–Ллойда и Баласса. Использование этих коэффициентов наиболее оправданно именно на региональном уровне вследствие некоторых ограничений обработки статистической информации по объему. Так как расчет коэффициентов осуществляется на основе данных товарной номенклатуры внешнеэкономической деятельности (ТНВЭД), содержащей большой объем данных, их обработка на федеральном уровне неэффективна и нецелесообразна вследствие невозможности выработки необходимых индивидуальных решений по совершенствованию структуры экспортно-импортных операций регионов.

Детализация внешнеторговой структуры на уровне региона даст возможность оценить необходимость и целесообразность реструктуризации отраслей производства с учетом внешнеэкономического фактора и соответственно будет способствовать более активному



Рис. 19. Алгоритм формирования кластера в регионе

включению регионов в мирохозяйственные связи. Расчет коэффициентов внутриотраслевой торговли позволяет также получить дополнительную информацию об уровне социально-экономического развития региона и определить приоритетные направления развития международной торговли применительно к торговым партнерам, находящимся на различных ступенях социально-экономического развития. Непосредственно коэффициент Баласса позволяет оценить уровень внутриотраслевой специализации во внешней торговле по товарам:

$$F_B = \frac{\sum_{i=1}^n (E_i - I_i)}{\sum_{i=1}^n (E_i + I_i)},$$

где E_i — экспорт i -го товара данной страной в другие страны (руб.);
 I_i — импорт i -го товара в данную страну из других стран (руб.);
 n — число товаров, принятых для расчета.

Расчет индекса Грубела–Ллойда позволяет оценить уровень развития внешней торговли по товарным группам:

$$F_{GL} = \frac{\sum_{i=1}^n (E_{ij} + I_{ji}) - \sum_{i=1}^n (E_{ij} - I_{ji})}{\sum_{i=1}^n (E_{ij} + I_{ji})},$$

где E_{ij} , I_{ji} — экспорт и импорт j -й страны i -й группы продуктов (руб.).

Оценка уровня развития внутриотраслевой торговли косвенным образом показывает уровень конкурентоспособности продукции, производимой в регионе.

Для оценки структуры внешнеторговых операций в мировой практике используется индекс сравнительного преимущества (RCA), разработанный французским экономическим научно-исследовательским институтом и рассчитываемый как по экспортным, так и по импортным товарам:

$$RCA_E = \frac{E_{rj} E_c}{E_r E_{cj}},$$

где E_{rj} — экспорт из региона j -го товара (руб.);
 E_c — общий экспорт страны (руб.);

E_r — общий экспорт региона (руб.);
 E_{cj} — экспорт из страны j -го товара (руб.);

$$RCA_I = \frac{I_{rj}I_c}{I_rI_{cj}},$$

где I_{rj} — импорт в регион j -го товара (руб.);
 E_c — общий импорт страны (руб.);
 E_r — общий импорт региона (руб.);
 E_{cj} — импорт в страну j -го товара (руб.).

Это практически тот же коэффициент локализации экспорта или импорта определенного вида товара. Расчет этих двух показателей позволяет выявить сравнительные преимущества региона в экспорте или импорте товаров.

Для расчета вклада каждой товарной позиции во внешнеторговый баланс региона возможно использование общеизвестной формулы, оценивающей сравнительное преимущество региона в торговле каким-либо товаром, также распространенной на Западе:

$$T_{ib} = \frac{1000}{GRP} \left[(E_i - I_i) - (E - I) \frac{E_i + I_i}{E + I} \right],$$

где GRP — валовой региональный продукт (руб.);
 E_i — объем экспорта i -го товара (руб.);
 I_i — объем импорта i -го товара (руб.).

В результате расчетов формируется группа товаров, производство которых является приоритетным для региона. Следующим этапом является выявление базовых предприятий, производящих товары, которые имеют важное значение для региона. После выявления базовых предприятий необходимо изучение предприятий-поставщиков и смежников, которые будут включены в кластер, цепи поставки комплектующих. Важно выяснить, какие предприятия, необходимые для формирования кластера, находятся вне территории региона и изучить возможность перепрофилирования убыточных предприятий в соответствии с нуждами формирующегося кластера.

Идентификация региональных возможностей предполагает оценку таких составляющих бизнес-климата, как:

- 1) условия факторов производства, их качества и степени специализации;
- 2) условия для конкуренции и стратегического развития;

3) условия спроса;

4) связанные или поддерживающие отрасли.

На основе проведенного анализа региональных возможностей, оценки структуры внешнеторгового оборота происходит формирование кластеров.

Стратегия развития кластеров заключается в создании условий для их эффективной работы. Роль работы региональных властей в этом случае сводится к созданию системы стимулирования выпуска конкурентной готовой продукции.

Система мер регулирования должна разрабатываться в зависимости от конкретного товара; ситуации, сложившейся в его производстве; места его в структуре регионального рынка и экспортных поставках региона; перспектив его производства с учетом международного разделения труда. Такая система должна включать меры:

- по льготному кредитованию и налогообложению предприятий, входящих в регионально значимые кластеры;
- по стимулированию производства высокотехнологичной продукции и созданию условий для сокращения выпуска продукции с низкой долей добавленной стоимости;
- на основе проведенной оценки рациональности импорта должна быть разработана система мер по перепрофилированию убыточных предприятий на производство импортозамещающей продукции;
- по разработке механизма государственных гарантий под внешнее финансирование и поставку продукции в кредит, а также страхование экспорта продукции;
- по содействию в продвижении продукции региональных кластеров на внешние рынки посредством осуществления выставочно-ярмарочной деятельности;
- по открытию региональных торговых представительств в странах, торговые отношения с которыми являются приоритетными; по формированию информационной инфраструктуры, содействующей расширению связей между кластерами, работающими в тех же отраслях.

4.8. Модель построения кластера на основе фрактальной теории

Управление кластерными структурами во многом базируется на концепции жизненного цикла. Кластер в своем развитии проходит через следующие стадии:

- 1) агломерация или возникающий кластер;
- 2) развивающийся кластер;
- 3) зрелый кластер;
- 4) трансформация.

Так, О. С. Федоренко провела анализ основных теоретических и практических выводов к формированию кластерной структуры, который позволяет выявить периоды и дать более детальное представление стадий жизненного цикла кластера (табл. 35).

Исследования связи между возрастом кластера и его конкурентоспособностью показали, что кластеры могут проходить типовой жизненный цикл, когда они достигают своей максимальной конкурентоспособности после некоторого периода созревания, чтобы затем деградировать и прийти в упадок. Однако данные некоторых исследований показывают, что кластер со столетней историей с той же вероятностью может быть мировым ведущим кластером, как и кластер, который был создан только десятилетие или два назад.

В общем случае можно выделить три основных сценария построения и управления кластером. Во-первых, это сценарий построения “сверху вниз”, т. е. с первоочередным образованием органов совещательной координации и мониторинга, определением общей стратегии кластера и его ресурсной поддержкой. Во-вторых, это сценарий “снизу вверх”, т. е. выстраивание отдельных проектов и программ, интегрирующих потенциальных участников кластера. Или, в-третьих, смешанный вариант, когда параллельно во времени сочетаются оба подхода. При выборе любого из рассмотренных сценариев для эффективного решения задач управления и успешной адаптации кластера к постоянно меняющимся условиям целесообразно использовать методы и инструментарий инжиниринга.

При моделировании кластера в исследовании должны вовлекаться все предполагаемые участники кластера. Для этого предлагается использовать теорию фракталов при построении модели кластерной структуры в инвестиционно-строительном комплексе (ИСК). Фракталы предназначены для изучения неупорядоченного поведения, которое нельзя полностью описать никакими инструкциями, следова-

Уровни развития кластеров по жизненному циклу

Уровни развития	Краткая характеристика
1. Агломерация	В регионе существует некоторое количество компаний и других действующих лиц
2. Пробраз кластера	Некоторые участники агломерации начинают кооперироваться вокруг основной деятельности и реализовывать общие возможности через свою связь
3. Возникающий кластер	Возникают устойчивые связи между различными компаниями и субъектами бизнес-окружения. Могут появиться формальные и неформальные связующие организации будущего кластера
4. Развивающийся кластер	Возникают или вовлекаются новые участники той же или связанной с кластером деятельности в регионе, новые связи возникают между всеми этими новыми и ранее действовавшими субъектами. Появляются, устойчиво и эффективно работают формальные и неформальные институты поддержания сотрудничества. Часто начинают возникать характерные для кластера названия, веб-сайты и прочие принципы сотрудничества внутри таких образований, связанные с регионом и деятельностью

Уровни развития	Краткая характеристика
5. Зрелый кластер	Зрелый кластер уже достиг некоторой критической массы действующих лиц. Он также развил связи за своими пределами, с другими кластерами, направлениями деятельности, регионами. Существует внутренняя динамика создания новых фирм через их появление, совместные предпринятия, путем отделения
6. Трансформация	С течением времени рынки, технологии и процессы изменяются, так же как и кластеры. Для кластера, чтобы выжить, быть жизнеспособным, избежать застоя и распада, необходимо производить инновации и адаптироваться к изменениям. Он может избрать форму преобразования в один или несколько новых кластеров, которые сосредоточиваются вокруг другой деятельности, или просто изменить пути, которыми поставляются продукты и услуги

тельно, выявилась возможность использования фракталов для понимания экономической интеграции, что обусловило использование фрактальной теории в построении кластерных структур на региональном уровне. О. С. Федоренко рассмотрела и дополнила уровни зрелости кластерной структуры, которые обуславливают степень готовности участников кластера к его созданию и развитию: агломерация, прообраз кластера, возникающий кластер, развивающийся кластер, зрелый кластер, трансформация.

Если учесть, что региональный кластер состоит практически из всех участников рынка, то можно сделать вывод о том, что это такая подобная рынку часть, которая находится на определенной территории и включает в себя производителей, поставщиков, потребителей и всю необходимую инфраструктуру, а следовательно, основная структура кластера — это квазифрактал.

Гипотеза квазифрактальности кластерных структур предполагает, что:

- кластер имеет различные уровни, неодинаковые по масштабам;
- каждый из уровней неоднороден по своей структуре, а, значит, состоит из различных элементов;
- тем не менее различные уровни имеют сходную структуру;
- при выбытии из кластера какой-либо части существует возможность компенсации за счет вхождения или создания другой части кластера.

Исследовав разновидности фрактальной теории, можно использовать “снежинку Коха” для построения модели инвестиционно-строительного кластера. Граница “снежинки Коха” описывается кривой, составленной из трех одинаковых фракталов.

Для построения регионального кластера в ИСК используется классификация подразделений по уровням значимости и влияния на инвестиционную политику, строительные и проектно-изыскательские работы, науку, образование и т. д.

Основанием данной модели служит, в отличие от классического случая, правильный шестиугольник площадью S_0 , обозначающей уровень инвестиционной активности региона. Сторона этого шестиугольника (a) является постоянной величиной в период времени t и обозначает уровень инвестиционного потенциала:

$$a = A_{0_1}A_{0_2} = A_{0_2}A_{0_3} = A_{0_3}A_{0_4} = A_{0_4}A_{0_5} = A_{0_5}A_{0_6} = A_{0_6}A_{0_1},$$

тогда

$$S_0 = S_{A_{0_1} A_{0_2} A_{0_3} A_{0_4} A_{0_5} A_{0_6}} = \frac{3a^2\sqrt{3}}{2}.$$

Используя принцип построения “снежинки Коха”, на каждой стороне ($l_1 = a$) такого шестиугольника можно добавить правильный треугольник площадью S_{1_i} . Аналогичная операция проведена на каждой стороне по несколько раз. Следовательно, если обозначить сторону треугольника n -го уровня $l_n = \frac{a}{3^{n-1}}$ как

$$S_{n_i} = \frac{\left(\frac{a}{3^{n-1}}\right)^2 \sqrt{3}}{4} = \frac{a^2 \sqrt{3}}{3^{2(n-1)} 4},$$

то таких треугольников может быть не более $3 \cdot 4^{n-1}$, где n определяет уровень разветвленности кластерной структуры.

Наличие субъектов 0-го, 1-го и 2-го уровней говорит лишь о том, что в регионе существует некоторое количество компаний и других действующих лиц, которые каким-то образом могут взаимодействовать между собой при определенном уровне инвестиционной активности, — это уровень агломерации. Можно предположить, что при гармоничном развитии всех составляющих третьего уровня появляется прообраз кластера. Наличие субъектов более высоких уровней предполагает возникновение и развитие кластера в соответствии с его жизненным циклом. Так, при наличии в кластере субъектов четвертого уровня можно считать, что кластер находится на стадии возникновения.

На следующих стадиях кластер начинает развиваться неравномерно, поэтому каждую часть “снежинки Коха” надо рассматривать в каждом конкретном случае отдельно. Например, если в каком-то виде деятельности произошел инновационный прорыв, то количество и размер организаций будет увеличиваться именно в этом виде деятельности, а какие-то части возникшего кластера могут временно остановиться в развитии. Следовательно, необходимо ввести новый коэффициент α_i , определяющий наличие или отсутствие соответствующих субъектов в регионе, соответственно должны выполняться следующие условия:

$$\alpha_i = \begin{cases} 1, & \text{если есть в наличии соответствующие субъекты в регионе,} \\ 0, & \text{если нет в наличии соответствующих субъектов в регионе,} \end{cases}$$

где все α_i одновременно в ноль не обращаются.

С использованием принципа построения “снежинки Коха” рассчитаны степени зрелости кластера в зависимости от жизненного цикла, а также выявлено, что при развитии кластера инвестиционная активность региона будет увеличиваться на определенный процент в зависимости от стадии развития кластера (табл. 36).

В общем случае степень зрелости при уровне разветвленности, равной n , будет равна

$$S_n = \frac{862a^2\sqrt{3}}{243} + \sum_{i=1}^{768} \alpha_i S_{5_i} + \sum_{i=1}^{3072} \alpha_i S_{6_i} + \sum_{k=1}^n \sum_{i=7}^{4^{k-1}3} \alpha_i S_{k_i},$$

$$\text{где } S_{k_i} = \frac{a^2\sqrt{3}}{3^{2(k-1)}4}.$$

С течением времени кластеры переходят на стадию трансформации, где может произойти застой кластера, упадок и его распад или адаптация кластера к новым условиям и его дальнейшее развитие. Поэтому вводится новый коэффициент β_i , определяющий изменение количества субъектов в регионе, соответственно должны выполняться следующие условия:

$$\beta_i = \begin{cases} 1, & \text{если появился субъект более высокого уровня,} \\ 0, & \text{если изменения в кластере не происходят,} \\ -1, & \text{если выбыл субъект данного или предыдущего уровня.} \end{cases}$$

При развитии кластера инвестиционная активность региона будет увеличиваться на определенный процент (табл. 36) в зависимости от стадии развития кластера по жизненным циклам.

Таким образом, предложенный методический подход по формированию кластера представляет собой первую комплексную разработку, учитывающую инфраструктурный фактор и развивающую основные принципы построения кластеров, что позволяет определить степень зрелости инвестиционно-строительного кластера, построить его модель и определить изменение инвестиционной активности в регионе в зависимости от степени зрелости кластерной структуры.

Таблица 36
 Степень зрелости кластера в зависимости от жизненных циклов кластера

Уровни развития кластеров по жизненному циклу	Расчет степени зрелости кластера	% роста инвестиционной активности
1. Агломерация	$S_{\text{агл.}} \geq S_0 + \sum_{i=1}^6 S_{1_i} + \sum_{i=1}^{12} S_{2_i} = \frac{10a^2\sqrt{3}}{3}$	0
2. Пробраз кластера	$S_{\text{прообр.}} \geq S_0 + \sum_{i=1}^6 S_{1_i} + \sum_{i=1}^{12} S_{2_i} + \sum_{i=1}^{48} S_{3_i} = \frac{94a^2\sqrt{3}}{27}$	0 ÷ 4,5
3. Возникающий кластер	$S_{\text{возн.}} \geq S_0 + \sum_{i=1}^6 S_{1_i} + \sum_{i=1}^{12} S_{2_i} + \sum_{i=1}^{48} S_{3_i} + \sum_{i=1}^{192} S_{4_i} = \frac{862a^2\sqrt{3}}{243}$	4,5 ÷ 6,8
4. Развивающийся кластер	$S_{\text{разв.}} \geq \frac{862a^2\sqrt{3}}{243} + \sum_{i=1}^{768} \alpha_i S_{5_i}$	6,8 ÷ 7,2
5. Зрелый кластер	$S_{\text{зрел.}} \geq \frac{862a^2\sqrt{3}}{243} + \sum_{i=1}^{768} \alpha_i S_{5_i} + \sum_{i=1}^{3072} \alpha_i S_{6_i}$	7,2 ÷ 7,6
6. Трансформация	$S_{\text{трансф.}} \geq S_{\text{зрел.}} + \sum_i \beta_i S_i$	$\geq 7,6$

На основании предложенной методики структуризации кластера рассмотрены предлагаемые участники моделируемого кластера и построена модель кластера в инвестиционно-строительном комплексе Республики Татарстан (рис. 20).

При построении модели регионального инвестиционно-строительного кластера в Республике Татарстан полностью заполнены четыре уровня. В соответствии с жизненными циклами кластера это означает, что кластер находится в стадии возникновения. На этой стадии возникают устойчивые связи между различными компаниями и субъектами бизнес-окружения. Могут появиться формальные и неформальные связующие организации будущего кластера. В случае инвестиционно-строительного кластера такими организациями могут являться саморегулируемые объединения.

Исследование следующей стадии предполагает построение каждой основной части “снежинки Коха” в отдельности, потому что кластер начинает развиваться неравномерно. Для исследования пятого уровня модели кластера рассмотрена инвестиционная деятельность в Республике Татарстан: чем больше количество организаций, связанных с инвестиционно-строительной деятельностью, и чем она эффективнее, тем кластер будет развиваться более ускоренными темпами.

Проведенный анализ инвестиционных организаций показывает, что в Республике Татарстан таких организаций мало, причем основная часть этих организаций занимается в основном финансовой и брокерской деятельностью. Основная нагрузка по инвестиционной деятельности ложится на собственные средства физических и юридических лиц. Со стороны банковской кредитной политики можно обозначить два существенных момента, которые тормозят развитие инвестиционной деятельности: во-первых, процентные ставки по кредитам достаточно высокие, а во-вторых, банки предпочитают выдавать кредиты на полностью готовые объекты.

Поскольку инвестиционно-строительный комплекс обслуживает преимущественно потребности регионального рынка, а эффективность его работы непосредственно влияет на социальные показатели региона, следовательно, инициатором формирования и развития инвестиционно-строительного кластера должно быть региональное правительство.

Исследование инвестиционной деятельности в Республике Татарстан показывает, что формирование модели инвестиционно-строи-

S3 ₁ - Коммерческие объекты	S3 ₂ - Социально-культурно-бытовые объекты	S2 ₁ - Строительные организации	S2 ₂ - Жилые объекты	S2 ₃ - Промышленные объекты	S2 ₄ - Профессиональная подготовка	S2 ₅ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₆ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₇ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₈ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₉ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₁₀ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₁₁ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₁₂ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₁₃ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₁₄ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₁₅ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₁₆ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₁₇ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₁₈ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₁₉ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₂₀ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₂₁ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₂₂ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₂₃ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₂₄ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₂₅ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₂₆ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₂₇ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₂₈ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₂₉ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₃₀ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₃₁ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₃₂ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₃₃ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₃₄ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₃₅ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₃₆ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₃₇ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₃₈ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₃₉ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₄₀ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₄₁ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₄₂ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₄₃ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₄₄ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₄₅ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₄₆ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₄₇ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₄₈ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₄₉ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₅₀ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₅₁ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₅₂ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₅₃ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₅₄ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₅₅ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₅₆ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₅₇ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₅₈ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₅₉ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₆₀ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₆₁ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₆₂ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₆₃ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₆₄ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₆₅ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₆₆ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₆₇ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₆₈ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₆₉ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₇₀ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₇₁ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₇₂ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₇₃ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₇₄ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₇₅ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₇₆ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₇₇ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₇₈ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₇₉ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₈₀ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₈₁ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₈₂ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₈₃ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₈₄ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₈₅ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₈₆ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₈₇ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₈₈ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₈₉ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₉₀ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₉₁ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₉₂ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₉₃ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₉₄ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₉₅ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₉₆ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₉₇ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₉₈ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₉₉ - ИТЭС, ИЭУС	S2 ₁₀₀ - ИТЭС, ИЭУС
--	---	--	---------------------------------	--	---	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	--------------------------------

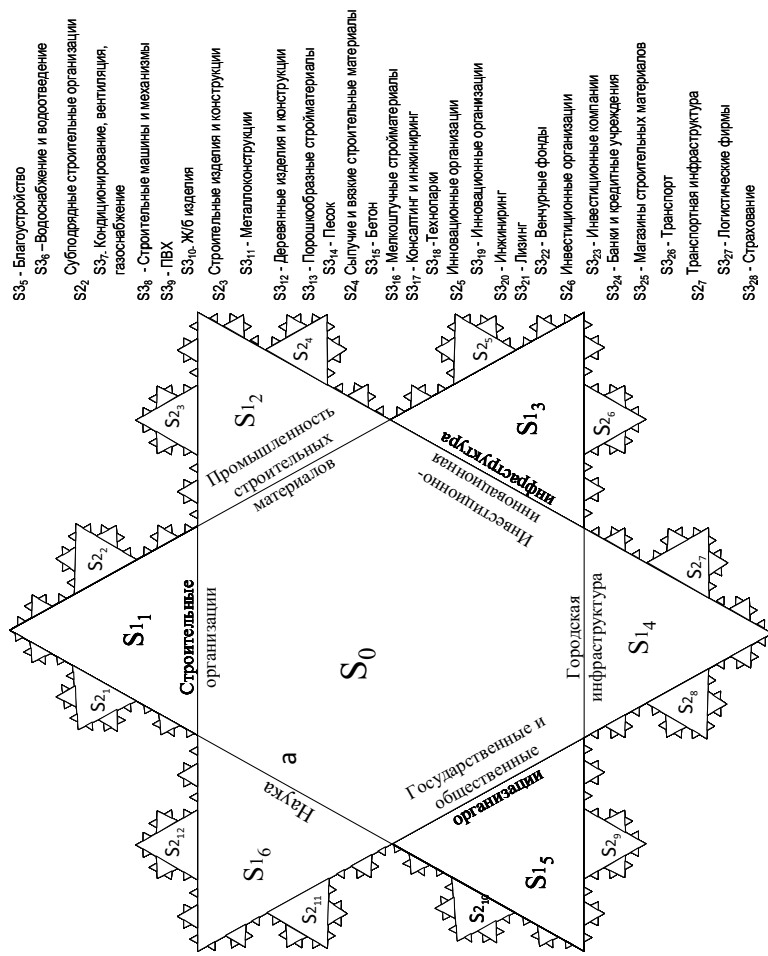


Рис. 20. Построение модели регионального инвестиционно-строительного кластера с использованием «снежинки Коха»

тельного кластера находится на стадии возникновения. Следовательно, поддержка региональных органов власти будет заключаться в установлении прочных связей между участниками кластера и органами власти, определении основных принципов функционирования кластера и роли региональных властей в нем, содействии при создании и определении основных задач управляющей организации, помощи в выявлении и развитии недостающих частей полноценного кластера.

Глава 5

Стратегические решения в управлении инновациями

5.1. Понятие и сущность стратегических инновационных решений

Рассмотренные в предыдущих главах учебника вопросы, связанные с разработкой и выбором управленческих решений, относятся к стратегическому уровню управления, принимаются руководителями высшего и среднего звена и направлены на обеспечение долгосрочной конкурентоспособности организации. Такие решения в теории управления называются стратегическими. Решения же, принимаемые на уровне рядовых исполнителей, относятся к тактическим или операционным. Последние, как правило, являются стандартными, принимаются в согласовании со стратегическими решениями и не нуждаются в тщательной проработке. Однако определение сроков и уровень менеджмента являются расплывчатыми признаками для разделения решений на стратегические, тактические и оперативные. Для того чтобы глубже понять разницу между ними, обратимся к определению стратегии.

Стратегия предприятия — это упорядоченная во времени система приоритетных направлений использования ресурсного, научно-технического и производственно-сбытового потенциала предприятия с целью достичь желаемого состояния взаимоотношений с окружением посредством решения поставленных задач и поддержания конкурентного преимущества.

Питер Друкер в своей работе “Практика управления” подчеркнул значение стратегических решений, к которым, по его мнению, относятся “все решения, касающиеся целей компании и способов их достижения”.

Майкл Армстронг обобщил предыдущие высказывания и предложил рассматривать стратегию как констатацию того, какой компания хочет себя видеть, куда она хочет идти и в общих чертах как она собирается это сделать. Стратегия коммерческого предприятия должна дать ответ на следующие вопросы: “В каком мы бизнесе?”, “Как мы собираемся в этом бизнесе зарабатывать деньги?”

Наиболее комплексной к определению стратегии является концепция пяти “П” Г. Минцберга (рис. 21) — это обобщенная концепция стратегии, в которой собраны разные представления о том, как понимать содержание и природу процесса разработки стратегических решений.



Рис. 21. Концепция Минцберга “5П”

Для того чтобы лучше понять сущность стратегических решений компании, рассмотрим совокупность их факторов (рис. 22).

Первичные факторы можно условно разделить на две группы: внешние и внутренние (по отношению к компании). Взаимодействие факторов обычно комплексное и имеет специфические отличия для отрасли и компании. Оценка и анализ стратегии проводится по таким критериям, как соответствие стратегии ситуации, обеспечение конкурентного преимущества, эффективность работы компании.

Залогом успешной разработки и реализации стратегии является подробное изучение факторов внутренней среды организации, которое предполагает выявление текущих внутренних возможностей предприятия, его финансово-экономического, производственного, организационно-технического состояния. С целью разработки эффективной стратегии при исследовании факторов внутренней среды следует придерживаться принципа максимального использования внутренних резервов предприятия и последовательного устранения слабых сторон, являющихся наиболее “узкими местами” на пути достижения целей.

Определившись с понятием стратегии компании в целом, обратимся к определению инновационной стратегии ее развития.

Инновационная стратегия — это составная часть общей стратегии организации, направленная на определение приоритетов перспективного развития организации и достижения, в результате чего обеспечивается новое качество производства и управления, реализу-

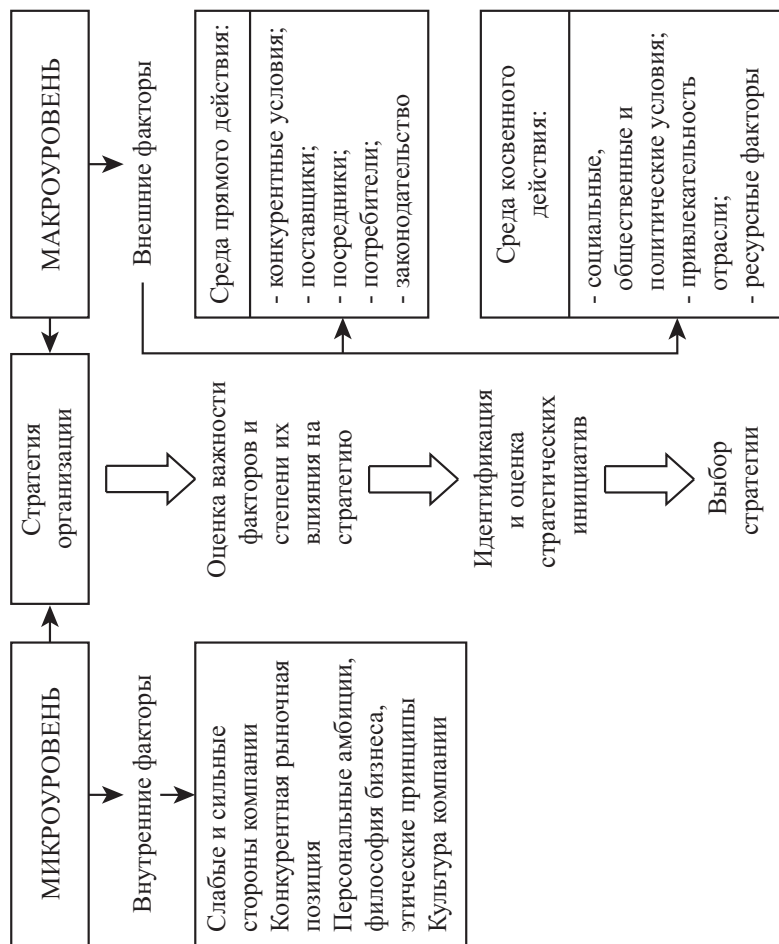


Рис. 22. Факторы, определяющие решения компании, принимаемые на стратегическом уровне

емая посредством прогрессивных нестандартных обоснованных управленческих решений, принимаемых с учетом специфики работы организации.

Особенности инновационных стратегий состоят в следующем:

- высокий уровень неопределенности результатов: по срокам, затратам, качеству и эффективности, этим обусловлена специфика инновационных стратегий — управление инновационными рисками;

- повышение инвестиционных рисков проектов за счет новизны решаемых задач;

- усиление инновационной реструктуризации организации (реализация любой инновационной стратегии связана с реструктуризацией, поскольку разработка новшества влечет за собой изменение состояния хотя бы одного элемента организационной структуры компании, что, в свою очередь, влияет на изменение состояния всех других элементов организационной структуры компании, т. к. все элементы организационной структуры находятся в функциональной взаимосвязи, причем инновационные стратегические изменения происходят в соответствии с динамикой жизненных циклов изделий, технологий, спроса, товаров, организации, поэтому применяются принципы логистики для решения задач управления потоками инновационных стратегических изменений);

- усиление противоречий в руководстве организации . . . противоречие интересов и подходов к управлению у различных групп руководства и отдельных руководителей организации . . . требует сочетания интересов и согласования решений стратегического, научно-технического, финансового и производственного управления, а также маркетинговых решений.

С учетом специфических особенностей разрабатываемой на предприятии инновационной стратегии можно выделить следующие направления инновационных решений:

- совершенствование ранее освоенных продуктов и технологий;
- создание, освоение и использование принципиально новых продуктов и процессов;

- повышение качественного уровня технико-технологической базы производства;

- повышение качественного уровня научно-исследовательской и опытно-конструкторской базы;

- увеличение эффективности использования кадрового и информационного потенциала;

- совершенствование организации и управления инновационной деятельностью;
- рационализация ресурсной базы;
- обеспечение экологической безопасности инновационной деятельности;
- достижение конкурентных преимуществ инновационного продукта перед аналогичными продуктами на внутреннем и внешнем рынках.

Предпосылками успешности инновационных стратегических решений служат конкретные условия, в которых они разрабатываются и реализуются, состояние научно-исследовательского сектора, производственных процессов, маркетинга, инвестиционной деятельности, стратегического планирования и их взаимосвязь как основных производственных элементов, общая стратегия организации, организационная структура управления. Практика показывает, что наиболее важными факторами эффективности инновационных стратегических решений являются:

- весь накопленный опыт и потенциал, дифференцированные и специфические компетенции, которые определяют направления и масштабы возможных и потенциально эффективных нововведений;
- гибкие организационные формы, позволяющие сочетать децентрализацию управления, необходимую для эффективного освоения нововведений, и централизацию, необходимую для применения коллективных технологий и постоянного пересмотра организации и функций соответствующих подразделений;
- процессы обучения, обеспечивающие накопление специфических компетенций в результате опыта, анализа внешних факторов и явлений, ассимиляции новых технологий, методов производства и управления;
- методы размещения ресурсов, отвечающие потребностям прибыльных капитальных вложений в данный момент, и создание возможностей для таковых в будущем.

В современных условиях, спецификой которых является высокая динамика всех реализуемых процессов, особенно в инновационной сфере, становятся актуальными мониторинг и разработка моделей развития хозяйственной деятельности компании, учитывающих динамические факторы.

Метод динамического моделирования бизнеса используется с целью понимания динамики событий в инновационной сфере —

позволяет определить масштабы исследования, оптимальную комбинацию технологии, сфер применения рынков и организационной структуры, а также наглядно показать текущую и желаемую в будущем позицию компании — инновационная арена (термин предложен Робертом Купером в 1993 г. в работе “Победа при помощи нового продукта”) (рис. 23).

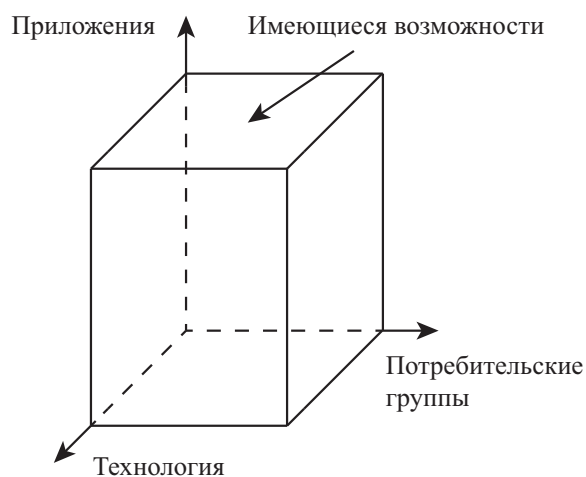


Рис. 23. Инновационная арена по Р. Куперу

Динамическое моделирование бизнеса (ДМБ) — инструмент управления знаниями, применяемый для бизнес-разведки, принятия стратегических решений, управления инновационными сетями, управления проектами, заданием коммуникационных целей и подготовки персонала. Данный метод включает инвентаризацию имеющейся информации и знаний о бизнесе, присутствующих в отчетной документации, на базе которой проводится анализ позиции — анализ существующей и возможной будущей позиции компании, персонала — анализ сил, препятствующих или помогающих переходу компании от текущей позиции к желаемой, т. е. анализ людей, имеющих к этому отношение, процесса — анализ бизнес-процессов и внешних процессов, связанных с разработкой новых бизнесов и новой продукции.

Перечислим этапы ДМБ:

1. Анализ позиций, персонала и процессов.

2. Анализ нелинейности бизнес-системы: анализ нелинейных механизмов, которые определяют общее поведение бизнес-системы; конструкция поведения компьютерной модели, проверка модели, определение чувствительности и определение “белых пятен”.

3. Применение модели: к пониманию инновационного процесса; принятию стратегических решений; управлению процессами.

Специфика стратегических решений в управлении инновациями зависит от профиля деятельности организации, уровня производственно-технического развития, направленности и объема реализуемых в производственных и исследовательских подразделениях работ в рамках инновационного цикла по различным видам новшеств, сферы их применения.

Оценивая инновационные стратегические решения организации, следует учитывать высокую зависимость перспектив развития инновационной деятельности от результатов деятельности предприятия предыдущих периодов и от уже накопленного потенциала. Большое влияние на содержание и результаты реализации инновационных стратегических решений оказывают интенсивность и качество взаимодействия между специализированными и профессиональными подразделениями.

5.2. Классификация стратегических решений в управлении инновациями

Любые стратегические решения направлены на развитие и использование потенциала организации и рассматриваются как реакция на изменение внешней среды. Поэтому многообразие стратегических решений в управлении инновациями обуславливается составом компонентов внутренней среды предприятия.

Относительно внутренней среды инновационные стратегические решения можно разделить на несколько групп (рис. 24):

— продуктовые (портфельные, предпринимательские или бизнес-решения, направленные на создание и реализацию новых изделий, технологий и услуг);

— функциональные (научно-технические, производственные, маркетинговые, сервисные);

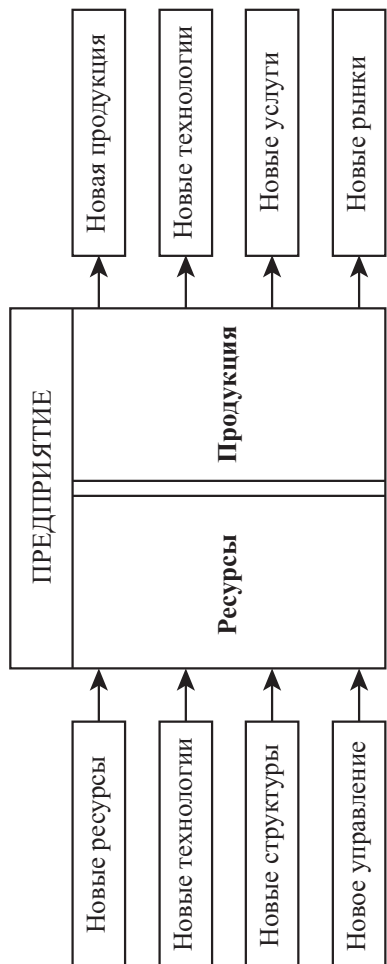


Рис. 24. Инновационные стратегические решения организации

— ресурсные (финансовые, трудовые, информационные и материально-технические);

— организационно-управленческие (технологии, структуры, методы, системы управления).

В зависимости от условий микро- и макросреды стратегические решения организации могут иметь следующий характер.

1. *Адаптационные, оборонительные стратегические решения в управлении инновациями.* Они направлены на проведение частичных, непринципиальных изменений, позволяющих усовершенствовать ранее освоенные продукты, технологические процессы, рынки в рамках уже сложившихся в организации структур и тенденций деятельности. В этом случае инновации рассматриваются как форма вынужденной ответной реакции на изменения внешней среды бизнеса, которая способствует сохранению ранее завоеванных рыночных позиций. Такие решения разрабатываются в рамках следующих видов инновационных стратегий.

1.1. Защитная стратегия — комплекс мероприятий, позволяющих противодействовать конкурентам, целью которых является проникновение на сложившийся рынок с аналогичной или новой продукцией. В зависимости от рыночных позиций и потенциальных возможностей организации эта стратегия может разрабатываться в двух основных направлениях: либо создание на рынке данной продукции условий, неприемлемых для конкурентов и способствующих их отказу от дальнейшей борьбы, либо переориентация собственного производства на выпуск конкурентоспособной продукции при сохранении или минимальном сокращении ранее завоеванных позиций. Основной характеристикой, фактором успешности защитной стратегии считается время. Все предполагаемые мероприятия обычно проводятся в достаточно короткие сроки, поэтому организация должна иметь определенный научно-технический задел и устойчивое положение, чтобы достигнуть ожидаемого результата.

1.2. Стратегия инновационной имитации: товаропроизводитель делает ставку на успешность новшеств конкурентов, занимаясь их копированием. Стратегия достаточно эффективна для тех, кто имеет необходимую производственную и ресурсную базу, что позволяет обеспечить массовый выпуск имитируемых продуктов и их реализацию на рынках, еще не освоенных основным разработчиком. Товаропроизводители, выбирающие эту стратегию, несут меньше затрат на НИОКР и меньше рискуют. Вместе с тем вероятность по-

лучения высокой прибыли также снижается, т. к. издержки производства по сравнению с разработчиком более высокие, доля рынка относительно невелика, а потребители имитируемой продукции испытывают к ней вполне естественное недоверие, стремясь получить продукт с высокими качественными характеристиками, гарантированными фирменными торговыми марками авторитетных производителей. Стратегия инновационной имитации предусматривает использование приемов агрессивной маркетинговой политики, позволяющей производителю закрепиться на свободном сегменте рынка.

1.3. Стратегия выжидания — ориентирована на максимальное снижение уровня риска в условиях высокой неопределенности внешней среды и потребительского спроса на новшество. Она используется самыми различными по размеру и успешности организациями. Крупные производители рассчитывают с ее помощью дождаться результатов выхода на рынок новшества, предлагаемого небольшой по размерам организацией, и в случае его успеха оттеснить разработчика. Небольшие организации также могут выбрать данную стратегию, если у них имеется достаточно устойчивая ресурсная база, но есть проблемы с НИОКР. Поэтому они рассматривают выжидание как наиболее реальную возможность проникновения на интересующий их рынок. Стратегия выжидания близка к стратегии инновационной имитации, поскольку в обоих случаях производитель прежде всего стремится убедиться в наличии устойчивого спроса на новый продукт организации-разработчика, на долю которой приходится основной объем издержек по созданию и коммерциализации новшества. Но, в отличие от имитационной стратегии, при которой производитель довольствуется рыночными сегментами, не охваченными основной организацией, производитель, выбирающий стратегию выжидания, стремится превзойти организацию-разработчика по объемам производства и реализации новшества, и здесь особое значение приобретает момент начала активного действия против организации-разработчика. Поэтому стратегия выжидания может быть и краткосрочной, и достаточно продолжительной.

1.4. Стратегия непосредственного реагирования на нужды и запросы потребителей — применяется обычно в области производства промышленного оборудования. Ее реализуют небольшие по размерам организации, выполняющие индивидуальные заказы крупных компаний. Особенность этих заказов или проектов состоит в том, что предусматриваемые работы охватывают главным образом этапы

промышленной разработки и сбыта новшества, тогда как весь объем НИОКР выполняется в специализированных инновационных подразделениях самой организации. Организации, реализующие данную стратегию, не подвержены особому риску, и основной объем затрат приходится на указанные выше этапы инновационного цикла. Кроме небольших специализированных организаций стратегию непосредственного реагирования на нужды и запросы потребителей могут применять и подразделения крупных организаций, имеющие определенную хозяйственную самостоятельность, быстро реагирующие на конкретные производственные потребности и способные в короткие сроки адаптировать свою производственную и научно-техническую деятельность в соответствии с содержанием предлагаемых заказов.

2. *Наступательные стратегические решения в управлении инновациями.* Они являются исходной базой для повышения конкурентоспособности продукции, расширения и укрепления рыночных позиций, освоения новых областей применения изделий, в условиях относительно стабильных товарно-денежных отношений. Наступательные стратегические решения разрабатываются в рамках следующих инновационных стратегий.

2.1. Активные НИОКР: производители, реализующие данную стратегию, получают самое сильное конкурентное преимущество, которое, собственно, и выражается в оригинальных, единственных в своем роде научно-технических разработках или принципах и методах. При стратегии, базирующейся на интенсивности НИОКР, ключевые стратегические возможности открываются за счет диверсификации, освоения новой продукции и рынков. Стратегические задачи управления здесь состоят в мобилизации дополнительных активов (в том числе знания рынков) для вступления в новые продуктовые рынки и постоянном анализе деятельности производственных подразделений с точки зрения выявления возникающих технологических возможностей, а также в проведении внутренней реорганизации, необходимой для освоения новой продукции.

2.2. Стратегия, ориентированная на маркетинг, — предусматривает целевую направленность всех элементов производственной системы, а также вспомогательных и обслуживающих видов деятельности на поиск средств решения проблем, связанных с выходом новшества на рынок. Причем основной круг этих проблем отражает взаимоотношения продавца новшества с его потребителями. Успешность стратегии напрямую зависит от интенсивности инновационной де-

тельности организации. Практика показывает, что интенсивность выше, если на расширяющемся рынке организация имеет устойчивые позиции, вкладывает значительные средства в НИОКР по новой продукции, реализует в своей деятельности принципы предпринимательской активности, способствует поддержанию духа творчества в коллективе и стимулирующего организационного климата.

2.3. Стратегия слияний и поглощений — является одним из самых распространенных вариантов инновационного развития организаций, поскольку предполагает меньший риск по сравнению с другими видами активной стратегии, опирается на уже отлаженные производственные процессы и ориентируется на освоенные рынки. Результатом данной стратегии является создание новых производств, крупных подразделений, совместных организаций.

Приведем пример другой классификации инновационных стратегий и соответствующих им стратегических решений.

1. *Стратегии интенсивного роста.* Организация постепенно наращивает свой потенциал путем лучшего использования своих внутренних сил и лучшего использования предоставляемых внешней средой возможностей. Известны три стратегии интенсивного роста.

1.1. Более глубокое проникновение на данный рынок с данным продуктом — инновационная составляющая незначительна.

1.2. Развитие рынка — поиск нового рынка для данного продукта и закрепление на нем — маркетинговая инновация.

1.3. Развитие товара — модернизация или создание нового товара для его реализации на данном рынке — продуктовая инновация.

Стратегии интенсивного роста хорошо описываются матрицей Ансоффа “новые/старые товары и технологии — новый/старый рынок” и охватывают все четыре квадранта матрицы (табл. 37):

1) известные товары и рынки — локальные инновации;

2) “старые товары и технологии — новый рынок” — инновационная маркетинговая стратегия;

3) “новые товар и технологии — старый рынок” — инновационная продуктовая и технологическая стратегия;

4) “новые товары и технологии — новый рынок” — конгломератные диверсификационные стратегии управления комплексным инновационным проектом: конструкторским, технологическим, маркетинговым, организационным и управленческим.

2. *Стратегии интеграционного роста.* Данные стратегии связаны с организационными инновациями. К ним относятся следующие.

Таблица 37
Виды инноваций, отражаемые в матрице Ансоффа “старые/новые товары и технологии — старый/новый рынок”

Рынок	Товары и технологии	
	Известные (старые)	Новые
Известный (старый)	Ситуации при интенсивном росте за счет глубокого проникновения на данный рынок, концентрации потенциала на отдельных секторах (сегментах). Реализуются локальные инновации. Риск минимален	Ситуации при горизонтальной диверсификации и развитии товара. Успех и риски зависят от реализации конструкторских и технологических инноваций и ноу-хау компании
Новый	Ситуации при развитии рынка. Риск коммерческий (рыночный), успех определяется маркетинговым ноу-хау компании	Ситуации при конгломератной диверсификации. Реализуются конструкторская, технологическая и маркетинговая инновации. Риски суммируются (максимальны)

2.1. Стратегия интеграции с поставщиками и снабженческими структурами (вертикальная интеграция вверх).

2.2. Стратегия интеграции с промышленными потребителями и сбытовыми структурами (вертикальная интеграция вниз).

2.3. Стратегия интеграции с отраслевыми разрабатывающими и производящими организациями (горизонтальная интеграция).

3. *Стратегии диверсификационного роста.* К ним относятся следующие.

3.1. Стратегия конструкторской диверсификации (“центрированной”, т. к. технология, отрасль и рынок не изменяются) направлена на поиск и использование дополнительных внешних и внутренних возможностей для производства конструктивно новых продуктов (существующее производство остается в центре бизнеса, а новое возникает исходя из возможностей рынка, используемой технологии и других сильных возможностей предприятия). Это стратегия внутриотраслевой и внутрирыночной продуктовой инновации, опирающаяся на эффект синергии.

3.2. Конгломератная (“чистая” или полная) диверсификация: фирма осваивает виды деятельности, не связанные с ее традиционным профилем ни в технологическом, ни в коммерческом плане; портфель продукции обновляется радикально — “новая продукция — новый рынок”, т. е. в наличии и продуктовая и маркетинговая инновация; риск и сложность управления удваиваются.

4. *Стратегии сокращения.* Это выявление и сокращение нецелесообразных издержек. Она влечет за собой инновационные мероприятия, т. е. применение новых эффективных материалов, технологий, методов управления, организационных структур.

На рис. 25 показана инновационная составляющая рассмотренных стратегий роста фирмы.

В активных стратегических инновационных решениях значительно труднее выделить внутренние отличия, чем в адаптационных. Конкретный тип инновационной стратегии в отношении новой продукции зависит от ряда факторов, важнейшими из которых считаются технологические возможности и конкурентная позиция организации.

Технологические возможности определяются внутренними и внешними характеристиками инновационной деятельности. К внутренним относятся ранее сформировавшийся научный и технико-технологический потенциал, элементами которого являются кадры,

БАЗОВЫЕ (ЭТАЛОННЫЕ) СТРАТЕГИИ РОСТА ФИРМЫ			
Группа стратегий интенсивного роста	Группа стратегий интеграционного роста	Группа стратегий диверсификационного роста	Группа стратегий сокращения
Глубокое проникновение (усиление позиции) на данный рынок с данным продуктом <i>Локальные инновационные:</i> стратегии в связи с изменением состояния элементов фирмы	Вертикальная интеграция вверх (с поставщиками) <i>Организационная инновация:</i> слияние, поглощение, альянсы с поставщиками и снабженческими фирмами	Конструкторская (центрированная) диверсификация <i>Конструкторская (продуктовая) инновация:</i> новый продукт, старая технология, старый рынок	Сокращение издержек <i>Локальные инновационные:</i> стратегии в связи с изменением состояния элементов фирмы
Развитие рынка <i>Маркетинговая инновация:</i> новый рынок - старый товар	Вертикальная интеграция вниз (с потребителями) <i>Организационная инновация:</i> слияние, поглощение, альянсы с потребителями и сбытовыми фирмами	Конструкторско-технологическая (горизонтальная) диверсификация <i>Конструкторская и технологическая инновации:</i> новый продукт, новая технология, старый рынок	Ликвидация структурных звеньев <i>Организационные и управленческие инновации</i>
Развитие продукта <i>Продуктовая инновация:</i> новый товар - старый рынок	Горизонтальная интеграция (с отраслевыми организациями-конкурентами) <i>Организационная инновация:</i> слияние, поглощение, альянсы с разрабатывающими и производящими организациями	Конгломератная (чистая, полная) диверсификация <i>Конструкторская, технологическая и маркетинговая инновации:</i> новый продукт, новая технология, новый рынок	Сокращение кадров <i>Технологическая, организационная и управленческая инновации</i>

Рис. 25. Инновационная часть базовых стратегий роста фирмы

портфель патентов. Примеры внешнего проявления технологических возможностей организации — наличие и масштаб распространения лицензий, формы и характер взаимоотношений с поставщиками, потребителями.

В качестве других оснований классификации инновационных стратегий немецкий маркетинг Рольф Берг предлагает использовать право собственности на идею и степень новизны (рис. 26).



Рис. 26. Виды инновационных стратегий по классификации Р. Берга

Однако по этой классификации вновь невозможно определить, какие стратегии относятся к решениям, позволяющим организации перейти в новое качественное состояние.

5.3. Определение стратегического конкурентного инновационного поведения компании

Для определения инновационных решений, которые в соответствии с принятой выше формулировкой позволяют сменить тип инновационного поведения, необходимо очертить множество таких качественных состояний организации. Данная задача не является однозначно определенной, поскольку можно предложить различные основания для классификации таких состояний.

В качестве примера воспользуемся классификацией, предложенной Л. Г. Раменским (табл. 38). Согласно его подходу стратегическое поведение можно подразделить на четыре вида: виолентное, пациентное, эксплерентное, коммутантное.

Согласно данной классификации качественное состояние организации в первую очередь зависит от того, в рамках какого бизнеса (стандартного или специфического) лежит рыночная ниша организации. В рамках стандартного бизнеса различают организации, которые стараются глобализировать свою деятельность, охватив в географическом масштабе наибольшую долю рынка, а также организации, которые намеренно сосредоточивают свои усилия на локальном рынке. Первые называются виолентами, вторые — коммутантами.

В рамках специфического бизнеса организации пытаются приспособиться к рынку, максимально удовлетворив потребности покупателей. Такие организации называются пациентами. Другие, наоборот, сами пытаются изменить рынок. Такие организации носят название эксплерентов.

Порядок идентификации организации, отнесение ее к тому или иному типу стратегического конкурентного инновационного поведения следующий:

- 1) составляется характеристика анализируемой организации, ее продукции, отрасли, рынка;
- 2) по установленным характеристикам данная организация описывается с помощью морфологической матрицы (табл. 39), т. е. происходит ее идентификация по типу стратегического конкурентного инновационного поведения;
- 3) проводится анализ морфологического описания и с использованием табл. 39 устанавливается соответствие одному или нескольким типам стратегического конкурентного инновационного поведения.

Виоленты — это крупные производители товаров массового спроса. В отличие от других организаций виоленты обладают большим

Характеристики предприятий по типу стратегического конкурентного инновационного поведения

Параметры	Тип конкурентного поведения			Коммутанты
	Виоленты	Пагенты	Эксплеренты	
1. Уровень конкуренции	Высокий	Низкий	Средний	Средний
2. Новизна отрасли	Новые	Зрелые	Новые	Новые, зрелые
3. Какие потребности обслуживает	Массовые, стандартные	Массовые, нестандартные	Инновационные	Локальные
4. Профиль производства	Массовое	Специализированное	Экспериментальное	Универсальное мелкое
5. Размер компании	Крупные	Крупные, средние и мелкие	Средние и мелкие	Мелкие
6. Устойчивость компании	Высокая	Высокая	Низкая	Низкая
7. Расходы на НИОКР	Высокие	Средние	Высокие	Отсутствуют

Параметры	Тип конкурентного поведения			
	Виоленты	Пациенты	Эксплеренты	Коммутанты
8. Преимущество в конкурентной борьбе	Высокая производительность	Приспособленность к особому рынку	Опережение в нововведениях	Гибкость
9. Динамизм развития	Высокий	Средний	Высокий	Низкий
10. Издержки	Низкие	Средние	Низкие	Низкие
11. Качество	Среднее	Высокое	Среднее	Среднее
12. Ассортимент	Средний	Узкий	Отсутствует	Узкий
13. Тип НИОКР	Улучшающий	Приспособительный	Прорывной	Отсутствует
14. Сбытовая сеть	Собственная или контролируемая	Собственная или контролируемая	Отсутствует	Отсутствует
15. Реклама	Массовая	Специализированная	Отсутствует	Отсутствует

Морфологическая матрица идентификации предприятий по типу стратегического конкурентного инновационного поведения

Параметры	Значения параметров			
	а) высокий	б) средний	в) зрелые отрасли	г) низкий
1. Уровень конкуренции	а) новые отрасли	б) массовые и нестандартные	в) инновационные	г) локальные, узкогрупповые
2. Новизна отрасли	а) массовые и стандартные	б) специализированное	в) экспериментальное	г) универсальное, мелкое
3. Какие потребности обслуживает	а) массовое	б) высокая	в) средняя	г) низкая
4. Профиль производства	а) крупная	б) средние	в) низкие	г) отсутствуют
5. Размер компании	а) больше	б) средние	в) низкие	г) отсутствуют
6. Устойчивость компании	а) больше	б) средние	в) низкие	г) отсутствуют
7. Расходы на НИОКР	а) больше	б) средние	в) низкие	г) отсутствуют

Параметры	Значения параметров			г) гибкость
	а) высокая производительность	б) приспособленность к особому рынку	в) опережение в нововведениях	
8. Преимущества в конкурентной борьбе	а) высокая производительность	б) приспособленность к особому рынку	в) опережение в нововведениях	г) гибкость
9. Динамизм развития	а) высокий	б) средний	в) низкий	в) низкий
10. Издержки	а) низкие	б) средние	в) высокие	в) высокие
11. Качество	а) высокое	б) среднее	в) низкое	в) низкое
12. Ассортимент	а) широкий	б) средний	в) узкий	г) отсутствует
13. Тип НИОКР	а) прорывной	б) улучшающий	в) приспособительный	г) отсутствует
14. Сбытовая сеть	а) собственная	б) контролируемая	в) отсутствующая	в) отсутствует
15. Реклама	а) массовая	б) специализированная	в) индивидуальная	в) индивидуальная

парком оборудования, в том числе и узкоспециализированного. Постоянные издержки у виолентов в расчете на одно изделие достаточно низкие благодаря большим производственным масштабам. Как правило, такие организации не стремятся к изменению своего качественного состояния, а потому любые управленческие решения, в том числе и инновационные, будут направлены на поддержку того состояния, которое достигнуто организацией. Позиции виолентов постоянно подвергаются атакам со стороны других участников рынка, в том числе и других виолентов. Отсутствие активной стратегической позиции со стороны менеджмента виолентов объясняется также тем, что в крупных компаниях большая часть высшего менеджмента вынуждена затрачивать значительное количество времени на политическую борьбу. Особенно это касается некоммерческих организаций. Как отмечает классик теории стратегического менеджмента И. Ансофф, в этой ситуации “менеджменту не отводится роль подкласса, который оказывает влияние”. Но несмотря на все негативные стороны состояния виолента, инновационные решения могут носить стратегический характер. Для того чтобы не превратиться в неповоротливого монстра, постоянно подвергающегося атакам со стороны конкурентов и постепенно сдающего лидирующие позиции, виолент использует стратегию подавления конкурентов, прежде всего ценового, после чего следует поглощение слабого конкурента. С мелкими инновационными компаниями так происходит довольно часто. Альтернативным вариантом активной стратегической позиции является использование своего научно-технического потенциала, который является мощным (по крайней мере в техническом плане) для разработки и внедрения инновационных продуктов.

Коммутанты — это мелкие производители товаров широкого потребления, которые стараются получить максимум полезности от освоения локального рынка. Коммутанты не являются конкурентами виолентам, поскольку занимают те ниши, которые невыгодны виолентам в связи с их высокоспециализированным трудовым и производственным потенциалом. В процессе развития организации, являющиеся типичными коммутантами, стараются перейти в новую фазу. Автор классификации указывает, что коммутанты могут становиться пациентами, если соответствующее такому превращению стратегическое решение будет направлено на специализацию деятельности организации. Не имея достаточного количества специфических инновационных детерминант в своем распоряжении, для перехода

в состоянии пациента коммутант, скорее всего, будет разрабатывать новые принципы организации деятельности либо заниматься копированием чужих инноваций.

Пациенты — это организации, контролирующие достаточно специфические рынки, в процессе развития стремятся к диверсификации своей деятельности, в результате чего будет происходить расширение ассортимента продукции и появляться новые рынки сбыта. Инновационные решения, представляющие собой собственные улучшающие безрисковые инновации и перенос инноваций с предсказуемым риском, позволят пациенту достичь состояния виолента.

Эксплеренты — это организации, которые со всей уверенностью можно отнести к чисто инновационным, поскольку целью их деятельности является реализация прорывных инноваций. Эксплерент, как правило, не довольствуется своим состоянием и стремится достичь состояния пациента или виолента, полностью реализовав свой инновационный потенциал. Таким образом, все решения эксплерента являются стратегическими.

5.4. Традиционные модели выбора стратегических инновационных решений

Основатель американской компании *Dell Computer Corporation*, миллиардер Майкл Саул Делл говоря об инновационных решениях, заявил, что с хорошей идеей надо выступать первым. Это лучше, чем сделать что-то 28-м, пусть и замечательно.

Таким образом, вопрос о том, принимать стратегическое инновационное решение или не принимать, решается в пользу первой альтернативы. Однако не все модели придерживаются такой детерминированной позиции. Рассмотрим некоторые из традиционных моделей выбора стратегических решений в управлении инновациями.

Наиболее простой моделью выбора стратегического инновационного решения является известная матрица Бостонской консалтинговой группы (БКГ), разработанная Брюсом Хендерсоном (рис. 27).

Согласно матрице БКГ, если результатом инновационного стратегического решения, как ожидается, будет увеличение объемов рынка при условии, что прогнозируется рост самого рынка, то данное решение является приемлемым. Наоборот, если инновационное решение, как ожидается, может привести организацию в состояние,

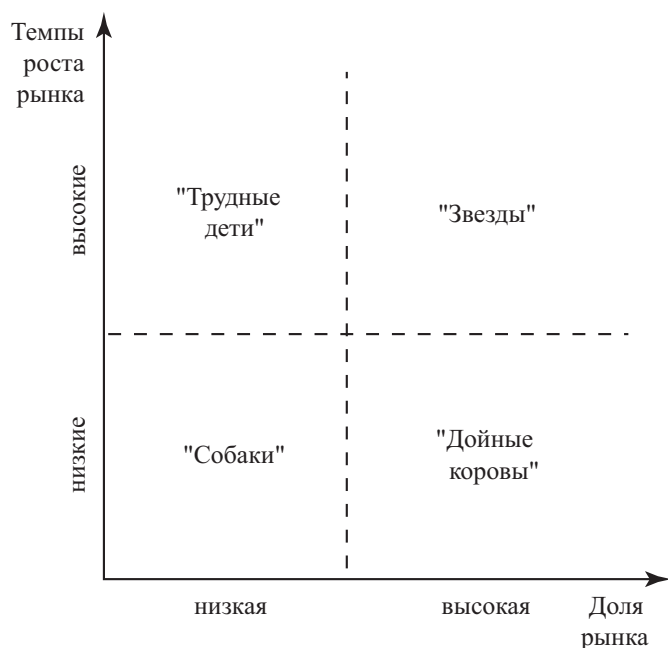


Рис. 27. Матрица Бостонской консалтинговой группы

которое обозначено в матрице “собаками”, то от такого решения следует отказаться. Состояние “дойные коровы” необходимо использовать для того, чтобы перераспределять доходы в пользу инновационных проектов, расположенных в зоне высоких темпов роста объема рынка (“звезды” и “трудные дети”).

Вместе с явной простотой матрица БКГ обладает очень сильным недостатком, связанным с тем, что результат инновационного решения (особенно это касается прорывных инноваций) очень сложно прогнозировать, поскольку само инновационное решение по своему смыслу является наиболее рискованным. Чтобы матрица БКГ была более адаптированной для принятия инновационных решений, следовало бы скорректировать некоторые ориентиры. Например, вместо доли и темпов роста рынка ввести степень наличия специфических инновационных детерминант.

Следующая рассматриваемая нами модель выбора стратегического инновационного решения является таковой. Вместо доли рынка в ней учитывается рыночная позиция организации (что, в принципе, то же самое), а слабопрогнозируемые темпы роста рынка заменены технологической позицией фирмы, что по сути является интегральным показателем присутствия специфических инновационных детерминант. Матрица выбора стратегических инновационных решений выглядит следующим образом (рис. 28).

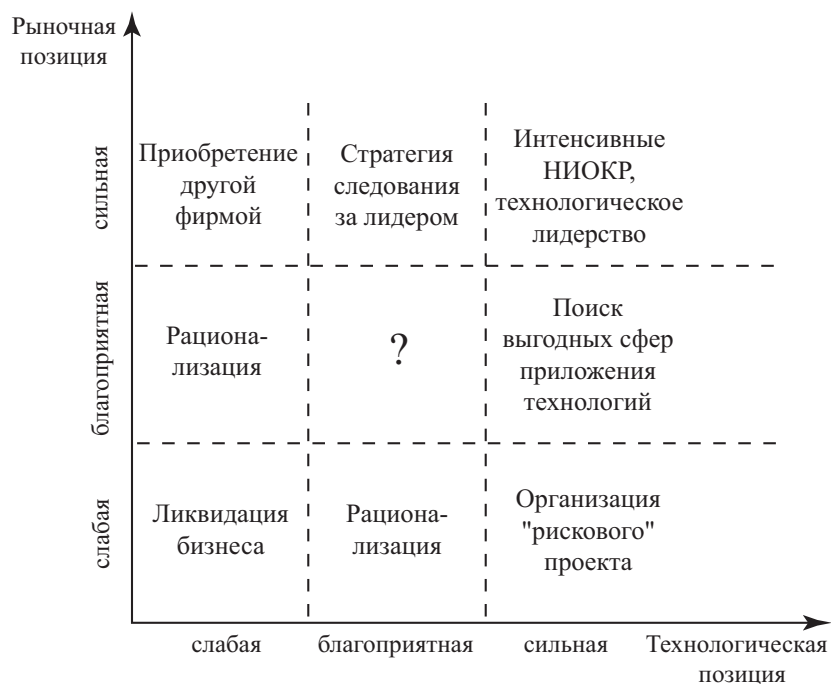


Рис. 28. Матрица направлений выбора инновационных стратегий

Существует еще ряд подобных моделей, в которых для каждой ситуации предлагается стратегическое инновационное решение (как правило, единственное). Достоинством данных моделей является их простота восприятия со стороны ЛПР или владельца проблемы.

Основной недостаток подобных моделей — их чрезмерная детерминированность. Действительно, для каждого состояния предлагается единственное (правильное) решение. Само отсутствие каких-либо альтернатив говорит о том, что на разработку решения не нужно тратить много времени, достаточно лишь диагностировать ситуацию и сопоставить ее с матрицей. Однако в этом случае исчезает необходимость участия ЛПР в поиске решения, поскольку для каждой ситуации решение уже однозначно определено. В случае со стратегическими инновационными решениями, последствия которых слабопрогнозируемы, такая сильная предопределенность является некорректной, а в ряде случаев совершенно недопустимой.

Дело здесь вовсе не в том, что ЛПР остается без работы, а в том, что поведение организации становится почти достоверно предсказуемым не только для ее менеджмента, но и для внешней среды (прежде всего для конкурентов). Инновационные стратегические решения являются, как раз наоборот, малопредсказуемыми и неожиданными для внешней среды. Следовательно, для разработки стратегических решений необходимо применение других методов, которые не позволяют говорить об однозначности и предопределенности выбора.

Для того чтобы осуществить выбор стратегического инновационного решения, которое является благоприятным для перехода организации в новое качественное состояние и неожиданным для внешней среды, необходимо в самой постановке задачи выбора одновременно учесть цели организации и реакцию на возможное решение со стороны внешней среды. Наиболее приспособленной к таким требованиям является методология выбора теории игр.

Основной особенностью теории игр является представление ситуаций в виде конфликтов интересов определенных сторон. При этом под конфликтом понимается несбалансированность ситуации в отношениях ОРГАНИЗАЦИЯ (СИСТЕМА) — СРЕДА (ВНЕШНЯЯ И ВНУТРЕННЯЯ). Эта несбалансированность ситуации является возмущающим фактором и приводит к активным действиям как самой организации, так и внешней среды, ее окружающей, стремящихся, согласно принципу Ле Шателье, перейти в состояние, при котором возмущения прекратятся.

Необходимо сразу же отметить, что все ситуации, независимо от сферы деятельности, носят несбалансированный, а следовательно, конфликтный характер. Раздел математики “Теория игр” рассматривает упрощенные модели конфликтных ситуаций, представляя их

в виде набора стратегий, которыми могут обладать лицо (или лица) принимающее решение, а также возможные направления реакции внешней среды (она может состоять из тех же ЛПР).

Итак, в теории игр, решения, принимаемые ЛПР, также носят название стратегий. Это неслучайно, поскольку теория игр использовалась в том числе и для моделирования военных действий. Причем стратегии в теории игр — это совокупности правил и принципов, которые определяют последовательность действий игрока в каждой конкретной ситуации, складывающейся в процессе игры. Оптимальными для данного ЛПР называются такие стратегии, которые при различных действиях других ЛПР и (или) внешней среды приводят к получению данным ЛПР наибольшего значения функции полезности (наибольшему выигрышу).

Выигрыши определяются исходами игры, которые называются функциями выигрыша и, как правило, задаются в матричной форме.

В зависимости от суммы выигрыша, получаемого ЛПР (игроками), в теории игр различают:

1. *Статистические игры.* Это ситуации, при которых один из игроков, называемый ПРИРОДОЙ, не имея намерений оказать негативное влияние на других участников конфликтной ситуации, задает условия игры, а другие (другой) участники, называемые СТАТИСТИКАМИ, приспосабливаются к этой ситуации. В качестве типичного примера можно привести деятельность хозяйствующего субъекта, который пытается установить, какой из продуктов с каким видом инновации будет востребован на рынке в некотором недалеком (а может, быть и относительно далеко) будущем, примет ли рынок инновационный продукт, через какое количество времени рынок продукта достигнет фазы насыщения и т. д.
2. *Антагонистические игры.* Это конфликтные ситуации, при которых выигрыш одного игрока равен суммарному проигрышу других игроков. А само название — “Антагонистические игры” — заявляет о том, что в ситуации присутствует противоборство ЛПР. Типичным примером такой ситуации является борьба на рынке конкурентов.
3. *Бескоалиционные игры.* Это ситуации, при которых все стороны, участвующие в конфликте, могут одновременно проиграть

или одновременно выиграть. Сумма выигрышей игроков, в отличие от антагонистических игр, в общем случае не является нулевой. Типичный пример — поведение производителя конечного продукта (например, автомобиля) и комплектующих изделий (например, двигателя внутреннего сгорания — ДВС). Производитель автомобиля разработал новый более эргономичный дизайн кузова автомобиля, а производителю ДВС экономически невыгодно переходить на производство нового двигателя, что существенно снизит качество новинки. Важной особенностью бескоалиционных игр является невозможность образования коалиций между игроками.

4. *Кооперативные игры.* Как и бескоалиционные игры, предполагают, что игроки, участвующие в этой игре, могут одновременно все оказаться в проигрыше или выигрыше, т. е. суммарный выигрыш всех игроков не равен нулю. Однако в кооперативных играх игроки рассматривают возможности образования коалиций с целью увеличения выигрыша каждого участника этой коалиции. Например, автомобильный завод мог бы взять на себя часть расходов на разработку нового двигателя либо разрабатывать не новый дизайн автомобиля, а новую концепцию совместно с конструкторами предприятия по производству ДВС.

5.5. Стратегии адаптации к условиям среды

Как сказано в определении статистической игры, это ситуация, при которой одна из сторон фактически приспосабливается к условиям, которые задаются другой стороной. В условиях совершенной конкуренции организация, неспособная существенно повлиять на ситуацию, приспосабливается к ней. Рядовой работник предприятия и наемный менеджер приспосабливаются к той организационной культуре, которая сложилась на предприятии. Инноватор, выпускающий на рынок новый товар, приспосабливается к запросам рынка и требованиям потребителей, а также к тем ресурсным возможностям, которыми на настоящий момент и в ближайшем будущем будет обладать организация.

Если бы ситуация, к которой необходимо приспосабливаться, была заранее известна, то можно было бы заранее найти для нее не просто решение, а оптимальное решение. А если таких ситуаций две,

три и больше? Вероятно, что для каждой из этих ситуаций необходимо будет свое оптимальное решение, отличное от оптимальных решений для других ситуаций. А если заранее неизвестно, какая ситуация вступит в действие? Тогда, по всей видимости, неизвестно заранее, какое же решение необходимо принять. Таким образом, имеет место неопределенность, связанная с будущей ситуацией, к которой необходимо приспособиться заранее.

Конечно же, можно дождаться того момента, когда ситуация наступит (другими словами, станет полностью определенной), и тогда принимать решение, которое точно будет оптимальным. Это так называемый адаптивный способ управления. Однако пока будет разрабатываться и реализовываться решение, ситуация вновь может измениться, и принятое решение может оказаться далеко не оптимальным. Таким образом, важное значение имеет возможность предсказания будущей ситуации. А поскольку будущее не определено, то и решение должно приниматься с учетом этой неопределенности.

В общем виде задачу принятия решения в условиях такой неопределенной будущей ситуации можно представить в виде следующей платежной матрицы:

$$A = \{a_{ij}\} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix}. \quad (82)$$

Строки матрицы соответствуют решениям, принятым ЛПР. В теории игр такие принятые решения называются *стратегиями*. Столбцы матрицы соответствуют ситуациям, которые могут сложиться в некоторый момент времени в будущем. Сами элементы платежной матрицы a_{ij} представляют собой значения выигрышей, которые получит ЛПР в случае принятия им стратегии i при наступлении в будущем ситуации j .

Решение статистической игры основывается на возможности предсказания будущей ситуации. Если будущее предсказуемо, то это означает, что все ситуации, которые будут иметь место в будущем, являются не равновероятными. Следовательно, в определении наиболее оптимальной стратегии необходимо полагаться на оценки этой вероятности. Предположим, что вектор $\mathbf{p} = (p_1, p_2, \dots, p_m)$, $\sum_{j=1}^m p_j = 1$, задает набор оценок этих ситуаций. Тогда оптимальной

стратегией можно считать такую, при которой оценка средней величины выигрыша

$$M[v_i] = \sum_{j=1}^n a_{ij} p_{ij} \rightarrow \max_i. \quad (83)$$

В качестве средней оценки выигрыша здесь берется оценка математического ожидания.

Остается еще проблема, связанная с определением самих вероятностных оценок. Их можно оценить экспертным путем, или на основе статистических данных (если таковые имеются в распоряжении ЛПР), либо на основе экспертных оценок и статистических данных вместе. Рассмотрим поиск оптимальной стратегии на следующем примере.

Пример 8. Предположим, что предприятие в целом уже определилось со своей генеральной инновационной стратегией. Предположим, что, в условиях предыдущего примера, компания выбрала направление технологического совершенствования процесса производства уже существующего продукта и не желает в течение этого года тратить ресурсы на разработку нового продукта. Руководство компании считает, что это решение выгоднее отсрочить как минимум на год.

Генеральная стратегия объявлена всем подразделениям компании, в том числе и инновационному подразделению. Что же касается детализации этой стратегии (технологические процессы производства каких продуктов требуют первостепенного внимания, в каком размере необходимо распределить ресурсы), то ее пока нет. Руководство компании предложило менеджменту инновационного подразделения внести свои рекомендации по детализации стратегии, указав, что через полгода в зависимости от того, как будет развиваться рынок, в совершенствование технологических процессов могут вноситься изменения.

Инновационное подразделение, осознавая важность совершенствования технологий каждого продукта, разработало несколько стратегий своей деятельности, одна из которых будет предложена генеральному менеджменту компании для реализации в первые полгода. Поскольку на предприятии производятся гипсокартонные плиты пяти типов: стандартные, влагостойкие, повышенной прочности, ветро- и влагозащитные, ремонтные, постольку она может сосредоточить свои усилия на совершенствовании технологии производства

одного, двух и т. д., всех пяти типов плит. Поскольку заранее неизвестно, как повлияет на рынок изменение качества предлагаемых фирмой гипсокартонных плит определенного типа, инновационное подразделение самостоятельно выбирает типы плиты, над технологией изготовления которых будет проводиться работа.

Инновационное подразделение рассчитало, что на комплекс исследовательских работ по совершенствованию технологии производства одного типа плит вне зависимости от их назначения требуется 1,5 млн руб. Двух типов — 2,8 млн руб. Трех — 3,8. Четырех — 4,5. Пяти — 4,9 млн руб.

Через полгода генеральный менеджмент, как и обещал, может внести поправки в работу инновационного подразделения, указав, что технология изготовления плит какого типа требует повышенного внимания инновационного подразделения. Может оказаться, что основные претензии потребителей направлены в отношении качества плит, например, стандартного типа, причем ко всем производителям. Но именно над технологией этих изделий с начала года и трудилось инновационное подразделение. В этом случае никаких корректив в работу вноситься не будет. В противном случае возможно внесение изменений, что будет сопровождаться дополнительными расходами компании. Поскольку коррективы вносятся через полгода, то они потребуют значительного увеличения издержек. Пусть эти расходы составят 1,5 млн руб. из расчета на исследовательские работы на каждый тип изделия, работа над которым не проводилась.

Поскольку заранее неизвестно, возникнут ли в отношении какого-либо типа изделия существенные претензии со стороны потребителя, будем считать, что вероятность этих претензий и, соответственно, реакции генерального менеджмента компании, выраженной в соответствующих коррективах через полгода, составляет 0,5.

На основании этих условий инновационному подразделению необходимо определиться с тем, в отношении какого количества изделий с начала года будут проводиться работы по совершенствованию технологий производства.

В соответствии с условиями составим платежную матрицу с указанием значений вероятностей ситуаций (табл. 40). Так как во всех стратегиях компания несет затраты, то значения выигрышей не будут положительными. Для каждого сочетания стратегий инновационного подразделения и ситуации, которая возникнет через полгода, рассчитаны величина выигрыша и вероятность ситуации (в данном

случае вероятность ситуации как раз будет зависеть от выбранной стратегии). Количество типов изделий, в отношении которых требуется пересмотр технологии производства, — это то количество изделий, в отношении которых у потребителей есть претензии по качеству и технология производства которых инновационным подразделением не была включена в план работ с начала года (инновационное подразделение не угадало, что в отношении данного изделия у потребителей через полгода будут претензии). Если это значение равно 0, то, как указывалось выше, компания не понесет дополнительных расходов, связанных с увеличением интенсивности работ по изменению технологий производства. Если это значение равно 1, то компания дополнительно понесет расходы в размере 1,5 млн руб., если 2 — 3 млн руб. и т. д.

Таблица 40

**Таблица выигрышей компании (млн руб.)
и вероятностей ситуаций при реализации стратегий
по совершенствованию технологии производства
различного количества продуктов**

Стратегии инновационного подразделения	Количество типов изделий, для которых требуется изменение технологии				
	0	1	2	3	4
1	-1,5	-3	-4,5	-6	-7,5
	0,0625	0,25	0,375	0,25	0,0625
2	-2,8	-4,3	-5,8	-7,3	-7,3
	0,125	0,375	0,375	0,125	0
3	-3,8	-5,3	-6,8	-6,8	-6,8
	0,25	0,5	0,25	0	0
4	-4,5	-6	-6	-6	-6
	0,5	0,5	0	0	0
5	-4,9	-4,9	-4,9	-4,9	-4,9
	1	0	0	0	0

Стоит обратить внимание на значения выигрышей начиная со второй строки. Во второй строке значения выигрышей при количестве типов изделий, в отношении которых через полгода потребуются вносить изменения в технологии, равном 3 и 4, одинаковые —

по $-7,3$. Это означает, что если инновационное подразделение с начала года проводило исследовательские работы по совершенствованию технологии производства в отношении двух типов изделий, то максимальное количество изделий, в отношении которых у потребителей будут претензии по качеству и которые не были включены в план исследовательских работ с начала года, будет равно трем. Таким образом, не угадать четыре типа изделия, в отношении которых у потребителей будут претензии по качеству, инновационное подразделение фирмы не может. На это указывает и нулевая вероятностная оценка, записанная под величиной выигрыша. Такие же ситуации имеют место при реализации всех остальных стратегий.

Теперь несколько слов по поводу расчета вероятностных оценок. Поскольку в ситуации полной неопределенности невозможно точно указать, какова вероятность того, что в отношении определенного типа товара у потребителей возникнут претензии по качеству, то эта вероятность принимается равной $0,5$. В то же время, если компания располагает информацией, насколько часто потребители выражали свои претензии (а сделать это достаточно сложно ввиду того, что сам расчет вероятности предполагает учет достаточно большого количества переменных и параметров, а не просто социологический опрос целевой аудитории), то вероятностные оценки могут быть рассчитаны на основании этих данных. В нашем примере вероятность того, что в отношении тех изделий, которые не были включены в план исследовательских работ, через полгода придется также интенсифицировать деятельность по изменению технологии производства, будет рассчитываться по формуле о повторении испытаний Бернулли:

$$P_n(m) = C_n^m p^m (1-p)^{n-m}, \quad (84)$$

где C_n^m — число сочетаний из n элементов по m в каждом, т. е. комбинаторная формула, показывающая в данной задаче, сколько комбинаций заранее определенного количества претензий потребителей возможно;

p — вероятность события в одном опыте (вероятность претензии потребителей в отношении данного вида изделия).

Подставляя данные платежной матрицы в формулу для расчета оценки среднего выигрыша (83), получим, что

$$\begin{aligned} M[v_1] &= -4,5, & M[v_2] &= -5,05, & M[v_3] &= -5,3, \\ M[v_4] &= -5,25, & M[v_5] &= -4,9. \end{aligned}$$

Таким образом, оптимальной для инновационного подразделения является стратегия, направленная на совершенствование технологии всего лишь одного изделия с начала года, поскольку ожидаемые средние затраты в этом случае будут минимальными по сравнению с другими стратегиями.

Оценка средней величины выигрыша, на основании которой были сделаны выводы об оптимальности стратегий в двух рассмотренных выше задачах, является, конечно же, важной, но не единственной характеристикой. Поскольку речь зашла о случайных величинах и их характеристиках, то кроме математического ожидания, которое в рассмотренных примерах принималось в качестве оценки среднего, есть и другие, не менее важные характеристики, учет которых может приводить к ошибкам в оценке качества принятого решения. Как правило, вместе с математическим ожиданием случайной величины, которой является выигрыш, рассматривается также и дисперсия, т. е. статистика, характеризующая разброс значений случайной величины выигрыша относительно математического ожидания. Как известно из курса теории вероятностей, дисперсия, или центральный момент второго порядка, рассчитывается по формуле

$$D[v_i] = \sum_{j=1}^n (a_{ij} - M[v_i])^2 p_{ij} = M[v_i^2] - M^2[v_i]. \quad (85)$$

Чем больше величина этой дисперсии, тем больше риск того, что реальное значение выигрыша будет отклоняться от оценки среднего (математического ожидания). Если решение принимается с учетом этого показателя риска, то для наилучшего решения значение дисперсии должно стремиться к минимуму. Рассчитаем значения дисперсии для стратегий в последней рассмотренной нами задаче:

$$\begin{aligned} D[v_1] &= 2,25, & D[v_2] &= 1,69, & D[v_3] &= 1,13, \\ D[v_4] &= 0,56, & D[v_5] &= 0. \end{aligned}$$

В итоге получается, что решение, для которого значение математического ожидания величины выигрыша было наибольшим, с точки зрения дисперсии является наиболее рискованным. Но, как правило, так и случается. Кто знаком с теорией финансовых решений, тот наверняка знает, что наиболее доходные направления инвестиционных проектов являются одновременно и наиболее рискованными. В этой ситуации для выбора оптимального решения на основании двух

целевых показателей (математического ожидания и дисперсии) необходимо использование соответствующих методов многоцелевого поиска (например, методов, основанных на принципе оптимальности Парето) либо расчет интегрального оценочного показателя, составленного из математического ожидания и дисперсии.

В статистике известно отношение

$$\nu_i = \frac{\sqrt{D[v_i]}}{M[v_i]}, \quad (86)$$

называемое коэффициентом вариации и служащее для характеристики относительной меры разброса значений случайной величины. Поскольку значение математического ожидания является положительным фактором для оценки выбранного решения, а дисперсия — отрицательным, то чем меньше значение коэффициента вариации для выбранного решения, тем более предпочтительным будет решение. Рассчитаем значение коэффициентов вариации для последнего примера:

$$\begin{aligned} \nu_1 &= -0,33, & \nu_2 &= -0,26, & \nu_3 &= -0,2, \\ \nu_4 &= -0,14, & \nu_5 &= 0. \end{aligned}$$

Наименьшее значение коэффициента по абсолютной величине соответствует последнему решению, когда инновационному подразделению необходимо с начала года начать проведение исследований в отношении всех пяти типов продуктов. Решение, соответствующее первой стратегии, при котором инновационное подразделение намеревается с начала года заняться совершенствованием технологии изготовления только одного вида продукта, напротив, является наименее предпочтительным по отношению ко всем остальным решениям, поскольку значение коэффициента вариации является наибольшим по абсолютной величине.

Использование интегральных показателей приводит к искажению пространства, задаваемого рассматриваемыми величинами, а вместе с ним и к искажению получаемых результатов. В связи с этим в качестве альтернативы поиска решения при многокритериальном выборе может быть рассмотрена задача о выборе решения оптимального по Парето. Для этого, как известно, необходимо сравнить альтернативы (наборы значений целевых показателей) друг с другом для выявления, какие из них являются доминируемыми, а какие недоминируемыми (эффективными). Доминируемой

считается альтернатива, для которой найдется хоть одна альтернатива, которая по всем значениям целевых показателей окажется не хуже данной, а хотя бы по одному лучше. Множество недоминируемых альтернатив носит название эффективного множества. Для определения, какие из альтернатив войдут в состав эффективного множества, составим таблицу их значений:

$$\begin{aligned} 2 > 3, \\ 4 > 3, \\ 5 > 2, \quad 5 > 3, \quad 5 > 4. \end{aligned}$$

Таблица 41

Значения оценки среднего (математического ожидания) и дисперсии выигрыша

Стратегия	1	2	3	4	5
Среднее	-4,5	-5,05	-5,3	-5,25	-4,9
Дисперсия	2,25	1,69	1,13	0,56	0

Сравнивая альтернативы, обнаруживаем, что альтернативы 2, 3 и 4 являются доминируемыми, а потому они не входят в множество эффективных альтернатив, а 1 и 5 как раз и являются паретовским множеством. С точки зрения принципа парето-оптимальности, любая альтернатива, входящая в состав множества эффективных альтернатив, является оптимальной по Парето. Таким образом, любое из двух решений является оптимальным. Применительно к задаче это означает, что для инновационного подразделения оптимальным является любое из двух решений, т. е. с начала года в плане работы должна быть предусмотрена работа над совершенствованием технологии производства одного вида продукта либо всех пяти.

Для выбора терминального решения необходимо воспользоваться дополнительными критериями, например методом рейтингового упорядочения или методом компромисса на основе эквивалентных приращений.

Рейтинговое упорядочение предполагает, что всем значениям целевых показателей ставится в соответствие определенный рейтинг (лучшему значению — 1), после чего сравниваются упорядоченные наборы рейтингов (табл. 42). Присвоим альтернативам из числа эффективных такие рейтинги. Далее упорядочим рейтинги — от высшего к низшему — для каждой альтернативы (табл. 43).

Таблица 42

Значения
рейтингов

Стратегия	1	5
Среднее	1	3
Дисперсия	3	1

Таблица 43

Упорядоченные
значения
рейтингов

Стратегия	Ряд
1	1 3
5	1 3

Сравнение рядов рейтингов для двух альтернатив по двум показателям не дает ответа на вопрос о том, какое из двух решений будет наиболее предпочтительным. Тот же самый вывод можно будет сделать и при использовании метода компромисса на основе эквивалентных приращений. В итоге, обе стратегии считаются оптимальными.

Если стратегии представлены не в интервальном виде, как в последнем примере, не в порядковой, а в номинальной форме, то критерии среднего и дисперсии получают дополнительный смысл с позиции возможного применения так называемой в теории игр смешанной стратегии. *Смешанной* называется стратегия, которая состоит из набора чистых стратегий, каждая из которых используется с определенной долей (или определенной вероятностью). В этой ситуации возможна разработка смешанных стратегий, в которых при фиксированном значении дисперсии достигается максимум среднего выигрыша и, наоборот, при фиксированном значении среднего выигрыша достигается минимум дисперсии. Из-за достаточной громоздкости вычислительных процедур и большого количества теоретического материала рассмотрение данной ситуации вынесено в отдельную тему.

Вычисление характеристик случайной величины, которой в статистической игре является величина выигрыша, возможно только при условии, что известны значения вероятностей, соответствующих ситуациям либо соотношению ситуаций и стратегий. Совсем на других основаниях будет строиться выбор наилучшего решения, если эти вероятности неизвестны либо если их значениям невозможно доверять. В этом случае в ход идут дополнительные критерии, применение которых связано с состоянием ЛПР, объекта, в отношении которого принимается решение, внутренней среды организации и т. п.

В теории принятия решений самыми известными из этих критериев являются:

- критерий Вальда;
- критерий Гурвица;
- критерий Сэвиджа.

Критерий Вальда (его еще называют критерием “абсолютного пессимиста”) предполагает, что наилучшей из предложенных является та стратегия, для которой наименее возможное значение выигрыша будет наибольшим по сравнению с другими стратегиями:

$$\max_i V_i = \max_i \min_j a_{ij}. \quad (87)$$

Критерий Вальда ориентируется на ситуацию, которая для выбранной стратегии будет наименее предпочтительной, что вообще-то является маловероятным. И все же использование данного критерия в принятии решений встречается достаточно часто. Это относится прежде всего к государственным структурам, где экономические показатели деятельности (затратность, прибыльность) являются не столь важными по сравнению с показателями широты охвата рынка. Именно в государственных структурах ЛПР часто несет персональную ответственность за обстоятельства, которые от него никоим образом не зависят (случилась природная катастрофа, техногенная катастрофа, грянул финансовый кризис и т. д.). Для оправдания своих действий ЛПР необходимо представить отчет о проделанной работе, чтобы исключить даже малейший намек на то, что каким-то образом можно было избежать неблагоприятной ситуации.

Применив данный критерий к последнему примеру, получим, что

$$\max_i V_i = \max_i (-7,5; -7,3; -6,8; -6; -4,9) = -4,9.$$

Таким образом, наиболее оптимальной является стратегия, соответствующая выигрышу $-4,9$, т. е. последняя стратегия, предполагающая, что с начала года инновационное подразделение начнет работу над совершенствованием технологии изготовления всех пяти видов продукции. Известный американский исследователь в области инновационного менеджмента П. Друкер отмечает в своей книге

“Рынок: как выйти в лидеры”, что такое поведение свойственно компаниям непредпринимательского характера с устойчивой структурой. Менеджеры этих организаций не любят рисковать, в связи с чем сами фирмы невозможно назвать инновационными. Действительно, сосредоточение деятельности инновационного подразделения на всех направлениях технологического совершенствования потребует привлечения значительного количества финансовых и человеческих ресурсов, которых у компании может и не оказаться в данный момент.

Критерий Гурвица назван так в честь его разработчика — российского, а затем американского математика и экономиста Леонида Гурвица, лауреата Нобелевской премии по экономике 2007 года. Гурвиц предложил шире взглянуть на определение критерия, предложенного Вальдом. Если согласно критерию Вальда предполагается, что существует высокая вероятность наступления наименее предпочтительной ситуации, то почему не может быть вероятности того, что будет иметь место наиболее благоприятная ситуация, которая бы соответствовала критерию “абсолютного оптимиста”. Если ЛПР не связан обязательствами доказывать свою невиновность в ситуации “форс-мажора”, то почему бы ему не вести себя как оптимисту, надеющемуся на лучшее. Гурвиц предлагает для описания выбора при таком смешанном “оптимистическо-пессимистическом” поведении ЛПР следующий критерий выбора:

$$\max_i G_i = \max_i \left(\gamma \max_j a_{ij} + (1 - \gamma) \min_j a_{ij} \right), \quad (88)$$

где γ — значение коэффициента Гурвица (или его еще в литературе называют γ -коэффициентом), который определяет степень оптимизма ЛПР. Значение коэффициента изменяется в пределах от 0 до 1. Если значение коэффициента Гурвица равно 0, то решение, принятое в соответствии с критерием Гурвица, называется пессимистическим. Действительно, если подставить в формулу (88) $\gamma = 0$, то критерий Гурвица превратится в критерий Вальда. Если же значение коэффициента Гурвица равно 1, то решение является оптимистическим, поскольку ориентируется на наилучшую для каждой стратегии ситуацию.

Каким образом при принятии решения выбрать значение коэффициента Гурвица? Однозначного ответа на этот вопрос нет. Можно предложить самому ЛПР проанализировать ряд решений, принятых им, основываясь на интуиции в ситуациях, когда ожидания ЛПР бы-

ли самыми что ни есть оптимистичными. Доля тех решений, которые приводили к ожидаемым результатам, и даст ответ на вопрос о том, какое значение γ -коэффициента необходимо выбрать.

Если все же значение коэффициента Гурвица выбрать затруднительно, то можно прибегнуть к способу, который позволяет учесть все значения данного коэффициента. Для этого необходимо построить графики всех функций Гурвица, задаваемых каждой стратегией, при переменной величине γ -коэффициента.

Сами функции Гурвица для каждой стратегии можно получить, поставив в уравнение (88) значения максимальной и минимальной величины выигрыша для соответствующей стратегии:

$$G_1 = 6\gamma - 7,5, \quad G_2 = 4,5\gamma - 7,3, \quad G_3 = 3\gamma - 6,8, \\ G_4 = 1,5\gamma - 6, \quad G_5 = -4,9.$$

Каждая функция представляет собой отрезок прямой при значении коэффициента Гурвица $0 \leq \gamma \leq 1$. Изобразим функции Гурвица на графике (рис. 29).

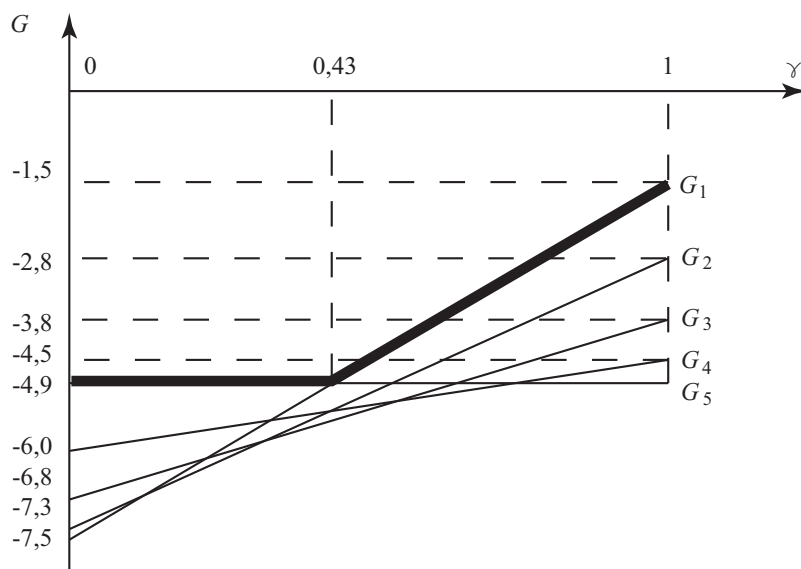


Рис. 29. Графики функций Гурвица

Верхняя огибающая кривая на графике показывает, на каких интервалах значений γ -коэффициента какие функции и, следовательно, стратегии являются доминирующими.

Как видно по графику, огибающая кривая представляет собой объединение участков функций G_1 и G_5 . При этом функция G_5 является доминирующей на полуинтервале значений γ -коэффициента $[0; 0,43)$, а функция G_1 — на полуинтервале $(0,43; 1]$. Сравнивая величины интервалов, делаем вывод, что функция G_1 и, следовательно, стратегия, направленная на совершенствование с начала года технологии производства только одного типа изделия, является доминирующей. Таким образом, оптимальной является стратегия 1.

Критерий Сэвиджа (критерий упущенной выгоды). Когда рассматривалась дисперсия в качестве характеристики оптимальности выбранной стратегии, то говорилось, что дисперсия в теории принятия решений используется также для определения качества принятого решения, а именно, для определения степени риска не достигнуть поставленной цели. Критерий Сэвиджа в некотором роде является альтернативой дисперсии, поскольку также определяет оптимальность решения на основании риска.

Риск (по Сэвиджу) — это разность между тем значением выигрыша, который мог бы быть получен, если бы ЛПР заранее знал о том, что наступит данная ситуация, и тем значением выигрыша, который ЛПР получит, если заранее не знает о данной ситуации.

Итак, согласно утверждению Сэвиджа, будущее является предопределенным, но только ЛПР не знает, каким же будет это будущее. А поскольку ЛПР об этом не знает, следовательно, он может выбирать любое решение. Если бы ЛПР был пророком и точно знал, какая ситуация произойдет в будущем, то он наверняка выбрал бы решение, при котором его выигрыш был бы максимальным. Разница между этим максимумом и тем, что ЛПР получит в реальности, и есть та самая величина риска. Таким образом, риск, данный в определении Сэвиджа, можно по-другому назвать величиной недополученного выигрыша, или упущенной выгодой.

Оптимальной по Сэвиджу считается стратегия, при которой максимальная величина риска (упущенной выгоды) будет минимальной по сравнению с другими стратегиями:

$$\min_i S_i = \min_i \max_j r_{ij}, \quad (89)$$

где r_{ij} — величина риска:

$$r_{ij} = \max_i a_{ij} - a_{ij}. \quad (90)$$

Используем критерий Сэвиджа для поиска решения в последнем примере. Для этого составим матрицу рисков (табл. 44).

Подставив данные из табл. 44 в формулу (89), получим, что

$$\min_i S_i = \min_i (-2,6; -2,4; -2,3; -3; -3,4) = -2,3,$$

что соответствует стратегии, при которой с начала года необходимо проводить работы по изменению технологий производства в отношении трех любых типов изделий.

Таблица 44

Таблица рисков

Стратегии инновационного подразделения	Количество типов изделий, для которых требуется изменение технологии				
	0	1	2	3	4
1	0	0	0	-1,1	-2,6
2	-1,3	-1,3	-1,3	-2,4	-2,4
3	-2,3	-2,3	-2,3	-1,9	-1,9
4	-3	-3	-1,5	-1,1	-1,1
5	-3,4	-1,9	-0,4	0	0

Решение, полученное по критерию Сэвиджа, сильно отличается от тех, что были получены по критерию оценки среднего выигрыша, по совместной оценке среднего выигрыша и величины дисперсии, по критериям Вальда и Гурвица. По всей видимости, обстоятельства, при которых есть смысл применять критерий Сэвиджа для принятия решения, также будут иметь некоторую особенность. Его выгодно применять в тех случаях, когда организация испытывает достаточно большой дефицит свободных ресурсов, и риск потерь дополнительного количества ресурсов, связанных с корректировкой работы инновационного подразделения, может привести организацию к неблагоприятным последствиям для финансового состояния либо к отказу от дальнейших инновационных поисков. Таким образом, критерий

Сэвиджа более применим к малым и средним предпринимательским структурам, которые склонны к существенным изменениям, но в силу ограничений ресурсов не могут часто себе этого позволить без существенных осложнений финансового состояния.

Подводя некоторый итог применению теории статистических игр к принятию решений в сфере инноваций, необходимо сказать, что существенное влияние на решение может оказывать доступ к информации и умение прогнозировать ситуацию. Невозможность прогнозировать ситуацию устремляет действия менеджмента к крайностям: режиму жесткой экономии и отказу от инноваций либо к чрезмерному расточительству с целью сохранения своих политических позиций внутри организации и существенному уменьшению инновационного эффекта.

5.6. Стратегии противодействия условиям среды

Когда рассматривается конкуренция, в которой с одной стороны принимает участие компания, ориентированная на инновационные стратегии, то это всегда представляет особый интерес для исследователей, поскольку позволяет определить, насколько инновационные товары являются конкурентоспособными по сравнению с традиционными. Такая конкуренция, в свою очередь, позволяет говорить о том, насколько экономика данного государства или региона способна к развитию и росту.

Если рассматривать основные стратегии, которые использует компания, производящая традиционные товары, то они основываются прежде всего на так называемых преимуществах низкого ранга. Согласно М. Портеру, к преимуществам такого рода следует относить доступность сырья, низкую стоимость рабочей силы, большие масштабы производства. Понятно, что фирма, реализующая инновационную стратегию, не успевает наработать базу для бесперебойного снабжения производства ресурсами, не может себе позволить использовать дешевую рабочую силу, поскольку невозможно обучить технологии работников в течение короткого интервала времени, а масштабы производства требуют больших инновационных вливаний, которые под силу только крупной корпорации.

Преимущества более высокого уровня, которые выделяет М. Портер, т. е. репутация фирмы, устойчивые связи с клиентами и инвестиционная привлекательность, также представляют собой преиму-

щества, которыми обладают прежде всего компании, давно обосновавшиеся на рынке. Таким фирмам проще реализовывать инновационные стратегии, однако инновационный бизнес не является для них основным.

Преимущества наивысшего ранга: запатентованные технологии, производство уникальных товаров, высокий профессиональный уровень персонала, качество НИОКР — как раз и относятся к преимуществам, которые можно назвать инновационными. Понятно, что высокопрофессиональная рабочая сила, качество НИОКР, технологии, требующие защиты авторских прав, выпуск уникальной продукции — все это имеет достаточно высокую стоимость. Малые инновационные фирмы, идущие на такие затраты, несут очень большие риски, связанные с невозможностью преодолеть противодействие фирм, выпускающих традиционные товары с низкой себестоимостью, что, в свою очередь, может вызвать скорое банкротство фирмы и прекращение ее существования. Стоит отметить, что крупные фирмы также неохотно идут на риски, связанные с затратами на НИОКР, приобретение и освоение новых технологий, наем высококвалифицированной рабочей силы, предпочитая традиционное производство с низкими затратами. Заинтересованность в новых технологиях появляется на стадии роста спроса на инновационную продукцию. Таким образом, крупной фирме выгоднее приобрести уже разработанную технологию у инновационной фирмы, которая, “дожив” до того времени, когда наступит фаза роста, нуждается в крупных капитальных вложениях для перехода к серийному и массовому производству.

Другим способом разработки новой технологии является создание предприятия с совместным капиталом, когда ответственность за риски делится между всеми участниками данного предприятия в соответствии с понесенными затратами, так же как и выигрыш от успешной реализации проекта. Мы сначала рассмотрим принципы формирования инновационной стратегии предприятия, действующего в условиях жесткой конкуренции с предприятием (или группой предприятий), занимающимся производством традиционной продукции. А в качестве следующей рассмотрим ситуацию, когда ответственность может быть поделена между участниками рынка.

Итак, как уже было сказано неоднократно, условия жесткой конкуренции, в которых находятся инновационные компании, вынуждают их использовать стратегии, направленные на захват рынка, занятого фирмами, производящими традиционный товар. Таким об-

разом, выигрыш, т. е. доля рынка, которую удастся отвоевать инновационной фирме, составляет почти ровно ту часть рынка, которая будет потеряна в конкурентной борьбе традиционными фирмами. Такая ситуация в полной мере может быть описана при помощи антагонистической игры.

Антагонистическая игра двух участников (будем считать, что это инновационная и традиционная компании) представляется в виде платежной матрицы, строки и столбцы которой соответствуют стратегиям конкурирующих сторон (назовем их игроками A и B), а элементы матрицы h_{ij} — значениям выигрыша первого участника (чья стратегия указана в строках) и, соответственно, проигрышу второго в случае, если первый игрок выбирает стратегию i , а второй — стратегию j :

$$H = \begin{pmatrix} h_{11} & \dots & h_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ h_{m1} & \dots & h_{mn} \end{pmatrix}. \quad (91)$$

Далее стороны игры мы будем называть игроками — традиционным для теории игр определением.

Выбор игроками стратегий, по всей видимости, не является случайным. Если информация о выигрышах известна обеим сторонам, то каждая из них пытается выбрать ту стратегию, при которой ее выигрыш будет наибольшим, при условии, что противник выбирает стратегию из тех же побуждений. Таким образом, каждый из игроков понимает, что на каждое его действие у противника найдется свое противодействие. Следовательно, наиболее предпочтительная стратегия должна быть ориентирована не только на наибольшую величину выигрыша, но и на наименьшее противодействие со стороны противника. Можно предположить, что стратегия, при реализации которой один из игроков может получить наибольший выигрыш, вызовет наибольшее противодействие со стороны противника, который не желает получить наибольший проигрыш. Исходя из этого предположения, можно определить основной принцип выбора наиболее предпочтительной стратегии: выигрыш игрока при наибольшем противодействии противника и при выборе наиболее предпочтительной стратегии должен быть наибольшим по сравнению с другими стратегиями. Другими словами, игрок не может выиграть больше, чем ему это позволит противник, следовательно, стратегия игрока должна ориентироваться на тот выигрыш, который будет максимальным из этих возможных. Последнее умозаключение приводит к выводу,

что в условиях антагонистической конкуренции каждый из игроков выбирает стратегию по критерию Вальда (критерию гарантированного выигрыша) (87), который был рассмотрен в предыдущей части данной главы. И если в условиях статистической игры ситуация, при которой игрок будет каждый раз получать наименьший выигрыш, была маловероятной, то в условиях антагонистической конкуренции, наоборот, эта ситуация будет наиболее вероятной, поскольку позволяет противнику в наибольшей степени уменьшить величину своего проигрыша. Рассмотрим более подробно ситуацию на следующем примере.

Пример 9. Фирма, обладающая исключительными правами на производство медицинского аппарата нового поколения для функциональной диагностики сердечно-сосудистых заболеваний, собирается заняться его серийным производством. Основные потребители товара — это лечебные учреждения, прежде всего данного региона. Новый медицинский аппарат является альтернативой уже существующему оборудованию, которое выпускается фирмами, имеющими хорошие связи с клиниками, а также связи с чиновниками, отдающими распоряжения о закупке медицинского оборудования для клиник региона. Технология производства оборудования в традиционных компаниях отлажена до уровня, который не требует использования трудового ресурса высокой квалификации. Инновационная компания, напротив, привлекла к работе ведущих специалистов в сфере производства медицинского оборудования и готова потратить дополнительные средства на повышение квалификации этих специалистов. Фирма, выпускающая традиционные медицинские аппараты, готова для защиты своего рынка вложить дополнительные средства в рекламу своей продукции, чтобы создать убедительный образ единственного и неповторимого производителя оборудования для клиник.

Основные стратегии, к которым готова прибегнуть инновационная компания в надежде завоевать часть рынка:

1. Развитие НИОКР и патентование технологий с целью постоянного предложения на рынке уникального товара с передовыми технологиями. Используя данную стратегию, инновационная компания рассчитывает на постоянное лидерство на рынке инновационных товаров для диагностики сердечно-сосудистых заболеваний.

2. Выпуск широкого ассортимента инновационных товаров. Выбрав эту стратегию, инновационная компания рассчитывает завоевать рынок за счет учета дифференцированных требований потребителей.
3. Обучение и повышение квалификации персонала. Компания рассчитывает на увеличение качества выпускаемой продукции, что позволит сформировать определенный имидж самой фирме, а также позволит повысить самооценку персонала.
4. Проведение образовательных семинаров в лечебных учреждениях с целью рекламы собственной продукции, имиджевой рекламы фирмы и формирования устойчивых неформальных связей с руководителями и ведущими специалистами лечебных учреждений.

Стратегии поведения фирмы, которая занимается выпуском традиционной продукции (если говорить о диагностике сердечно-сосудистых заболеваний, то к ним можно отнести, например, стационарные и переносные приборы и мониторы для снятия ЭКГ в присутствии пациента), будут, скорее всего, ответными на действия инновационной компании, пытающейся выйти на рынок. Другими словами, стратегии традиционной фирмы будут противодействиями на стратегии инновационной компании. К таким стратегиям следует отнести:

1. Использование административного ресурса в лице чиновников, имеющих отношение к закупкам оборудования для государственных и ведомственных лечебных учреждений, а также чиновников, имеющих отношение к выдаче патентов на изобретения.
2. Сокращение расходов с целью снижения цен на традиционные товары.
3. Проведение имиджевых PR-кампаний. Такие PR-кампании, как правило, включают публикации в СМИ, кроме того, к ним можно отнести и обучающие семинары, основная цель которых не столько знакомство и обучение персонала клиник работе с оборудованием, сколько создание положительного образа компании среди специалистов клиник и общественности в целом.

4. Выкуп исключительных прав у владельца инновационной технологии (в т. ч. приобретение инновационной компании).
5. Подкуп и переманивание специалистов инновационной компании. Использование данной стратегии позволит, по мнению менеджмента традиционной компании, лишить инновационную фирму основы конкурентного преимущества.

Значения выигрышей инновационной фирмы (проигрышей традиционной компании) представим в виде следующей платежной матрицы (табл. 45).

Значения выигрышей, представленные в таблице, представляют собой доли рынка, которые удастся завоевать инновационной фирме, при условии, что потраченные ею на реализацию стратегий средства не приведут ее к банкротству. Аналогичные предположения при определении размеров выигрышей были сделаны и в отношении традиционной компании. В этой задаче мы не рассматриваем основания, по которым были выставлены эти оценки. Укажем лишь, что эти оценки представляют собой значения, которые могли быть получены любым из классических способов на стадиях подготовки к разработке управленческого решения.

Как указывалось, выбор каждым игроком стратегии основывается на критерии, позволяющем снизить противодействие конкурента (критерий Вальда). Следуя указанному критерию, получим для первого игрока:

$$\max_i \min_j h_{ij} = \max(0; 5; 0; 0) = 5,$$

что соответствует стратегии “Выпуск широкого ассортимента инновационных товаров”. Таким образом, если инновационная фирма полностью сосредоточит свои усилия именно на этой стратегии, то она сможет закрепить за собой в регионе минимум 5% рынка медицинского оборудования данного профиля.

Что же касается выбора наиболее предпочтительной стратегии вторым игроком — фирмой, занимающейся выпуском традиционной продукции, то ее выбор основывается на том же критерии с противоположным отношением к оценкам выигрышей:

$$\min_j \max_i h_{ij} = \min(20; 10; 15; 20; 10) = 10,$$

что соответствует сразу двум стратегиям. Это “Снижение цен на продукцию собственного производства” (традиционную) и “Подкуп спе-

Таблица рисков

Стратегии инновационной фирмы	Стратегии традиционной компании				
	1. Административный ресурс	2. Снижение цен	3. PR-кампания	4. Выкуп исключительных прав	5. Подкуп специалистов
1. Развитие НИОКР	0	5	5	0	10
2. Выпуск широкого ассортимента	5	10	10	20	5
3. Обучение персонала	20	5	5	20	0
4. Образовательные семинары	0	10	15	0	0

специалистов”. Таким образом, фирма, занимающаяся выпуском традиционной продукции, рассчитывает потерять не более 10% рынка медицинского оборудования для кардиологии.

Что же касается цены игры (реального значения той доли рынка, которая будет завоевана первой фирмой и потеряна второй), то она будет находиться в пределах от 5% до 10%. Действительно, если обратить внимание на таблицу, в которой заданы значения выигрышей, то пересечение стратегий “Выпуск широкого ассортимента товаров” и “Снижение цен” даст значение цены игры, равное 10%, а пересечение стратегий “Выпуск широкого ассортимента товаров” и “Подкуп специалистов” — 5%.

Учитывая, что информация о ценах игры известна обоим игрокам, следует не без оснований предположить, что вторая компания выберет, по всей видимости, стратегию “Подкуп специалистов”, считая, что инновационная фирма будет выбирать стратегию, основываясь исключительно на критерии Вальда. Однако вера в это предположение может оказаться преждевременной, поскольку инновационная фирма может вовремя сориентироваться и поменять свою стратегию в сторону патентования изобретений, чтобы не допустить вместе с уходом специалистов утечки прав на изобретения.

Несовпадение рассмотренных в примере ожиданий игроков при выборе наиболее предпочтительных по критерию Вальда стратегий определяется в теории игр как отсутствие седловой точки, то есть значения выигрыша, который одновременно определяет выбор обоих игроков по критерию Вальда. Первый игрок ориентировался при выборе своей стратегии “Выпуск широкого ассортимента инновационных товаров” на оценку, равную 5%, при условии, что ответ второго игрока последует в виде стратегии “Административный ресурс” или стратегии “Подкуп специалистов”. Вторым игроком, выбирая по критерию Вальда свою стратегию “Снижение цен”, ориентировался на оценку 10%, при условии, что первый игрок выберет стратегии: “Выпуск широкого ассортимента инновационных товаров” и “Проведение образовательных семинаров”; а выбирая стратегию “Подкуп специалистов”, ориентировался на оценку 10%, при условии, что 1-й игрок выберет стратегию “Развитие НИОКР и патентование изобретений”.

Отсутствие седловой точки в решении антагонистической игры говорит о том, что в задаче отсутствует решение в “чистых стратегиях”, т. е. ни одному из игроков невыгодно использовать лишь одну-единственную выбранную им по критерию Вальда стратегию.

В этом случае придется воспользоваться смешанной стратегией, составленной из эффективных по Парето чистых стратегий.

Исключив все неэффективные стратегии из исходной задачи, мы получим множество стратегий, основываясь на которых игроки могут прийти к равновесному решению в смешанных стратегиях. Равновесное решение предполагает, что никто из игроков не будет изменять свою смешанную стратегию. Для того чтобы этот принцип реализовался, необходимо определить основу выбора смешанной стратегии. По всей вероятности, если смешанная стратегия предполагает, что противник не будет изменять свою стратегию, то это означает лишь то, что у противника нет шансов на выбор более предпочтительной стратегии. Другими словами, смешанная стратегия должна быть организована таким образом, чтобы лишить противника права выбора. Это означает, что какую бы стратегию ни выбрал противник, каждый раз он будет выигрывать (проигрывать) одно и то же значение.

Прежде чем записать в математической форме задачу поиска смешанной стратегии каждого игрока, определим, в каких пределах находится цена игры. Поскольку каждый из игроков выбирал свою чистую стратегию, основываясь на критерии Вальда, определяющем некоторую ожидаемую цену игры, каждый из них вправе рассчитывать при выборе смешанной стратегии на цену игры, которая была бы не хуже той, что получена при выборе чистых стратегий.

Цены игры, на основании которых игроками определяются чистые стратегии, называются *нижней и верхней ценами игры*:

$$\underline{v} = \max_i \min_j h_{ij}, \quad (92)$$

$$\bar{v} = \min_j \max_i h_{ij}. \quad (93)$$

В общем случае нижняя цена игры не больше верхней:

$$\underline{v} \leq \bar{v}.$$

Если бы решение было найдено в чистых стратегиях, то верхняя и нижняя цены игры были бы равны друг другу:

$$\underline{v} = \bar{v}.$$

Поскольку в отсутствие седловой точки $\underline{v} < \bar{v}$, то цена игры v в случае использования игроками смешанной стратегии будет находиться в пределах между верхней и нижней ценами игры:

$$\underline{v} < v < \bar{v}.$$

Так как в смешанной стратегии каждый из игроков использует элементы всех эффективных стратегий, то это было бы равносильно тому, что каждый из игроков выбирает каждую эффективную стратегию с определенной долей.

Предположим, что первый игрок выбирает свои эффективные стратегии в долях p_i , тогда проигрыши второго игрока составят $\sum_{i=1}^m h_{ij} p_i$. При этом выигрыши первого игрока при каждом ответном действии второго игрока должны быть не меньше нижней цены игры:

$$\sum_{i=1}^m h_{ij} p_i \geq \underline{v}, \quad \sum_{i=1}^m p_i = 1, \quad p_i \geq 0. \quad (94)$$

Аналогичные рассуждения в отношении выбора смешанной стратегии вторым игроком и ответных действий первого игрока можно выразить в форме

$$\sum_{j=1}^n h_{ij} q_j \leq \bar{v}, \quad \sum_{j=1}^n q_j = 1, \quad q_j \geq 0, \quad (95)$$

где q_j — доли, в которых второй игрок реализует свои эффективные стратегии.

Поскольку в результате реализации обоими игроками смешанных стратегий они приходят к некоторой равновесной цене игры v , то математические модели выбора игроками смешанных стратегий можно записать следующим образом. Для первого игрока:

$$\left. \begin{array}{l} v \rightarrow \max, \\ \sum_{i=1}^m h_{ij} p_i \geq v, \\ \sum_{i=1}^m p_i = 1, \\ p_i \geq 0, \quad j = \overline{1, n}. \end{array} \right\} \quad (96)$$

Для второго игрока:

$$\left. \begin{aligned}
 v &\rightarrow \min, \\
 \sum_{j=1}^n h_{ij} q_j &\leq v, \\
 \sum_{j=1}^n q_j &= 1, \\
 q_j &\geq 0, \quad i = \overline{1, m}.
 \end{aligned} \right\} \quad (97)$$

Решение каждой из этих задач может быть найдено, например, после сведения к задаче линейного программирования. Для первого игрока, сделав замену $x_i = \frac{p_i}{v}$, получим, что

$$\left. \begin{aligned}
 \sum_{i=1}^m x_i &\rightarrow \min, \\
 \sum_{i=1}^m h_{ij} x_i &\geq 1.
 \end{aligned} \right\} \quad (98)$$

Соответственно, для второго игрока при замене $y_j = \frac{q_j}{v}$ получим:

$$\left. \begin{aligned}
 \sum_{j=1}^n y_j &\rightarrow \max, \\
 \sum_{j=1}^n h_{ij} y_j &\leq 1.
 \end{aligned} \right\} \quad (99)$$

Вернемся к нашему примеру и определим эффективные стратегии для каждого из игроков, после чего составим задачу для поиска смешанной стратегии.

Если сравнить стратегии первого игрока (инновационной фирмы), то ни одна из них не может быть названа неэффективной. Однако же, если провести аналогичное сравнение стратегий для второго игрока, то выяснится, что “PR-кампания” и “Выкуп лицензии” являются доминируемыми стратегиями: “PR-кампания” менее предпочтительна, чем “Снижение цен”, а “Выкуп исключительных прав”

менее предпочтителен, чем “Административный ресурс”. Если представить платежную матрицу после исключения этих двух стратегий второго игрока, то она будет выглядеть следующим образом:

$$\begin{pmatrix} 0 & 5 & 10 \\ 5 & 10 & 5 \\ 20 & 5 & 0 \\ 0 & 10 & 0 \end{pmatrix}.$$

Теперь, после того как второй игрок отказался от двух стратегий как неэффективных, вновь рассмотрим выбор с точки зрения первого игрока. По платежной матрице видно, что последняя стратегия — “Проведение образовательных семинаров” — является неэффективной, поскольку доминируется второй стратегией — “Выпуск широкого ассортимента инновационных товаров”. Следовательно, второй игрок, по всей видимости, откажется от реализации этой стратегии, что отразится на виде платежной матрицы:

$$\begin{pmatrix} 0 & 5 & 10 \\ 5 & 10 & 5 \\ 20 & 5 & 0 \end{pmatrix}.$$

Теперь вновь проведем сравнение стратегий второго игрока. По последней платежной матрице видим, что все стратегии второго игрока являются эффективными, следовательно, у него нет оснований не включать элементы какой-либо из оставшихся стратегий в смешанную стратегию. Поскольку второй игрок считает, что все представленные ему стратегии являются эффективными, в то время как первый игрок последним внес изменения в платежную матрицу, можно говорить, что эффективные стратегии для обоих игроков уже определены. Тогда задачу поиска оптимальной смешанной стратегии для первого игрока можно записать в виде следующей математической модели:

$$\left. \begin{array}{l} v \rightarrow \max, \\ 5p_2 + 20p_3 \geq v, \\ 5p_1 + 10p_2 + 5p_3 \geq v, \\ 10p_1 + 5p_2 \geq v, \\ p_1 + p_2 + p_3 = 1, \end{array} \right\}$$

а для второго —

$$\left. \begin{aligned} v &\rightarrow \min, \\ 5q_2 + 10q_5 &\leq v, \\ 5q_1 + 10q_2 + 5q_5 &\leq v, \\ 20q_1 + 5q_2 &\leq v, \\ q_1 + q_2 + q_5 &= 1. \end{aligned} \right\}$$

Нумерация индексов в математических моделях соответствует нумерации стратегий в условиях задачи. Для решения этих задач можно каждую из них свести к задаче линейного программирования (98)–(99):

$$\left. \begin{aligned} x_1 + x_2 + x_3 &\rightarrow \min, \\ 5x_2 + 20x_3 &\geq 1, \\ 5x_1 + 10x_2 + 5x_3 &\geq 1, \\ 10x_1 + 5x_2 &\geq 1, \end{aligned} \right\}$$
$$\left. \begin{aligned} y_1 + y_2 + y_5 &\rightarrow \max, \\ 5y_2 + 10y_5 &\leq 1, \\ 5y_1 + 10y_2 + 5y_5 &\leq 1, \\ 20y_1 + 5y_2 &\leq 1. \end{aligned} \right\}$$

Решая первую задачу, например симплекс-методом, получим следующие значения x_i :

$$x_1 = 0,08, \quad x_2 = 0,04, \quad x_3 = 0,04.$$

Таким образом, равновесная цена игры

$$v = \frac{1}{0,08 + 0,04 + 0,04} = \frac{1}{0,16} = 6,25.$$

Соответствующие равновесной цене игры доли чистых стратегий в смешанной стратегии первого игрока составят:

$$p_1 = \frac{0,08}{0,16} = 0,5, \quad p_2 = \frac{0,04}{0,16} = 0,25, \quad p_3 = \frac{0,04}{0,16} = 0,25.$$

Интерпретация результатов основывается, как правило, на распределении организационных, материальных и финансовых ресурсов организации между отдельными стратегиями либо предполагает

выполнение плана по каждой стратегии в определенной доле. Таким образом, для того чтобы инновационной фирме максимально реализовать собственный потенциал и завоевать максимальную долю рынка, необходимо 50% своих ресурсов направить на развитие НИОКР и патентование технологий, ассортимент товаров представить в одной четверти от максимально возможного уровня, а на обучение персонала направить также четверть от планируемой первоначально суммы. В случае выполнения этих условий ожидаемая доля рынка медицинского оборудования, которую фирме удастся отвоевать у монополиста, составит 6,25%.

Решение второй задачи симплекс-методом дает следующие результаты:

$$y_1 = 0,04, \quad y_2 = 0,04, \quad y_5 = 0,08.$$

Откуда получаем значения долей чистых стратегий в смешанной стратегии:

$$q_1 = 0,25, \quad q_2 = 0,25, \quad q_5 = 0,5.$$

Интерпретацию таких результатов нетрудно сделать самостоятельно.

Решение антагонистической игры может быть найдено приближенно и на основании численного моделирования поведения игроков. Для этого применим к поиску решения задачи, заданной в виде матрицы выигрышей

$$\begin{pmatrix} 0 & 5 & 10 \\ 5 & 10 & 5 \\ 20 & 5 & 0 \end{pmatrix},$$

итеративную процедуру Брауна–Робинсона. Итеративная процедура поиска решения представляет собой неоднократное разыгрывание антагонистической игры с неизменными значениями выигрышей обоих игроков. Выигрыши накапливаются с каждым этапом, и на основании накопленных выигрышей игроки принимают решения о выборе стратегий. Результаты вычислений представлены в табл. 46.

Инновационную фирму мы назовем игроком A , фирму, выпускающую традиционные товары, — игроком B . Стратегии игроков в соответствии с их расположением в табл. 46 обозначим A_1, A_2, A_3 для первого игрока и B_1, B_2, B_5 для второго игрока.

Выберем игрока, который сделает ход первым. Пусть это будет игрок A . Предположим, что он выбрал стратегию A_1 , тогда проигрыши игрока B в случае выбора им стратегий B_1, B_2, B_5 составят,

Таблица 46

Итеративная процедура расчета приближенного решения антагонистической игры

Номер партии (k)	Стратегия фирмы A	Проигрыш фирмы B			Стратегия фирмы B	Выигрыш фирмы A			\bar{v}^k	v^k	$ \Delta v $
		B ₁	B ₂	B ₅		A ₁	A ₂	A ₃			
1	A ₁	0	5	10	B ₁	0	5	20	0,00	10,00	—
2	A ₃	20	10	10	B ₂	5	15	25	5,00	8,75	1,25
3	A ₃	40	15	10	B ₅	15	20	25	3,33	5,83	2,92
4	A ₃	60	20	10	B ₅	25	25	25	2,50	4,38	1,46
5	A ₁	60	25	20	B ₅	35	30	25	4,00	5,50	1,13
6	A ₁	60	30	30	B ₂	40	40	30	5,00	5,83	0,33
7	A ₁	60	35	40	B ₂	45	50	35	5,00	6,07	0,24
8	A ₂	65	45	45	B ₂	50	60	40	5,63	6,56	0,49
9	A ₂	70	55	50	B ₅	60	65	40	5,56	6,39	0,17
10	A ₂	75	65	55	B ₅	70	70	40	5,50	6,25	0,14
11	A ₁	75	70	65	B ₅	80	75	40	5,91	6,59	0,34
12	A ₁	75	75	75	B ₁	80	80	60	6,25	6,46	0,13
13	A ₁	75	80	85	B ₁	80	85	80	5,77	6,15	0,30
14	A ₂	80	90	90	B ₁	80	90	100	5,71	6,43	0,27

Окончание табл. 46

Номер партии (k)	Стратегия фирмы А	Проигрыш фирмы В			Стратегия фирмы В	Выигрыш фирмы А			\bar{v}^k	\bar{v}^k	v^k	$ \Delta v $
		B ₁	B ₂	B ₅		A ₁	A ₂	A ₃				
15	A ₃	100	95	90	B ₅	90	95	100	6,00	6,67	6,33	0,10
16	A ₃	120	100	90	B ₅	100	100	100	5,63	6,25	5,94	0,40
17	A ₁	120	105	100	B ₅	110	105	100	5,88	6,47	6,18	0,24
18	A ₁	120	110	110	B ₂	120	110	105	6,11	6,39	6,25	0,07
19	A ₁	120	115	120	B ₂	120	115	110	6,05	6,58	6,32	0,07
20	A ₂	125	125	125	B ₁	120	125	130	6,25	6,50	6,38	0,06
21	A ₂	130	135	130	B ₁	120	135	150	6,19	7,14	6,67	0,29
22	A ₃	150	140	130	B ₅	130	140	150	5,91	6,82	6,36	0,30
23	A ₃	170	145	130	B ₅	140	145	150	5,65	6,52	6,09	0,28
24	A ₃	190	150	130	B ₅	150	150	150	5,42	6,25	5,83	0,25
25	A ₁	190	155	140	B ₅	160	155	150	5,60	6,40	6,00	0,17
26	A ₁	190	160	150	B ₅	170	160	150	5,77	6,54	6,15	0,15
27	A ₁	190	165	160	B ₅	180	165	150	5,93	6,67	6,30	0,14
28	A ₁	190	170	170	B ₂	185	175	155	6,07	6,61	6,34	0,04

соответственно, 0, 5 и 10. Внесем эти значения в табл. 46. Поскольку проигрыш 0 является для игрока B наименьшим, то этому игроку в качестве ответного действия необходимо выбрать стратегию B_1 . Тогда выигрыши игрока A в случаях выбора им стратегий A_1, A_2, A_3 составят, соответственно, 0, 5, 20.

Далее рассчитаем приближенные значения нижней и верхней цен игры. Для определения нижней цены игры \underline{v}^k после k -го (в данном случае 1-го) этапа розыгрыша найдем наименьшее значение проигрыша игрока B . Он будет равен 0. Для нахождения верхней цены игры \bar{v}^k найдем максимальное значение выигрыша игрока A . Это значение будет равно 20.

Цена игры v^k (решение задачи) на данном этапе находится как среднее арифметическое между нижней и верхней ценами игры:

$$v^k = \frac{v^k + \bar{v}^k}{2}. \quad (100)$$

На первом этапе она будет равна: $\frac{0 + 20}{2} = 10$.

Далее переходим ко второму этапу итеративной процедуры. Для определения стратегии, которой воспользуется игрок A на втором этапе, посмотрим, при какой стратегии на предыдущем этапе розыгрыша выигрыш игрока A был наибольшим. Поскольку наибольший выигрыш игрока A на предыдущем этапе розыгрыша составил бы 20, если бы игрок A выбрал бы стратегию A_3 , то именно этой стратегией он и воспользуется на втором этапе розыгрыша. Тогда проигрыши игрока B на втором этапе в соответствии с платежной матрицей составят, соответственно, 20, 5 и 0. В таблицу мы заносим накопленные проигрыши игрока B : 20, 10, 10. Игрок B по значениям накопленных выигрышей видит, что ему нет смысла продолжать придерживаться стратегии B_1 , поскольку соответствующий ей накопленный проигрыш является наибольшим. Наименьший накопленный проигрыш, равный 10, имеет место, если игрок B выберет стратегию B_2 или B_5 . Таким образом, игроку B выгодно сменить стратегию. Поскольку наименьший накопленный проигрыш появляется в двух стратегиях, игрок B может выбрать любую из них. Предположим, что игрок B выбрал стратегию B_2 . Тогда выигрыши игрока A в соответствии с платежной матрицей составят: 5, 10, 5. Прибавив эти значения выигрышей к выигрышам игрока A на предыдущем этапе, получим накопленные выигрыши игрока A : 5, 15, 25. Так как наибольшее

значение накопленного выигрыша игрока A равно 25 достигается в случае выбора стратегии A_3 , то именно этой стратегией игрок A и воспользуется на следующем (третьем) этапе розыгрыша.

Приближенное значение нижней цены игры на втором этапе \underline{v}^2 мы определим как среднее (за два этапа) минимальное значение накопленной величины проигрыша игрока B :

$$\underline{v}^2 = \frac{10}{2} = 5.$$

Соответственно, приближенное значение верхней цены игры на втором этапе \bar{v}^2 будет найдено как максимальное значение накопленной величины выигрыша игрока A в расчете на один этап:

$$\bar{v}^2 = \frac{25}{2} = 12,5.$$

Таким образом, для расчета приближенных значений верхней и нижней цен игры можно вывести формулы:

$$\underline{v}^k = \frac{\min V_B^k}{k}, \quad (101)$$

$$\bar{v}^k = \frac{\max V_A^k}{k}, \quad (102)$$

где V_B^k и V_A^k — соответственно, накопленные за k этапов розыгрыша проигрыши игрока B и выигрыши игрока A .

Приближенная цена игры v^2 на основании (100) составит:

$$v^2 = \frac{5 + 12,5}{2} = 8,75.$$

В последней колонке табл. 46 рассчитано значение абсолютной разности между приближенными ценами игры на k -м и $k-1$ -м этапах итеративной процедуры:

$$|\Delta v| = |v^k - v^{k-1}|. \quad (103)$$

Поскольку первому этапу розыгрыша ничего не предшествовало, то и значение абсолютной разности цен игры на первом этапе и не вычислялось. На втором этапе абсолютная разность цен игры будет равна:

$$|\Delta v| = |8,75 - 10| = 1,25.$$

Значение абсолютной разности между приближенными ценами игры мы установим в качестве критерия останова алгоритма итеративной процедуры. Положим, что алгоритм расчета может быть остановлен после того шага, когда $|\Delta v| < \varepsilon$. Пусть $\varepsilon = 0,05$, тогда алгоритм итеративной процедуры будет остановлен после 28-го этапа розыгрыша.

Для определения решения игры составим статистику стратегий, к которым обращались игроки. Оказывается, что игрок A в 28 этапах итеративной процедуры использовал стратегию A_1 14 раз, стратегию A_2 — 6 раз и стратегию A_3 — 8 раз. Таким образом, доли, в которых игрок A должен оптимальным образом использовать свои эффективные чистые стратегии, составляют, соответственно,

$$\hat{p}_1 = \frac{14}{28} = 0,5, \quad \hat{p}_2 = \frac{6}{28} \approx 0,21, \quad \hat{p}_3 = \frac{8}{28} \approx 0,29.$$

Игрок B использовал стратегии B_1 , B_2 , B_5 , соответственно, 6, 7 и 15 раз. Следовательно, оценки долей использования им своих чистых эффективных стратегий составят:

$$\hat{q}_1 = \frac{6}{28} \approx 0,21, \quad \hat{q}_2 = \frac{7}{28} = 0,25, \quad \hat{q}_5 = \frac{15}{28} \approx 0,54.$$

Если сравнить приближенные оценки с точными, то расхождение окажется не столь большим. Таким образом, использование итеративной процедуры для поиска решения антагонистической игры может существенно облегчить трудоемкость вычислений. Следуя оценкам, полученным в результате приближенных вычислений на основе итеративной процедуры Брауна–Робинсона, инновационной компании следует большую часть своих усилий направить на развитие НИОКР и патентование технологий.

Что же касается цены игры — доли рынка, которую сумеет занять инновационная фирма в течение первого времени после выхода на рынок, то ее оценка по итеративной процедуре составит 6,34%, что также немногим отличается от того результата, который был получен при точном решении задачи.

Вот таким образом с помощью антагонистической игры можно описать ситуацию жесткой конкуренции, в которую попадает фирма, выходящая на рынок с инновационным товаром. Решение позволяет не только определить, каким для инновационной фирмы будет результат этой конкуренции, но также сформулировать основ-

ные подходы и принципиальные направления стратегического поведения; распределить оптимальным образом организационные, финансовые и материальные ресурсы с тем, чтобы максимальным образом использовать свой потенциал (прежде всего инновационный потенциал) для упрочения положения на рынке.

Но, как известно, далеко не всегда антагонистическая конкуренция развивается по законам теории. Все участники антагонистической конкуренции в результате борьбы за рынок несут существенные потери ресурсов, что впоследствии может сильно отразиться на экономическом, финансовом, кадровом положении участников. Таким образом, победа или поражение в этой борьбе в результате оказываются весьма относительными. Возникают ситуации, когда всем участникам антагонистической конкуренции становится выгодно обратиться от противостояния к сотрудничеству с тем, чтобы оказаться во взаимовыгодных условиях.

5.7. Особенности разработки стратегии управления инновационным развитием организации

Очевидно, что успех каждой организации также зависит от грамотности разработки обоснованных планов и мер достижения намеченных целей, при этом необходимо учитывать рыночно-сбытовые возможности организации и ее научно-производственный потенциал. В ходе разработки и обоснования планов достижения целей ведется поиск оптимальных вариантов вложения ресурсов, учитывающих рыночную ситуацию. Стратегию инновационного развития можно определить как *систему долговременных концептуальных установок распределения ресурсов между траекториями инновационного развития системы, а также их перераспределения при изменении внутренних и внешних условий ее функционирования, включающую научно-технический, организационный, мотивационный и материально-финансовый механизмы обеспечения*. То есть инновационная стратегия представляет собой подробный комплексный план, который включает в себя постановку целей инновационной деятельности организации, определяет средства их достижения, а также источники привлечения средств.

Стратегическое управление инновационным развитием организации предполагает разработку и осуществление инновационных про-

ектов, направленных на положительные сдвиги в деятельности компании, и включает в себя следующие этапы.

1. Определение новых товаров и услуг, инновационных технологий, учитывающих потребности определенного рынка.

2. Определение рынка сбыта с учетом ограничений внешней среды, на котором организация планирует в дальнейшем развивать свою деятельность.

3. Определение методов, программ и проектов, при помощи которых предполагается достижение стратегических целей инновационного развития.

4. Определение ресурсных источников, необходимых для реализации стратегии.

5. Определение формы организации, в рамках которой предполагается осуществление инновационного процесса.

6. Определение кадровой политики, обеспечивающей контроль, регулирование и координацию стратегического процесса инновационного развития организации.

Перед тем как приступить к выработке стратегии инновационного развития руководство должно провести диагностический анализ основных показателей деятельности, который предполагает оценку социально-экономического положения и конкурентных преимуществ организации, выявление критериев развития и проблем управления, анализ внешней и внутренней среды (рис. 30).

Диагностический анализ позволяет выявить те подсистемы организации, которым при разработке и реализации стратегии развития предприятия необходимо уделить наибольшее внимание. В ходе диагностического анализа показателей исследуется состояние факторов, непосредственно влияющих на инновационное развитие организации, и составляется перечень проблем социально-экономического развития. Выявленные проблемы ранжируются по степени важности, что позволяет определить приоритетные направления инновационного развития. В функциональных областях деятельности большинства коммерческих организаций наблюдаются проблемы в системах управления, маркетинге организации, персонале, экономическом и техническом развитии, в финансовом состоянии и в коммерческой деятельности (табл. 47).

Кроме того, прежде чем приступить к выработке стратегии инновационного развития, необходимо определить, существуют ли на предприятии возможности по освоению новых продуктов и техноло-

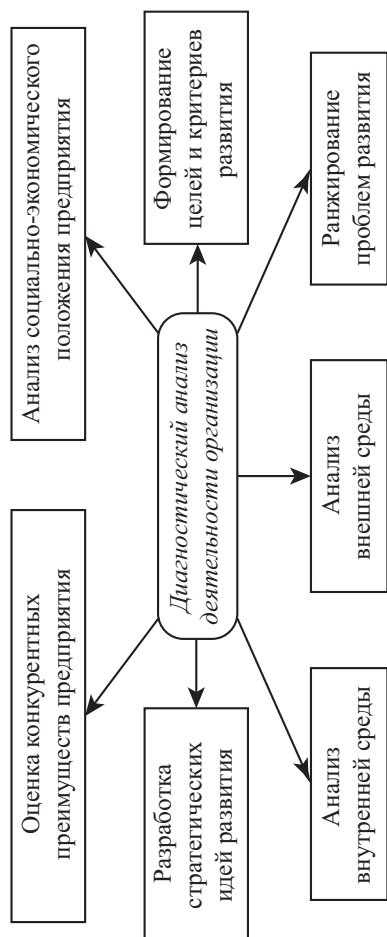


Рис. 30. Диагностический анализ деятельности предприятия

гий или же предприятие может осваивать лишь улучшающие инновации. Для этого рекомендуется произвести расчет ряда показателей, позволяющих выбрать стратегию лидера или последователя в освоении инноваций (табл. 48).

Таблица 47

Общие проблемы развития предприятий

<i>Факторы развития</i>	<i>Локальные проблемы</i>
Техническая оснащенность	Новое оборудование и технологии
	Капитальное строительство и ремонт
	Подготовка производственного процесса
	Механизация производства
	Информатизация и компьютеризация
Экономика и финансы	Финансы
	Собственность
	Экономическое развитие
	Бухгалтерский и управленческий учет
	Анализ хозяйственной деятельности
Коммерческая деятельность	Организация сбыта
	Управление товарными запасами
	Стимулирование продаж
	Организация системы безопасности
Система управления	Организация системы управления
	Стратегическое управление
	Регламентация процессов управления
	Корпоративное управление
Персонал организации	Организация работы с персоналом
	Система работы с персоналом
	Мотивация работы персонала
Маркетинг организации	Маркетинговая среда
	Маркетинговые исследования
	Маркетинговые коммуникации
	Управление маркетингом
	Поведение потребителя

Показатели инновационных возможностей предприятий

Наименование показателя	Характеристика	Базовые величины
Коэффициент НИР и ОКР персонала	Характеризует профессионально-кадровый состав	$L_1 \geq 0,2$ — лидер $0,15 < L_1 < 0,2$ — последователь
Коэффициент обновления ос- новных средств	Оценивает способность к освоению новых производств	$L_2 \geq 0,35$ — лидер $0,3 < L_2 < 0,35$ — последователь
Коэффициент результативности инвестиционной деятельности	Анализируется способность к освоению новой продукции	$L_3 \geq 0,45$ — лидер $0,4 < L_3 < 0,45$ — последователь
Коэффициент присутствия объектов интеллектуальной собственности	Определяет наличие у предприятия интеллектуальной собственности	$L_4 \geq 0,15$ — лидер $0,05 < L_4 < 0,15$ — последователь
Коэффициент инновационного роста	Раскрывает устойчивость инновационного роста	$L_5 \geq 0,55$ — лидер $0,5 < L_5 < 0,55$ — последователь

Для анализа наличия на предприятии необходимых кадровых ресурсов рассчитывается коэффициент НИР и ОКР персонала (L_1):

$$L_1 = \frac{RDE}{\bar{E}},$$

где RDE — число занятых в сфере НИР и ОКР (чел.);

\bar{E} — средняя численность работников предприятия (чел.).

При выборе предприятия инвестору также необходимо оценить способности по освоению новых производств. Для этих целей предлагается использовать коэффициент обновления основных средств (L_2):

$$L_2 = \frac{FA_N}{\bar{FA}},$$

где FA_N — стоимость вновь введенных основных фондов (руб.);

\bar{FA} — среднегодовая стоимость основных производственных фондов предприятия (руб.).

Оценив возможности предприятия по освоению новых производств, необходимо перейти к оценке результативности инвестиционной деятельности (L_3):

$$L_3 = \frac{NS_{NIP}}{NS},$$

где NS_{NIP} — выручка от продаж новой или усовершенствованной продукции (работ, услуг) и продукции (работ, услуг), изготовленной с использованием новых или улучшенных технологий (руб.);

NS — общая выручка от продажи всей продукции (работ, услуг) (руб.).

Отличительным преимуществом любого предприятия, характеризующим наличие перспективных направлений развития, является присутствие объектов интеллектуальной собственности (L_4), объем которых может быть определен следующим образом:

$$L_4 = \frac{Int}{FAI},$$

где Int — стоимость нематериальных активов (руб.);

FAI — внеоборотные активы (руб.).

При выборе объекта инвестирования потенциальному инвестору также рекомендуется обратить внимание на опыт предприятия по

разработке инновационных проектов. Для этих целей предлагается использовать коэффициент инновационного роста (L_5):

$$L_5 = \frac{I_{R\&D}}{I},$$

где $I_{R\&D}$ — стоимость проектов по выполнению исследований и разработок (руб.);

I — общая величина инвестиций (руб.).

В общем виде система разработки стратегического плана по активизации инновационной деятельности представлена на рис. 31.

Данная схема показывает, что для разработки стратегического плана нужно в первую очередь учитывать следующие компоненты.

1. *Индикаторы инновационной активности.* Если предприятие никогда не занималось инновационной деятельностью, то не стоит разрабатывать стратегический план, который ввиду отсутствия опыта невозможно будет реализовать.

2. *Уровень квалификации персонала.* Он определяет, насколько амбициозной в техническом плане должна быть стратегия. В конечном счете, данный компонент определяет также сегменты рынка, которые собирается освоить организация.

3. *Ресурсный потенциал.* Этот компонент в первую очередь повлияет на скорость реализации проектов и выход компании на новые рынки.

4. *Окупаемость инноваций.* Данный компонент может повлиять на количество потенциальных источников финансирования проектов. Чем быстрее окупаются проекты, тем больше разных рычагов финансирования можно задействовать, т. е. организация может выбрать наиболее подходящий для нее источник финансирования.

5. *Доходность инноваций.* С этого компонента стоит начинать разработку стратегии, поскольку он в принципе определяет целесообразность реализации тех или иных проектов. Если данный компонент показывает, что доходность проекта несоизмерима затрачиваемым на данный проект усилиям, то стратегию управления предприятием нужно ориентировать на более выгодные проекты.

Целью системы разработки стратегического плана является обеспечение разработки и реализации инновационной стратегии развития. В составе данной системы выделяются обеспечивающая, организующая и результирующая подсистемы, которые последовательно и логично определяют процесс стратегического планирования. Исклю-

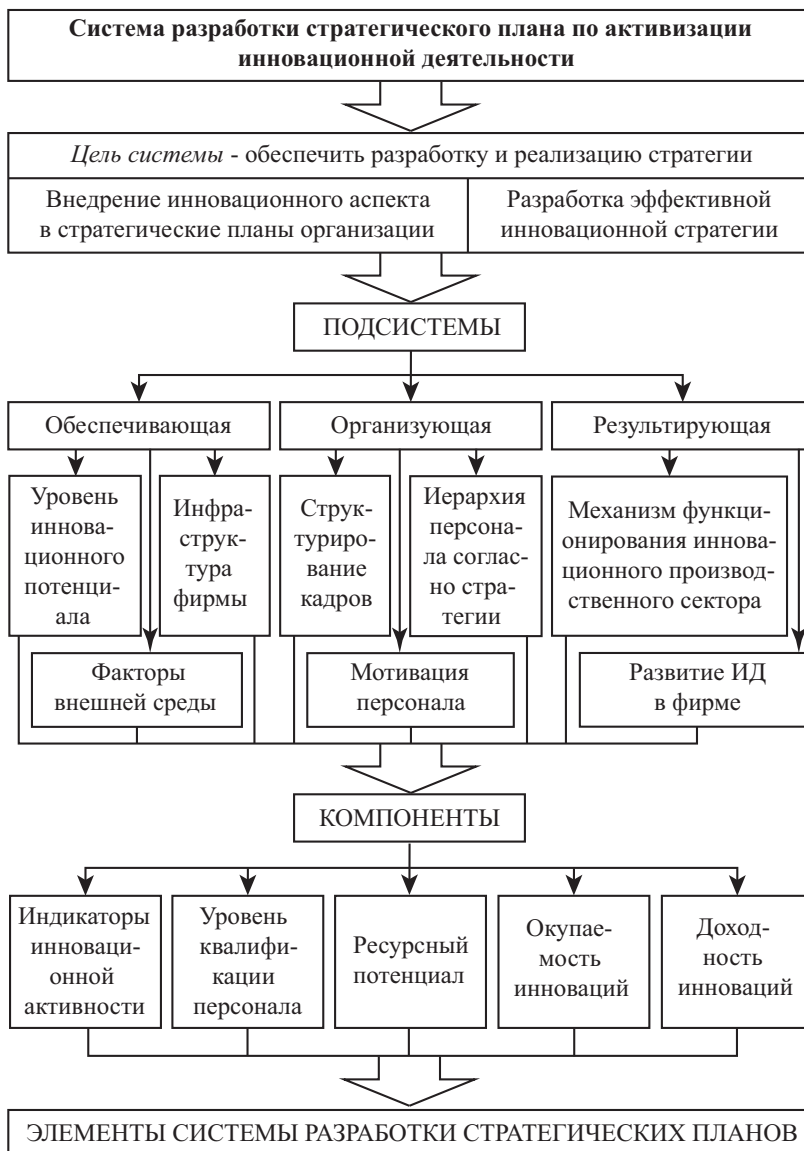


Рис. 31. Система стратегического плана по активизации инновационной деятельности

чение хотя бы одной из представленных подсистем ведет к неэффективности функционирования системы в целом, что свидетельствует о существовании тесной взаимосвязи между ними. Подсистемы, в свою очередь, состоят из компонентов, которые представляют собой совокупность действий по организации инновационного процесса, его реализации и контролю. Таким образом, каждый компонент подсистемы содействует внедрению инновационных аспектов в деятельность организации.

Обеспечивающая подсистема стратегического плана предусматривает анализ инновационного потенциала, факторов внешней среды и инфраструктуры организации. К факторам внешней среды относятся нормативно-правовое, социально-культурное, экономическое, политическое, технологическое, экологическое окружения и др. Инфраструктура организации включает в себя такие элементы, как экспертиза, лабораторные исследования, уровень техники и технологий и инновационное проектирование.

Организирующая подсистема обеспечивает структурирование кадров, необходимое для участия в разработке и реализации инновационных проектов. В данном случае требуются компетентные специалисты, умеющие генерировать и воплощать новые идеи. На предприятии должна быть предусмотрена система их обучения, переквалификации, найма и увольнения. С целью повышения эффективности работы менеджер должен уметь мотивировать персонал и распределять его в соответствии с выбранной инновационной стратегией. Необходимо делать акцент на постоянном повышении умственной активности работников, на стимулировании поиска нестандартных решений, при этом данные усилия следует направлять на достижение конкретного экономического результата.

Организирующая подсистема и ее компоненты нуждаются в особенно тщательной проработке, т. к. они являются базой для разработки стратегических планов по активизации инновационной деятельности. Для обеспечения функционирования организующей подсистемы необходимо разработать механизмы функционирования инновационного производственного сектора, который включает в себя лабораторные исследования, экспертизу инновационной продукции и механизмы проектирования. Разработка и реализация инноваций предполагает планирование производственных площадей, к которым можно отнести сооружения, здания, а также непосредственно места для работы персонала, занятого в инновационном процессе. Для оп-

тимизации размеров производственных и офисных площадей целесообразно использовать логистические методы.

Результирующая подсистема направлена на корректировку потребностей организации, связанную с реализацией инновационной стратегии, а также предусматривает функционирование инновационного производственного сектора. В рамках результирующей подсистемы производится оценка срока окупаемости инновационного проекта, предусматривается обеспечение достаточной величины индекса доходности и внутренней нормы доходности, а также обеспечивается приращение чистого приведенного дохода. В процессе планирования необходимо учитывать изменяющуюся нагрузку на имеющиеся в распоряжении организации ресурсы, износ оборудования, уметь выявить нехватку ресурсов и найти способы ее устранения.

Успешная реализация инновационной стратегии развития предполагает наличие на предприятии эффективной системы управления инновационной деятельностью. Для грамотного управления реализацией стратегии целесообразно использовать принцип так называемого двойного управления, суть которого состоит в выделении в рамках предприятия двух видов деятельности: основной и инновационной. Основная деятельность определяется местом предприятия на рынке и целями его создания. Результаты же инновационной деятельности подразумевают самостоятельную коммерческую ценность, направленную на повышение конкурентоспособности организации. Сфера основной деятельности, при наличии на предприятии системы двойного управления, должна передавать определенную сумму руководителю инновационной сферы деятельности для финансирования наукоемких исследований и освоения производств высокотехнологичной продукции.

Инновационная деятельность внутри предприятия должна рассматриваться как самостоятельный объект управления, т. к. она имеет специфические характеристики и обладает относительной обособленностью. Это связано, прежде всего, с неопределенностью процессов исследований и разработок, длительностью осуществления работ по разработке инновационной стратегии организации, сложностями в прогнозировании и оценке эффективности результатов, их значительным влиянием на будущее развитие предприятия в целом.

Поэтому для разработки и реализации эффективной инновационной стратегии на предприятии целесообразно организовать специальное структурное подразделение, занятое исключительно раз-

работкой инновационной продукции, услуг и технологий. Оно может рассматриваться в качестве центра ответственности за инновации, наделенного необходимыми ресурсами, возглавляемого конкретным лицом, принимающим управленческие решения и несущим за них ответственность. Главная функция центра инноваций состоит не только в обеспечении в нужный момент времени предприятия новыми продуктами, способными принести достаточную прибыль, но и в выработке необходимых стратегических планов инновационной направленности, разработке механизмов управления и контроля за реализацией стратегии.

Рассмотрим формы взаимоотношения между самим предприятием и центром ответственности за инновации.

1. *Планирование затрат на инновационную деятельность.* Предприятие планирует бюджет затрат по центру инноваций исходя из планируемых доходов, портфеля инновационных разработок и стратегии развития.

2. *Контроль затрат.* Осуществляется оценка соответствия фактических затрат их бюджетной величине.

3. *Стимулирование персонала центра ответственности за инновационные решения.*

Достигнуть поставленных стратегических целей при наиболее эффективном использовании ресурсов поможет бюджетирование. Бюджет центра ответственности за инновации необходимо разрабатывать в соответствии с целями и стратегиями предприятия, что позволяет планировать обеспечение инновационной деятельности финансовыми и материальными ресурсами и контролировать их использование. Бюджетирование, с одной стороны, является гибким инструментом, не позволяющим снижать инновационную активность предприятия, а с другой — гарантирует признание и реализацию выбранной инновационной стратегии.

В ходе разработки стратегии инновационного развития руководство центра ответственности за инновационные решения должно уделять особое внимание проблеме отбора проектов и оценке их эффективности. На рис. 32 представлен перечень критериев для оценки эффективности и отбора проектов. К рыночным критериям относятся конкурентная позиция организации, соответствие инновационного проекта потребностям рынка, вероятность коммерческого успеха, потенциальная доля рынка, эластичность и уровень цены на инновационный продукт, а также жизненный цикл инновации.

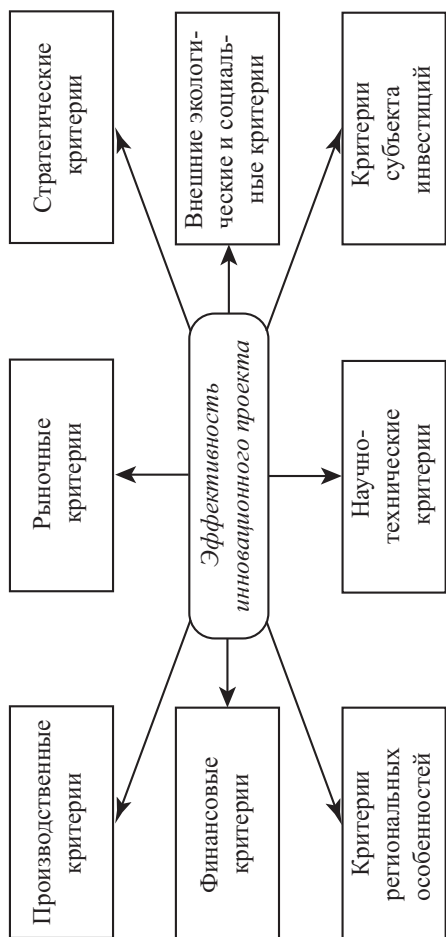


Рис. 32. Перечень критериев для оценки эффективности и отбора инновационных проектов

Не менее важными являются производственные критерии, среди которых можно выделить: обеспеченность организации производственными мощностями и площадями; стоимость, наличие и доступность необходимых сырья, материалов и оборудования; наличие на предприятии производственного персонала по численности и квалификации; необходимость технологических нововведений. Перечень стратегических критериев оценки эффективности и отбора инновационных проектов включает в себя соответствие проекта отношению предприятия к риску, а также совместимость с долгосрочной и текущей стратегией предприятия. При выборе проекта фирма должна рассмотреть и финансовую сторону вопроса; при этом к финансовым критериям относят стоимость НИОКР, возможность получить нужный объем финансирования в установленные сроки, затраты на производство и маркетинговые исследования, потенциальный годовой размер прибыли, согласованность с финансированием других проектов. Критериями субъекта инвестиций являются навыки управления и качество руководящего персонала, наличие данных о потенциале роста и финансовом состоянии, а также достигнутые результаты деятельности и их тенденции. В перечень научно-технических критериев входят вероятность технического успеха, стоимость и время разработки, наличие у предприятия научно-технических ресурсов и степень воздействия на другие проекты организации. При выборе и оценке инновационного проекта руководству любой организации приходится учитывать и региональные особенности, к которым относятся ресурсные возможности региона, особенности регионального законодательства и инфраструктура.

После проведения процедуры отбора инновационных проектов следует приступить к оценке их эффективности. В данном контексте следует четко разграничивать понятия эффективности инноваций и эффекта инноваций. Под эффективностью инноваций чаще всего понимается экономическая категория, которая отражает соответствие затрат на осуществление инновационной деятельности и ее результатов интересам и целям ее участников. При этом в качестве участников могут рассматриваться не только сотрудники организации, занятой инновационной деятельностью, но и государство и население. Действительно, при разработке и реализации той или иной инновации на предприятии важно не только минимизировать затраты на ее производство и внедрение, но и обеспечить, чтобы само нововведение отвечало интересам как предприятия, так и по-

требителей, т. е. инновация должна быть нужной. Эффективность является самым надежным критерием при оценке и выборе наиболее перспективного инновационного проекта.

Кроме того, помимо анализа инновационного проекта с точки зрения результативности и экономичности нельзя упускать такой важный параметр, как время. При разработке стратегии крайне важно правильно рассчитать, за какой промежуток времени можно получить необходимые результаты.

5.8. Вопросы для самоконтроля

1. Каковы особенности принятия стратегических решений в рамках концепции Минцберга “5П”?
2. Какие факторы определяют решения компании, принимаемые на стратегическом уровне?
3. Дайте определение инновационной стратегии и опишите ее особенности.
4. Перечислите основные факторы эффективности инновационных стратегических решений.
5. Опишите суть метода динамического моделирования бизнеса.
6. Приведите примеры классификации стратегических решений в управлении инновациями.
7. Опишите порядок отнесения организации к тому или иному типу стратегического конкурентного инновационного поведения.
8. Приведите примеры моделей выбора стратегических инновационных решений и охарактеризуйте их.
9. Опишите известные Вам критерии выбора наилучшего решения.
10. Перечислите основные этапы стратегического управления инновационным развитием организации.

Выберите правильный вариант ответа

1. Стратегия, в рамках которой фирма осваивает виды деятельности, не связанные с ее традиционным профилем ни в технологическом, ни в коммерческом плане, называется:
 - a) стратегия интеграционного роста;
 - b) стратегия интенсивного роста;
 - c) конгломератная диверсификация;
 - d) концентрическая диверсификация.

2. Крупные производители товаров массового спроса в соответствии с классификацией Л. Г. Раменского называются:
 - a) виоленты;
 - b) коммутанты;
 - c) пациенты;
 - d) эксплеренты.

3. Игра, в которой выигрыш одного игрока равен суммарному проигрышу других игроков, называется:
 - a) статистическая;
 - b) бескоалиционная;
 - c) антагонистическая;
 - d) кооперативная.

4. Критерий выбора решения, предполагающий, что наилучшей из предложенных является та стратегия, для которой наименее возможное значение выигрыша будет наибольшим по сравнению с другими стратегиями, называют:
 - a) критерий Лапласа;
 - b) критерий Вальда;
 - c) критерий Гурвица;
 - d) критерий Сэвиджа.

5. При принятии инновационного стратегического решения необходимо учитывать:

- a) внутренний ресурсный потенциал организации;
- b) тенденции изменения ситуации во внешней среде;
- c) индикаторы инновационной активности организации;
- d) все ответы верны.

Ответы

1. c). 2. a). 3. c). 4. b). 5. d).

5.9. Задачи

Задача 1

Подразделение компании по производству строительных материалов, занимающееся разработкой новых продуктов, составляет план своей работы на год. Компания рассматривает различные ситуации, которые могут сложиться на рынке гипсокартонных плит. Поскольку до настоящего момента отмечался рост потребления этого продукта, компания не может с точностью определить, достигнут ли на рынке данного товара этап насыщения, после которого последует моральное устаревание продукта и постепенное уменьшение спроса на него. В связи с этим предполагаются следующие ситуации:

- в течение всего года продолжится увеличение спроса на гипсокартон не меньшими темпами, какие имели место в предыдущий год;
- в течение года продолжится рост спроса на гипсокартон, но в меньших темпах, чем в предыдущем году;
- в течение года возможны стабилизация спроса и возникновение тенденций к снижению спроса в связи с возможным появлением на рынке нового продукта.

Для каждой ситуации компания разработала стратегию поведения:

- если будет иметь место продолжение роста спроса на гипсокартон, компания увеличит объемы его производства, внося неко-

торые коррективы в технологию в соответствии с требованиями потребителей и требованиями самой компании с целью сокращения расходов и уменьшения количества отходов при производстве. Отсюда следует, что инновационному подразделению придется работать над способами усовершенствования технологии производства;

- если в течение года ожидается снижение темпов роста спроса, то компания, с одной стороны, будет стремиться к максимизации прибыли от продажи гипсокартона, в связи с чем инновационному подразделению будет дано задание по разработке более дешевой технологии производства, а с другой стороны, задумается о выведении на рынок нового продукта — гипсобе-тонной плиты, рынок которой, по мнению внешних аналитиков, уже зародился и готовится к росту;
- если же насыщение рынка будет достигнуто и в течение года будут отмечаться тенденции снижения спроса на гипсокартон, то инновационное подразделение фирмы должно будет все свои усилия направить на разработку нового продукта и технологии его изготовления с тем, чтобы, по крайней мере, к концу года выйти на рынок с новым товаром.

Далее в табл. 49 указаны величина прибыли компании (млн руб.), которую она получит в течение ближайших 5 лет с учетом возможной адаптационной корректировки менеджмента при реализации определенной стратегии в каждой ситуации, а также оценки сторонних экспертов по поводу ситуаций в будущем.

Требуется определить оптимальную стратегию поведения инновационного подразделения на основе критерия средней оценки.

Р е ш е н и е. Подставим значения из таблицы выигрышей в формулу для расчета оценки средней величины выигрыша (83):

$$M[v_1] = 41,2, \quad M[v_2] = 6,5, \quad M[v_3] = 32,8.$$

Таким образом, наибольший ожидаемый выигрыш — 41,2 млн руб. — компания получит при реализации первой стратегии, заключающейся в усовершенствовании технологии производства гипсокартона в соответствии с требованиями потребителей (увеличение качества) и требованиями руководства компании (снижение производственных затрат). Что же касается второй стратегии — технологическое совершенствование производства с целью снижения затрат и

разработка нового продукта, то несмотря на то, что именно для этой стратегии рассчитано наибольшее значение выигрыша — 140 млн руб. (при условии, конечно же, что рынок достигнет насыщения, но спада еще не будет наблюдаться), то она является наименее предпочтительной для реализации, поскольку значение среднего выигрыша для нее является наименьшим. Это связано с низкой вероятностью второй ситуации. Третья стратегия также проигрывает первой по величине дохода. В итоге компании в сложившихся обстоятельствах будет выгодно использовать первую стратегию — технологическое совершенствование производства старого продукта.

Таблица 49

Таблица выигрышей компании и вероятностей ситуаций

Стратегии фирмы	Ситуации		
	этап роста	переход к насыщению	насыщение и спад
Усовершенствование технологий	100	40	20
Усовершенствование технологий и разработка нового продукта	80	140	-50
Разработка нового продукта и вывод его на рынок	-40	30	60
Вероятности ситуаций	0,23	0,14	0,63

Задача 2

Объем нематериальных активов предприятия за анализируемый период составил 116 тыс. руб., в том числе патенты на сумму 62 тыс. руб., товарные знаки на сумму 54 тыс. руб. Прочие внеоборотные активы предприятия оцениваются в 8,8 млн руб. Численность персонала, занятого в НИР, составляет 206 человек, в ОКР — 385 человек. Численность работников предприятия в целом —

2337 человек. Стоимость оборудования опытно-приборного назначения — 888,9 млн руб. Стоимость оборудования производственно-технологического назначения — 296,2 млн руб. Стоимость нового оборудования на предприятии оценивается в 190,9 млн руб., стоимость новых производственно-технологических линий — 114,7 млн руб. Среднегодовая стоимость производственных фондов предприятия оценивается в 852,4 млн руб. Выручка от реализации новой продукции за анализируемый период — 4,9 млн руб., усовершенствованной продукции — 11,6 млн руб., при этом общая выручка от реализации всей продукции за анализируемый период составила 502 млн руб. Стоимость опытно-конструкторских проектов, реализованных на предприятии, оценивается в 112,6 тыс. руб., на маркетинговые исследования потрачено 53,4 тыс. руб., на обучение персонала — 55 тыс. руб. Общая стоимость прочих инвестиционных проектов, реализованных на предприятии, — 6,6 млн руб. Рассчитать показатели инновационных возможностей предприятия и выбрать наиболее предпочтительную стратегию его инновационного развития.

Р е ш е н и е. Задача решается с помощью табл. 50.

Задача 3

Организация “Сатурн” имеет мощные исследовательские, конструкторские и технологические подразделения, опытно-экспериментальное и серийное производство, а также 8 тыс. чел. работающих. Портфель продукции отличается новизной: все 3 реализуемых вида оборудования выпускаются не более 3 лет.

Руководство “Сатурна”, исходя из прогноза будущих потребностей, приняло решение о разработке нового изделия с уникальными характеристиками, намного опережающими самую передовую технику отрасли. Исходные предпосылки для вероятного успеха уже есть: идея была выдвинута несколько лет назад ведущим конструктором, и к настоящему времени его группа далеко продвинулась на этом пути, к тому же маркетологи сообщают, что рынок скоро будет готов принять это изделие. Решение состояло в том, что пора придать официальный статус этой разработке и перейти к инновационному проекту. Предположите, какие организационно-структурные нововведения могут быть осуществлены в “Сатурне” в связи с инновационным проектом.

Результат расчета показателей инновационных возможностей

Базовые величины	Расчетные данные	Выводы	Выбор стратегии
Коэффициент НИР и ОКР персонала	$L_1 = \frac{RDE}{F} = 0,25$	$L_1 > 0,2$	Лидер
Коэффициент обновления основных средств	$L_2 = \frac{FA^N}{FA} = 0,36$	$L_2 > 0,35$	Лидер
Коэффициент результативности инвестиционной деятельности	$L_3 = \frac{NS_{NIP}}{NS} = 0,03$	$L_3 < 0,45$	Последователь
Коэффициент присутствия объектов интеллектуальной собственности	$L_4 = \frac{Int}{FAI} = 0,01$	$L_4 < 0,15$	Последователь
Коэффициент инновационного роста	$L_5 = \frac{I_{R\&D}}{I}$	$L_5 < 0,55$	Последователь

Задача 4

В процессе реализации инновационных проектов в “Сатурне” постоянно возникала проблема с модельным цехом. Организация работ была традиционной — “как у всех”. Владелец все делал сам: изготавливал чертежи, готовил из досок клееный материал, делал стержневые ящики и, наконец, делал модели. В последнее время таких универсальных специалистов становилось все меньше и меньше. Заказ проектировщиков на модели выполнялся три-четыре месяца, что совершенно не устраивало руководство, т. к. дорог был каждый день. Обращение к внешним организациям позволяло выполнить заказ за месяц, что также было очень долго и дорого. В последние годы связи с внешними организациями нарушились, положение стало безвыходным. Встала задача радикально преобразовать модельный цех и довести срок выполнения заказов до 10–12 дней, сократив цикл в 10 раз. Как подходить к решению задачи в “Сатурне”?

Глава 6

Мотивация топ-менеджмента и персонала корпорации в контексте инновационного развития организации

6.1. Теоретико-методологические основы управления мотивацией персонала

Несмотря на то, что мотивация как направление управленческой мысли развивается давно и подкреплена большим исследовательским материалом, на сегодня не выработано единого подхода к пониманию этой проблемы. Анализ современной научной литературы показывает, что на сегодняшний день нет единого общепризнанного подхода при определении этого понятия и существует достаточно большое число его определений. Как отмечает Ф. Лютенс, сегодня практически все — и практики, и теоретики — имеют свое определение понятия “мотивация”, то есть современные авторы по-разному подходят к ее объяснению.

- *Мотивация* — это силы, существующие внутри и вне человека, которые возбуждают в нем энтузиазм и упорство в выполнении определенных действий.
- *Мотивация* — это совокупность побуждающих факторов, которые вызывают активность личности и определяют направленность ее деятельности.
- *Мотивация* — это совокупность внутренних и внешних движущих сил, которые побуждают человека к деятельности, задают границы и формы деятельности и придают этой деятельности направленность, ориентированную на достижение определенных целей.

Приведем мнения и других ученых. Например, А. Я. Кибанов считает, что мотивация — это “стремление работника удовлетворить свои потребности в определенных благах посредством труда, направленного на достижение целей организации”. В. Р. Веснин полагает, что мотивация — это “процесс побуждения индивида или группы к

действию в интересах организации”. О. С. Виханский и А. И. Наумов дают следующее определение понятию “мотивация”: это “совокупность внутренних и внешних движущих сил, которые побуждают человека к деятельности”, задают ее границы и формы, придают ей “направленность, ориентированную на достижение определенных целей”.

Зарубежные специалисты М. Х. Мескон, М. Альберт, Ф. Хедоури определяют мотивацию как “процесс побуждения себя и других работать во имя достижения личных и организационных целей”.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что в определении этого понятия, как правило, включают такие слова, как “потребности”, “побуждение”, “цели”, и ключ лежит в понимании их сущности и взаимодействия. В широком смысле мотивация представляет собой совокупность, систему движущих сил, действующих на человека извне и изнутри, которые иницируют и направляют его поведение.

Проведенные классические исследования А. Маслоу, Д. МакКлелланда, К. Альдерфера, Ф. Герцберга были сфокусированы на выявлении и изучении потребностей, которые заставляют людей поступать тем или иным образом, лежат в основе их профессиональной деятельности. Другие известные теории (В. Врума, С. Адамса; Л. Портера, Э. Лоулера) соглашались с мотивирующей ролью потребностей, но рассматривают мотивацию с точки зрения того, что определяет поведение работника с учетом его восприятия, ожиданий и опыта. На этих и других теориях мотивации мы остановимся чуть позже.

Необходимо отметить, что определенный вклад в эту область исследований, в изучение механизма побуждений человека к труду, в том числе связанному с реализацией инноваций, внесли:

- Ф. Тейлор, Ф. Гилбрет, Г. Гантт (модели прогрессивной заработной платы для работников);
- Б. Скиннер (теория усиления мотивации);
- Г. Келли и Д. Роттер (атрибуция/локус контроля);
- К. Левин и Э. Толмен (беспокойство/ожидания);
- Р. Лайкерт (теория человеческих отношений).

Специалисты различают внутреннюю (побуждение к деятельности определяется личными целями субъекта) и внешнюю (побуждение к деятельности определяется целями, заданными извне) мотивацию. В первом случае говорят о потребностях, мотивах, желаниях, интересах, а во втором — о стимулах, исходящих из сложившейся ситуации.

Следует отметить, что мотив — это то, что принадлежит самому субъекту деятельности, является его устойчивым личностным свойством, изнутри побуждает к совершению определенных действий. Можно сказать, что это причина деятельности, связанная с удовлетворением объективных потребностей. Поведение человека обычно определяется совокупностью мотивов, которые находятся в определенном отношении друг к другу по степени воздействия. Процесс воздействия на человека с целью побуждения его к определенным действиям путем пробуждения в нем определенных мотивов принято называть мотивированием.

Необходимо отметить, что к пониманию понятия “мотив” существует несколько подходов, например мотив как потребность, мотив как цель, мотив как побуждение, мотив как устойчивые свойства личности и др.

По мнению В. П. Ильина, во всех представленных выше подходах имеется рациональное звено, отражающее одну из сторон мотива как основания действия, поступка, деятельности, поведения. Так,

- принятие в качестве мотива потребности дает ответ, почему осуществляется активность человека;
- принятие за мотив цели позволяет дать ответ, для чего проявляется эта активность;
- принятие за мотив устойчивых свойств личности дает ответ, почему выбраны именно эта цель и этот способ ее достижения.

В. П. Ильин считает, что решение вопроса о сущности мотива как основания и побудителя активности человека возможно лишь при объединении существующих взглядов в единой и непротиворечивой концепции. Структура мотива как сложного интегрального психологического образования представлена тремя блоками: потребностным, “внутренним фильтром” и целевым блоком (рис. 33).

Потребностный блок включает биологические и социальные потребности и осознание их необходимости. В блок “внутреннего филь-

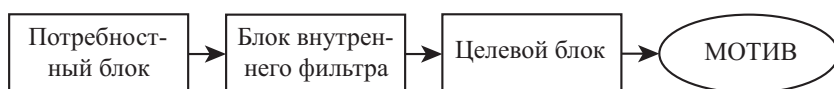


Рис. 33. Процесс формирования мотива

тра” входят: нравственный контроль (убеждения, ценности, установки); условия достижения цели; оценка своих возможностей (знаний, умений, деловых качеств); личные предпочтения (интересы, склонности, уровень притязаний). Целевой блок состоит: из образа предмета, способного удовлетворить потребность; определенного действия; потребностной цели; представления процесса удовлетворения потребности.

Принято выделять три основные функции мотивов: побуждающую, направляющую и стимулирующую. Побуждающая функция отражает энергетику мотива, т. е. связана с возникновением потребностного состояния, которое вызывает мобилизацию энергии. Наличие в мотиве цели позволяет направлять потенциал энергии на вполне определенный объект, т. е. осуществлять направляющую функцию. И, наконец, стимулирующая функция связана с необходимостью поддержания поведения вплоть до достижения поставленной цели.

Использование различных стимулов для побуждения людей к деятельности, в том числе к инновационной, обычно называют стимулированием. О. С. Виханский, А. И. Наумов считают стимулирование одним “из средств, с помощью которого может осуществляться мотивирование”.

Необходимо подчеркнуть, что стимул — это не любое внешнее воздействие, а лишь такое, побуждающий эффект которого отвечает по составу и содержанию требованиям мотивов, потребностей персонала, достаточное по размерам и примененное своевременно. В основе стимулирования, отмечает В. А. Кручинин, “лежит взаимодействие внешних условий и внутренней структуры личности работника” и для его успешности, “прежде всего, необходимо знать внутренние мотивы”.

Потребности, интересы, мотивы и стимулы являются движущими факторами деятельности человека, составляющими механизм мотивации. Они взаимосвязаны между собой так, как это показано на рис. 34.

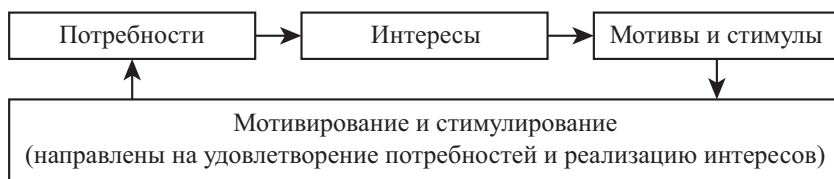


Рис. 34. Взаимосвязь базовых понятий в механизме мотивации

Развитие процесса мотивации, по мнению авторов А. Л. Мазина, А. И. Наумова и О. С. Виханского, теоретически можно представить в виде шести стадий, отраженных на рис. 35.

1. *Возникновение потребности.* Потребность появляется, когда человек начинает ощущать, что ему чего-то не хватает. Проявляется она в конкретное время и начинает “требовать” от человека, чтобы он нашел возможность и предпринял какие-то шаги для ее устранения.

2. *Поиск путей удовлетворения потребности.* Возникшая потребность создает проблемы для человека, и он начинает искать возможности устранить ее: удовлетворить, подавить, не замечать. Возникает необходимость что-то сделать, предпринять.

3. *Определение целей действия.* Человек определяет, что и какими средствами он должен сделать, чтобы устранить потребность.

4. *Осуществление действия.* Человек затрачивает усилия для осуществления действий, которые должны предоставить ему возможность получения чего-то, чтобы устранить потребность. Также на этой стадии может происходить корректировка целей.

5. *Получение вознаграждения за осуществленные действия.* Прделав определенную работу, человек получает либо непосредственно то, что он может использовать для устранения потребности, либо то, что он может обменять на желаемый для него объект. Выясняется, насколько выполнение действий дало желаемый результат. В зависимости от этого происходит либо ослабление, либо сохранение, либо усиление мотивации к действию.

6. *Удовлетворение потребности.* В зависимости от степени снятия напряжения, вызываемого потребностью, а также от того, вызывает ли устранение потребности ослабление или усиление мотивации к деятельности, человек либо прекращает деятельность до возникновения новой потребности, либо продолжает искать возможности осуществлять действия по устранению потребности.

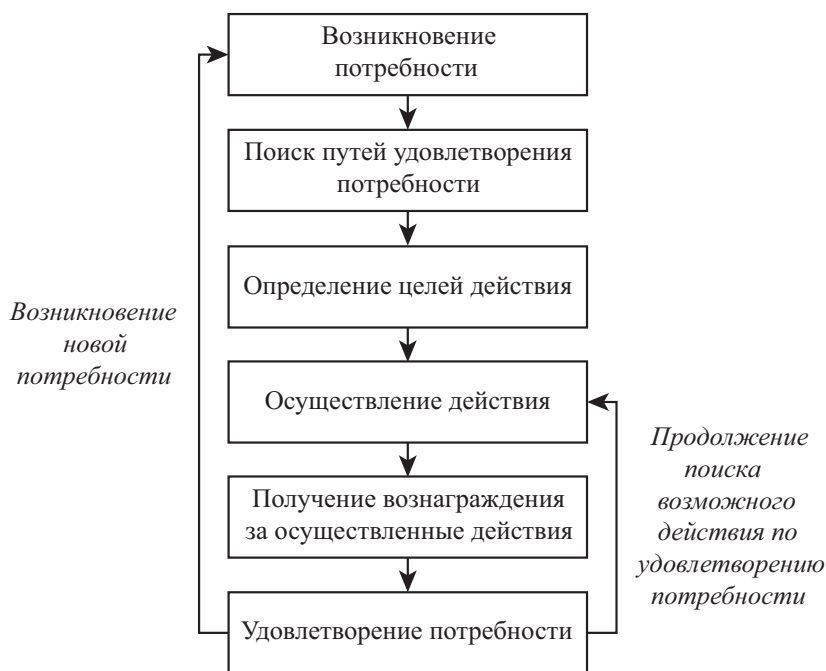


Рис. 35. Процесс мотивации

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что мотивация — это сложный процесс побуждения людей к деятельности, протекание которого зависит от многих причин. Без понимания мотивов, потребностей и интересов сотрудников предприятия, правильной организации процесса мотивации и использования стимулов к труду невозможно эффективное управление персоналом, обеспечение заинтересованности работников в достижении поставленных целей.

6.2. Современные концепции мотивации топ-менеджмента и персонала корпорации

В настоящее время выделяют два подхода к изучению мотивации. Первый подход основывается на исследовании содержательной стороны теории мотивации. Такие теории базируются на изучении

потребностей человека, которые и являются основным мотивом его поведения, а следовательно, и деятельности.

К сторонникам данного подхода можно отнести американских психологов Абрахама Маслоу, Фредерика Герцберга и Клейтона Альдерфера.

Содержательные теории трудовой мотивации пытаются определить, что же все-таки конкретно стимулирует людей к труду. Разработчиков содержательных теорий интересует выявление имеющихся у людей потребностей (мотивов) и их приоритетности. Они озабочены тем, какого рода вознаграждений или целей люди стараются добиться, чтобы чувствовать себя удовлетворенными и работать хорошо. Содержательные теории считаются “статичными”, поскольку они одновременно учитывают всего один или несколько факторов и ориентированы либо на прошлое, либо на настоящее. Поэтому они не всегда могут предсказать мотивацию к труду или поведение; тем не менее эти теории важны для понимания того, что же мотивирует людей к трудовой деятельности.

Абрахам Маслоу в общих чертах наметил целостную теорию мотивации. Основываясь главным образом на своем клиническом опыте, он считал, что мотивирующие потребности человека можно расположить в иерархическом порядке. По существу он полагал, что если потребности определенного уровня удовлетворены, они перестают играть роль мотивирующих факторов. Чтобы мотивировать человека к труду, необходимо активизировать следующий, более высокий уровень потребностей. В табл. 51 иерархия потребностей по А. Маслоу соотнесена с возможностями их удовлетворения в процессе инновационной деятельности.

В своей иерархии потребностей Маслоу выделил пять уровней.

1. *Физиологические потребности.* Самый первый, базовый уровень в иерархии — физические потребности, соответствующие врожденным первичным потребностям. Как только эти потребности удовлетворены, они перестают мотивировать человека.

2. *Потребность в безопасности.* Этот уровень потребностей приблизительно соответствует мотиву безопасности. Маслоу выделяет как эмоциональную, так и физическую безопасность. Весь организм может стать механизмом поиска безопасности. И все-таки, как и в случае с физиологическими потребностями, если потребность в безопасности удовлетворена, она перестает быть мотивирующим фактором.

Иерархия потребностей по А. Маслоу

<i>Удовлетворение вне процесса труда</i>	<i>Иерархия потребностей</i>	<i>Удовлетворение в процессе инновационной деятельности</i>
Стремление человека полностью раскрыть свой потенциал, повысить уровень компетентности	Потребности в самоактуализации (самовыражении)	Личный рост, раскрытие творческих способностей, выполнение более сложных заданий, проявление креативности, продвижение по службе
Желание людей быть компетентными, сильными, способными, уверенными в себе, а также видеть, что окружающие признают и уважают их за это	Потребности признания и уважения	Одобрение выполненной работы, успешная коммерциализация инноваций, руководство новыми инновационными проектами, повышение статуса в коллективе и признание заслуг в профессиональной деятельности
Человек хочет дружбы, любви, участия в мероприятиях, быть членом определенной группы людей	Потребности в принадлежности	Установление и поддержание отношений с коллегами по работе, начальством, инвесторами, партнерами
Отсутствие войн, загрязнений природной среды, насилия, наличие хорошего жилья	Потребности в безопасности	Безопасные условия труда, дополнительные льготы, гарантия сохранения рабочего места
Пища, вода, воздух	Физиологические потребности	Гарантированная оплата труда

3. *Потребность в принадлежности.*

4. *Потребность в уважении.* Уровень потребности в уважении включает более высокие потребности человека. Как составные этого уровня могут рассматриваться потребности во власти, достижениях и статусе. Маслоу обращает особое внимание на то, что уровень признания включает как самоуважение, так и уважение со стороны других людей.

5. *Потребность в самовыражении.* Этот уровень представляет кульминацию всех низших, средних и высших потребностей человека. Люди, добившиеся возможности самовыражения, реализовали свой потенциал. В сущности, самовыражение является индивидуальной мотивацией человека к преобразованию восприятия самого себя в реальность.

Теория мотивации Маслоу включает в себя следующие основные идеи:

- Люди постоянно испытывают комплекс потребностей, которые лежат в основе мотивации и могут быть объединены в отдельные группы, иерархически расположенные по отношению друг к другу (пирамида потребностей). В теории определены пять основных типов мотивирующих потребностей (в порядке возрастания): физиологические, в безопасности, в принадлежности, в признании и уважении, в самоактуализации.
- Потребности, если они не удовлетворены, побуждают человека к действиям. Удовлетворенные потребности уже не мотивируют людей.
- Если одна потребность удовлетворяется, то ее место занимает другая.
- Потребности, находящиеся ближе к основанию “пирамиды”, требуют первостепенного удовлетворения.
- Потребности более высокого уровня могут быть удовлетворены большими способами, нежели потребности нижнего уровня.
- Человек ощущает одновременно несколько различных потребностей, которые находятся между собой в комплексном взаимодействии.

Однако в этой теории специалисты отмечают уязвимые места. Прежде всего, далеко не всегда наблюдается последовательное удовлетворение одной группы потребностей за другой, как это представлено в пирамиде. Также, потребности по-разному проявляются в зависимости от многих ситуационных факторов (содержание работы, положение в организации, возраст и др.).

В отличие от пирамиды А. Маслоу, по теории существования, связи и роста К. Альдерфера (теория ERG) потребности человека объединены в три группы: существования, связи и роста.

Потребности существования включают в себя две группы потребностей пирамиды: безопасности и физиологические. Потребность связи отражает социальную природу человека, его стремление быть членом семьи, организации, иметь друзей, врагов, коллег, начальников и подчиненных. К данной группе можно отнести полностью потребности принадлежать к социальной группе, признания и уважения, а также ту часть потребностей безопасности пирамиды, которая связана с групповой безопасностью. Потребности роста аналогичны потребностям самоактуализации пирамиды и включают в себя также те потребности группы признания и самоутверждения, которые связаны со стремлением к развитию уверенности, к самосовершенствованию.

Теории ERG и А. Маслоу предусматривают иерархическую структуру потребностей, утверждают, что человек продвигается по лестнице потребностей последовательно. Однако между ними есть принципиальное различие. В соответствии с теорией ERG, в случае, если удовлетворить потребность высокого уровня не удастся, у человека может произойти возврат к уже удовлетворенной потребности более низкого уровня. Таким образом, модель ERG оказывается не столь жесткой, как иерархия потребностей А. Маслоу, допускает перемещение “по иерархии не только вверх, но и вниз в зависимости от способности удовлетворять потребности”.

В теории Д. Мак-Клелланда предполагается, что некоторые типы потребностей являются у человека не врожденными, а приобретаются им в результате жизненного опыта. К таким он относил потребности в достижении, в соучастии (аффилиации) и во власти.

Еще одна популярная теория была предложена Ф. Герцбергом. На основе многочисленных экспериментов по установлению различий в факторах, которые ведут к удовлетворенности или неудовлетворенности людей трудом, он разработал так называемую двухфак-

торную теорию, основанную на потребностях. Эти факторы он разделил на две категории, которые назвал “факторами условий труда” (“гигиенические факторы”) и “мотивирующими факторами”. Факторы условий труда связаны с окружающей средой, в которой осуществляется работа, а мотивация — с самим характером и сущностью работы (табл. 52).

Таблица 52

Факторы условий труда и мотивирующие факторы

<i>Факторы условий труда</i>	<i>Мотивирующие факторы</i>
Политика фирмы	Успех
Условия работы	Продвижение по службе
Заработная плата	Признание и одобрение результатов работы
Межличностные отношения в коллективе	Высокая степень ответственности
Степень непосредственного контроля за работой	Возможности творческого и делового роста

Согласно Ф. Герцбергу, при отсутствии или недостаточном проявлении факторов условий труда у человека возникает неудовлетворенность работой. Однако если они достаточны, то сами по себе не вызывают удовлетворения работой и не могут мотивировать человека на что-либо. В отличие от этого отсутствие или неадекватность мотивирующих факторов не приводит к неудовлетворенности работой. Но их наличие в полной мере вызывает удовлетворение и мотивирует работников на повышение эффективности деятельности.

Соотношение потребностей в теориях А. Маслоу и Ф. Герцберга показано в табл. 53.

Несмотря на принципиальные различия, все рассмотренные четыре теории имеют общее, позволяющее установить определенные параллели между ними. Характерной их особенностью является то, что они изучают потребности и дают их классификацию, позволяющую делать выводы о механизме мотивации человека. Сравнивая классификации всех четырех теорий, можно отметить, что выделенные в различных теориях группы потребностей достаточно определенно соответствуют друг другу. Каждая из них наглядно излагает

определенный взгляд на мотивацию, подтвержденный эмпирическими исследованиями, и уже достаточно продолжительное время используется в практике управления (в наибольшей степени это относится к теориям А. Маслоу и Ф. Герцберга). Все теории основное внимание уделяют анализу потребностей, факторов, лежащих в основе мотивации, и практически не уделяют внимания анализу процесса мотивации, что является их основным недостатком.

Таблица 53

**Соотношение потребностей в теориях А. Маслоу
и Ф. Герцберга**

<i>Теория Маслоу</i>	<i>Теория Герцберга</i>
Потребности самовыражения, признания, уважения	Мотивирующие факторы
Социальные потребности	Факторы условий труда (гигиенические факторы)
Потребности в безопасности	
Физиологические потребности	

Процессуальные теории рассматривают мотивацию в ином плане и исследуют когнитивные предпосылки, которые затем реализуются в мотивации или действиях, и, что более существенно, рассматривают их взаимосвязь друг с другом. Понятие “ожидание” из теории познания вносит существенный вклад в понимание сложных процессов, связанных с трудовой мотивацией.

Среди процессуальных теорий мотивации наибольшую известность получили такие, как постановки цели, теории ожиданий В. Врума, справедливости С. Адамса, комплексная теория Л. Портера и Э. Лоулера.

Теория постановки цели, разработанная Э. Локе и Г. Латамом, предполагает, что менеджер может повысить мотивацию за счет постановки конкретных и трудных целей, имеющих ценность для его подчиненных, и оказания содействия работникам в отслеживании успехов продвижения к желательным результатам с помощью обеспечения своевременной обратной связи. Стремление к достижению более высоких результатов зависит от двух важных условий: приверженности цели (принятия цели в качестве собственной) и уверенности в своих силах. Приверженность цели обусловлена желанием достижения цели и воспринимаемой возможностью достижения цели,

а уверенность своих силах — желанием испытать собственные силы. При выполнении обоих условий на достаточно высоком уровне люди мотивированы к достижению заданных целей.

Исследования показывают, что конкретные и трудные цели повышают трудовую мотивацию даже тогда, когда они не сопровождаются дополнительным вознаграждением. Если же они сопровождаются еще и дополнительным вознаграждением, то это еще больше усиливает мотивацию к достижению высоких показателей работы.

В отличие от большинства критиков содержательных теорий, Врум предложил свою теорию ожидания как альтернативу. Он считал, что содержательные модели не дают адекватного объяснения сложным процессам мотивации трудовой деятельности.

Под понятием “валентность” Врум понимает устойчивость предпочтений человека относительно конкретного результата. Валентность будет положительной, если человек из двух вариантов — “добиваться результата” или “не добиваться” — отдает предпочтение первому варианту.

Валентность равна нулю, если человек равнодушно относится к результату; отрицательной валентность является в том случае, когда человек предпочитает не добиваться результата вместо того, чтобы постараться его достичь. Другой важной составляющей валентности является значимость (или инструментальность) результата первого уровня для достижения результата второго уровня. Другая важная переменная мотивационного процесса у Врума — это ожидание.

Ожидание в теории Врума представляет собой вероятность (колеблющуюся от 0 до 1), с которой некоторое действие или усилие приведет к определенному результату первого уровня. Инструментальность определяет, в какой мере результаты первого уровня будут приводить к желаемому результату второго уровня.

Теория Врума не дает конкретных предложений относительно того, чем мотивируются члены организации, как это делают модели Маслоу, Герцберга и Альдерфера. Эта теория помогает прояснить взаимосвязь личных целей и целей организации.

Модель разработана для того, чтобы помочь руководителям понять и проанализировать мотивацию работников и определить соответствующие переменные; она не дает конкретных решений мотивационных проблем.

Теория справедливости С. Адамса утверждает, что люди субъективно определяют отношение полученного вознаграждения к затра-

ченными усилиями и затем соотносят его с вознаграждением других людей, выполняющих аналогичную работу. Если человек считает, что его коллега получил за такую же работу большее вознаграждение, то у него возникает психологическое напряжение. В результате необходимо мотивировать такого сотрудника, снять напряжение и для установления справедливости исправить дисбаланс.

По мнению Р. Дафта, к наиболее распространенным методам устранения воспринимаемой несправедливости относятся:

- изменение “входов”. Человек может принять решение об увеличении или снижении своих ресурсов, затрачиваемых во время работы;
- изменение “выходов”. Индивид может принять решение о необходимости добиться изменения конечных результатов (требовать изменения заработной платы, просторного кабинета и т. д.);
- изменение представлений. Когда не удается желательным образом воздействовать на входы и выходы, человек может скорректировать свое представление о справедливости;
- изменение места работы. Человек может попытаться найти новую работу с более благоприятными соотношениями “входов” и “выходов”.

Л. Портер и Э. Лоулер разработали комплексную теорию мотивации, которая включает элементы теории ожиданий и теории справедливости.

Портер и Лоулер исходят из предпосылки, что мотивация (усилие или энергия) не равна удовлетворенности или исполнительности. Мотивация, удовлетворенность и исполнительность представляют собой отдельные переменные и взаимодействуют иначе, чем принято считать. Однако существенным является указание Портера и Лоулера на то, что усилие (энергия или мотивация) непосредственно не приводит к повышению производительности.

Эта связь опосредована способностями, чертами характера и представлением работника о собственной роли. В модели Портера–Лоулера более важным считается то, что следует за выполнением работы. Степень удовлетворенности будут определять самоощущение и его восприятие. Другими словами, модель Портера–Лоулера

предполагает (и это ее самое существенное отличие от традиционного понимания), что выполнение работы ведет к удовлетворенности.

Хотя модель Портера–Лоулера более, нежели модель Врума, ориентирована на практическое использование, она все же слишком сложна, чтобы ликвидировать существующий отрыв теории от управленческой практики.

Эти авторы рекомендуют практикующим менеджерам идти дальше традиционной оценки отношения к работе и стараться оценивать такие переменные, как ценность возможного поощрения, восприятие связей между усилиями и вознаграждением, а также восприятие ролей. Эти переменные, безусловно, помогут менеджерам лучше понять, что определяет усилия и продуктивность.

Уделяя особое внимание тому, что следует за выполнением работы, Портер и Лоулер рекомендуют организациям проводить критическую переоценку своей политики вознаграждения. Они подчеркивают, что менеджмент должен сконцентрировать усилия так, чтобы оценить, насколько уровень удовлетворенности соответствует уровню выполнения работы. Эти рекомендации были подтверждены научными исследованиями.

Анализ рассмотренных теорий позволяет сделать вывод о том, что отсутствует универсальная теория мотивации, в том числе инновационной деятельности, объясняющая, что лежит в основе мотивации человека и чем она определяется. Каждая из них имеет свои сильные и слабые стороны, что-то особенное, отличительное, что дало ей возможность получить широкое признание теоретиков и практиков и внести существенный вклад в разработку знаний о мотивации. Далее остановимся подробнее на теоретических аспектах мотивации в контексте инновационной деятельности организации.

6.3. Мотивация в системе управления инновационным развитием корпорации

В контексте развития инновационной деятельности в экономике особое значение приобретает разработка мотивационного механизма, способствующего максимальному вовлечению в инновационные процессы всего персонала предприятия.

Система мотивации инновационно активного предприятия должна иметь следующие критериальные признаки.

1. *Общность целей инновационного развития топ-менеджмента и персонала корпорации.* В этом случае считается важным, чтобы цель, задаваемая извне (вовлечение в инновационные процессы) руководителями предприятия и структурных подразделений, была принята субъектом, стала его индивидуальной целью, чтобы субъект не воспринимал ее как навязываемую задачу и не стремился ее изменить. Для этого необходимо соответствие внешней цели внутренней мотивации субъекта, и в качестве инструмента рассматривается включение субъекта в участие при постановке цели, анализе условий ее достижения. Однако практика показывает, что так редко бывает в действительности, и было бы интересно увидеть реальный механизм соотнесения целей организации (в лице топ-менеджмента) и внутренней мотивации исполнителей.

2. *Наличие соответственных мотивов у субъектов деятельности.* Как показывают исследования, действуют в основном мотивы, когда привлекательна не деятельность сама по себе, а то, что с ней связано, например власть, материальное благополучие, престиж. Считается, что этого недостаточно для побуждения к инновационной деятельности. Здесь актуальны процессуально-содержательные мотивы. Субъекту должно быть интересно то, чем он занимается, интересен характер деятельности, нравиться проявлять свою интеллектуальную и физическую активность. Указывается на необходимость создать такие условия, при которых ведущим мотивом в мотивационной структуре индивида был бы сам процесс интеллектуальной деятельности. Предполагается, что соответствующий уровень мотивации сформируется у этих индивидов автоматически.

3. *Значимость результата.* Конечный результат является важным фактором, влияющим на мотивацию субъектов-участников инновационной деятельности. Положительный результат, соответствующий ожиданиям или превосходящий их, способен значительно усилить мотивацию к осуществлению инноваций в дальнейшем, что не требует заново формировать мотивационную структуру субъекта и дает возможность посредством различных стимулов поддерживать, закреплять, развивать, усиливать действие тех или иных мотивов. Главное — убедить субъектов в значимости результата и необходимости его достижения. Предполагается, что получаемый результат должен соотноситься с изначальными потребностями, интересами, ожиданиями как субъекта, осуществлявшего мотивационное воздействие, так и субъекта, испытывавшего это воздействие.

4. *Появление и закрепление принципиально новых качеств у работников, адекватных требованиям инновационной экономики.* Требования времени, по мнению исследователей, объективно формируют иные качества и способности, позволяющие успешно вписаться в экономические процессы. Речь идет о когнитивных способностях: интерпретации информации, самостоятельной постановки и решения проблем, способности представлять различные пути решения проблемы и делать выбор между ними. Отмечается, что современный специалист должен обладать широким спектром умений, способностью к мультидисциплинарной деятельности, к автономному принятию решений, готовностью к ответственной работе, уверенностью в себе, толерантностью к идеям других, быть креативным, иметь предпринимательский дух, а также постоянно приобретать новые знания и компетенции. В этой связи привлекают внимание исследования, в которых указывается на формирование нового класса работников, его называют “креативным”, “инновационно активным”, “интеллектуальным”, “творческим” и т. д. Представители этого нового класса являются двигателями прогресса в современном мире. Для них представляют важность самосовершенствование, обучение, возможность распоряжаться собственным временем, постоянный вызов, значимость того, что они делают, и, конечно, их отличает особая мотивация в профессиональной деятельности. На основе указанных тенденций конструируются модели экономики, где категория интеллектуального капитала рассматривается в качестве решающего фактора успеха.

5. *Инновационные технологии управления персоналом и формирование новых стилей управления.* С учетом вышеобозначенных тенденций, обуславливающих появление в массовом масштабе работников с принципиально иными качествами и соответственно мотивацией, существуют мнения, что традиционные механизмы управления утрачивают свою значимость. В разряд нетрадиционных попадают такие методы мотивации, как информирование о заслугах работника в социальной среде; патернализм; предоставление автономии в работе, права самоконтроля, стимулирование свободным временем или гибким графиком работы; участие в управлении, участие в принятии решений; участие в прибыли, участие в капитале; планирование карьеры, наставничество, повышение в должности и т. д.

Отмечаются руководители предприятий, которые видят в инновациях решение как для общих проблем бизнеса, так и для проблем

внутреннего развития организации. Инновации воспринимаются ими как “окно возможностей” для широкого круга сотрудников фирмы. Выделяются и новые качества руководителей, активно осуществляющих инновационную деятельность, — в их сознании формируется более крупная когнитивная структура, интегрирующая инновации с другими направлениями активности руководителя, они стремятся к контролю над большим числом переменных, связанных с нововведениями.

Однако исследования предприятий, не причисляющих себя к разряду инновационно активных, фиксируют иные тенденции: ролевою бедность современных менеджеров, краткосрочное мышление, пренебрежение сотрудниками, невнимание к поставщикам и клиентам.

Мотивация инновационной деятельности, безусловно, должна рассматриваться как постоянно осуществляемый процесс, представленный целой совокупностью взаимосвязанных и взаимообуславливающих друг друга элементов. При этом инновационный процесс сегодня представляет собой результат согласованных усилий множества людей. Источники инноваций могут обнаруживаться по всей организации, в деятельности любого ее участника. Это и есть, во-первых, самая массовая и перспективная практика обновления и развития организации; во-вторых, она имеет не меньшее значение, чем крупные инновации (которые, стоит отметить справедливости ради, возникают и реализуются не так часто, как хотелось бы). Э. Дандон, например, предлагает “культивировать инновации на персональном, групповом и организационном уровнях”, выстраивая структуры, способные улавливать их на всех уровнях организации и “направлять инновационную деятельность с самого начала”. Идея, таким образом, состоит в том, чтобы, стимулируя создание инноваций, проводить их через всю организационную структуру вплоть до их практического применения.

Как показывают многочисленные исследования, интенсивность инновационных процессов индивидуальна и определяется совокупностью внешних и внутренних, субъективных и объективных условий, способствующих или препятствующих инновационной активности. Среди благоприятных, наименее затратных и результативных факторов исследователи часто выделяют эффективное использование потенциала персонала организаций, раскрытие в работниках предпринимательских качеств, широкое вовлечение их в инновационный процесс. Инструментом такого вовлечения может служить соответ-

ствующий мотивационный механизм, а именно использование одной из фундаментальных мотиваций человека — мотивации достижения (achievement motivation). Выделяется, как минимум, три принципиальных мотивационных вектора, которые в решающей степени определяют характер взаимозависимости деятельностной активности и мотивации достижения:

- индивидуальные субъективные представления о вероятности личного успеха и сложности стоящей перед индивидом задачи;
- степень значимости для субъекта этой задачи и, в связи с этим, сила стремления поддержать и повысить самооценку;
- склонность данной конкретной личности к адекватному приписыванию себе самой, другим людям и обстоятельствам ответственности за успех или неудачу.

Большой интерес вызывают вопросы управления инновационными проектами, особенно проблема управления персоналом: процессы планирования человеческих ресурсов, распределение и документальное оформление ролей между персоналом, образование команды проекта, определение ответственности каждого из участников, развитие команды проекта, контроль за эффективностью деятельности команды. Значительный вклад в этом направлении внесли Д. Локк, А. Лестер, П. Мартин, Ф. О'Коннел, Х. Керзнер, Г. Клиффорд, К. У. Эрик.

Небезосновательным является утверждение Д. Херинга и Дж. Филиппса о том, что люди и культура являются источниками инноваций на предприятии. Они уточняют: если люди вовлечены в инновационный процесс и достаточно мотивированы на это, то культура и бизнес-процессы адаптируются под них, а если они не мотивированы, то ничто не сможет их заставить осуществлять инновационную деятельность. Таким образом, главным двигателем инновационной активности является мотивация к инновационной деятельности.

Важнейшим фактором активизации любого инновационного процесса является человеческий капитал. Инновационная деятельность тесным образом связана с творческой активностью персонала, который должен быть оптимальным образом стимулирован и мотивирован на достижение результата, связанного с постоянным обновлением производства на предприятии. На сегодня корпоративный человеческий капитал остается недооцененным руководством, наблюдается слабый интерес к развитию сотрудников в рамках предприятия, в том числе их мотивации к инновационной деятельности. Об этом

можно судить по показателям официальной статистики уровня инновационной активности предприятий РФ. В связи с отсутствием индивидуального подхода к каждому сотруднику, выяснения именно его потребностей и нахождения путей их удовлетворения человек не чувствует своей значимости для организации, своего веса в ней, из-за чего уровень мотивации инновационной деятельности сильно снижается.

Поскольку человеку от природы свойственно стремление к стабильности, неопределенность, вызванная инновационной деятельностью, может стать для него фактором, вызывающим стресс, и пагубно отражаться на его личной и профессиональной деятельности.

В исследованиях Г. Селье показано, что непредсказуемые и неуправляемые события более опасны, чем предсказуемые и управляемые. Когда люди понимают, как протекают события, могут повлиять на них или хотя бы частично оградить себя от неприятностей, вероятность стресса значительно снижается.

Если неопределенность связана с профессиональной деятельностью, в частности с инновационной, здесь необходим грамотный подход со стороны руководства к стимулированию работников, а также их мотивации. Необходимо создать на предприятии такие условия, чтобы новое воспринималось не как угроза, а как благоприятная возможность. Важно четко и ясно информировать работников о целях, задачах, сроках и условиях выполнения работы, т. е. устранить элемент неопределенности. Кроме того, нужно разработать систему мотивирования работников.

Ю. Д. Красовский выделяет шесть поведенческих типов, участвующих в инновационной деятельности.

1. *Инноваторы* — это инициаторы, предлагающие собственные идеи, способные даже идти на конфликт ради их реализации. Они не всегда видят реальные возможности для внедрения предложений, потому что увлечены новым.

2. *Сторонники нововведений* — это те, кто очень быстро воспринимает новое, убеждаясь в его важности. Именно на них необходимо опираться руководителю, если он хочет, чтобы инициативные предложения были внедрены.

3. *Колемблющиеся по отношению к нововведениям* — это работники, которые либо недопонимают их значимость, либо видят больше “минусов”, чем “плюсов”.

4. *Нейтраллисты* — это те, кто безразлично относится к новым предложениям. Но проявление безразличия тоже может быть определенной позицией: если они никак не относятся к новым идеям, то это свидетельствует о том, что они не поддерживают новое.

5. *Скептически настроенные* — это те работники, которые ищут в нововведениях прежде всего негативные последствия. Однако они, как правило, не предпринимают никаких практических шагов, чтобы помешать.

6. *Консервативно относящиеся к нововведениям* — это те, кто оказывает сопротивление новому. У них доминирует традиционализм при восприятии нововведений. Они могут воспринимать новое только тогда, когда оно становится традицией.

Систему мотивации инновационной деятельности на предприятии можно представить в следующем виде (рис. 36).

Управляющая подсистема, т. е. администрация, опираясь на наличие в организации определенных материальных, финансовых и информационных ресурсов, формируя нормативную базу и инновационную культуру на предприятии, может создавать комплекс мотивов и стимулов у работников. Это повышает их инновационную активность, в результате чего осуществляется эффективное развитие инновационной деятельности.

Топ-менеджеры и рядовые сотрудники корпорации могут иметь ряд общих позиций в отношении инноваций, которые могут положительно либо негативно воздействовать на инновационную деятельность в организации:

1. Они могут сопротивляться инновациям или поддерживать их.
2. Топ-менеджеры могут давать четкие распоряжения в отношении инноваций, или же эти распоряжения могут быть неясными и путанными.
3. Менеджмент организации может быть основан или не основан на страхе.
4. Топ-менеджеры могут советоваться с рядовыми сотрудниками и соответственно изменять свои убеждения и способы действия, а могут быть не расположены к этому.
5. Топ-менеджеры могут быть склонны выслушивать работников, а могут быть не склонны к этому.

Исследования мотивации труда последних лет показали, что она как система претерпела негативные структурные изменения. Это означает, что высшие потребности отступили далеко на второй план,

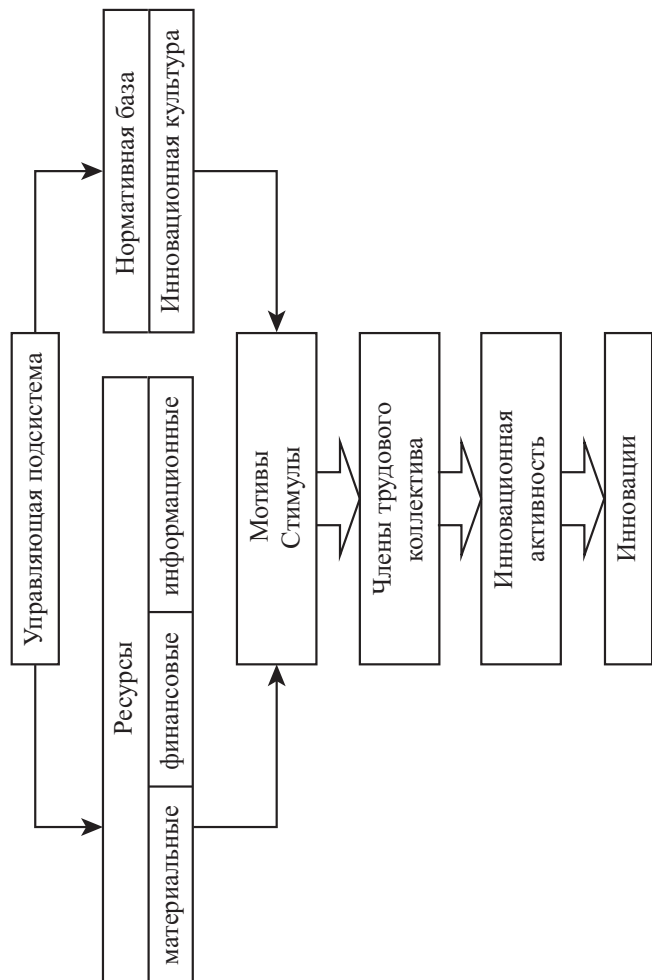


Рис. 36. Система мотивации инновационной деятельности

а поведением большинства работников управляют низшие потребности (по иерархии Маслоу), что является как следствием, так и причиной формирования специфического менталитета современного российского работника.

6.4. Разработка модели мотивации персонала как ключевой компонент управления инновационной деятельностью

Для разработки модели мотивации персонала инновационно активного предприятия необходимо учитывать необходимость использования различных механизмов создания дополнительных мотиваторов проявления творческой энергии сотрудников, определение подходов к интенсификации креативно направленного труда с целью генерирования инновационных идей, инженерно-технических решений и разработки инновационных продуктов.

Как отмечает в своих научных трудах О. М. Гузева, важную роль в интенсификации инновационно направленных процессов играет персонал наукоемкого предприятия и его креативность, которая может послужить отправной точкой создания новой и приращенной имеющейся ценности. При этом исследователь отмечает необходимость осуществления управления креативностью посредством применения различных мотивационных подходов и методов, которые могли бы создать решающие предпосылки разработки инновационных продуктов. Последующая коммерциализация полученных инноваций способна значительно улучшить эффективность хозяйствования различных субъектов экономических систем. Получение дополнительных финансовых, материальных, интеллектуальных и других ресурсов создает мощную базу проведения дальнейших научных исследований в сфере создания инновационных продуктов и тем самым ускоряет процесс инновационного развития и становления предприятий на фоне быстро меняющихся условий хозяйствования во внешней среде.

Рассматривая основные научные подходы и направления исследований в области осуществления эффективного управления мотивацией инновационной деятельности представителей как отечественных, так и зарубежных научных школ, целесообразно отметить существование модели формирования работника креативного типа, нацеленного на разработку и внедрение инноваций, ключевой компо-

нент которой представлен именно внутренним, “скрытым” потенциалом человека.

В данном случае потенциал работника необходимо рассматривать как свойственную человеку тенденцию, которая при воздействии благоприятных факторов может достичь своей цели. К таким факторам можно отнести целый спектр механизмов воздействия: как внутренних, так и внешних. При этом многие из них способны воздействовать на работников извне, а другие лежат в основе функционирования каждого предприятия. Таким образом, осуществление хозяйственной деятельности субъектами экономических систем способно повлиять на работника и на уровень использования его способностей по разработке и внедрению инноваций. Следовательно, потенциал работника предприятия можно описать как “возможности” личности.

В свою очередь, инновационный потенциал сотрудника представляет собой сложную комплексную структуру, состоящую из системы креативных особенностей и задатков, способных проявляться в процессе осуществления творческой деятельности работника. Процесс управления мотивацией персонала на развитие инновационной деятельности должен предполагать разработку модели мотивации инновационной деятельности персонала, методов и инструментария управления.

В процессе более глубокого изучения мотивации креативности персонала ученый О. Н. Мельников в своих научных трудах систематизировал физиологические мотиваторы проявления креативности работника. Данная теория должна учитываться при разработке модели мотивации работников к креативному труду. Физиологические мотиваторы проявления креативности личности приведены на рис. 37.

О. Н. Мельников отмечает, что физиологические мотиваторы проявления творческой энергии работника приобретают особое значение для наукоемких предприятий, а также тех хозяйствующих субъектов, которые задействованы в процессе разработки инновационных продуктов и требуют максимальной инновационной отдачи от персонала. При этом существенный риск потери указанных работников состоит в том, что они представляют собой ключевой экономический ресурс предприятия в условиях интенсивной конкурентной борьбы на бурно развивающемся рынке инноваций.

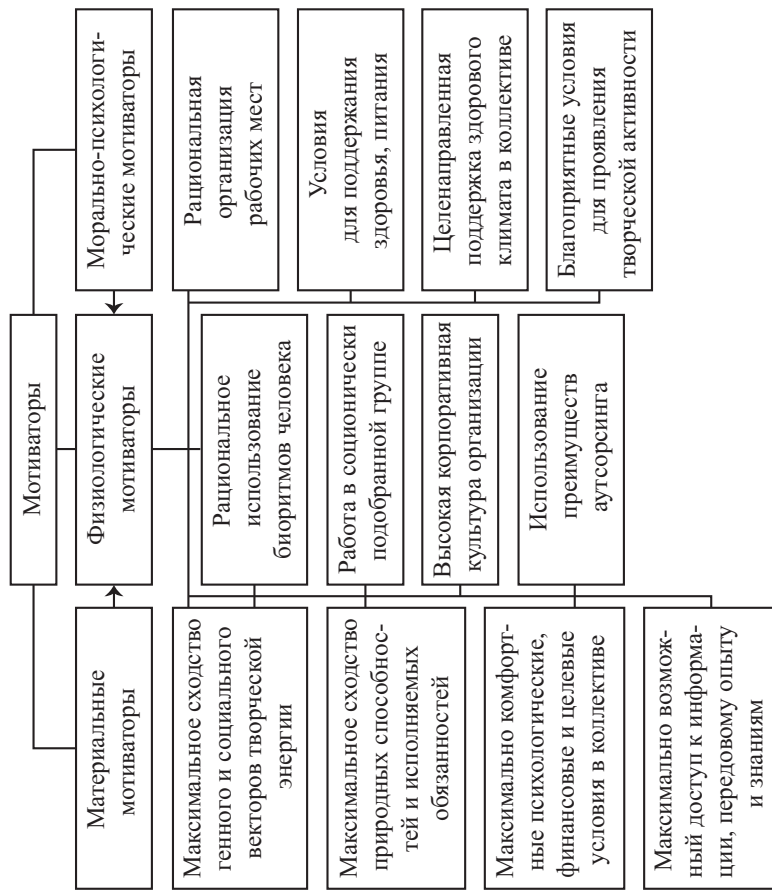


Рис. 37. Физиологические мотиваторы проявления креативности личности

Следует отметить, что в обеспечении эффективного процесса инновационно ориентированной деятельности персонала предприятия особую роль играет внешняя мотивация. При этом факторы, принимающие непосредственное участие в создании мотиваторов и формирующие мотивацию, можно выделить и измерить.

Таким образом, за счет реализации модели мотивации работников, занятых разработкой и внедрением инноваций, повышается эффективность функционирования всего предприятия в целом и интенсифицируются процессы получения значительного экономического эффекта от инновационной деятельности. Значит, реализация и функционирование модели управления мотивацией инновационной деятельности персонала инновационно активного предприятия зависит от успешности стимулирования каждого работника предприятия, создает ключевые предпосылки устойчивого функционирования субъекта хозяйственной деятельности на рынке инноваций.

При этом модель мотивации инновационной деятельности сотрудников предприятия целесообразно рассматривать как сложную, многоуровневую и комплексную систему, которая детально описывает цели и результаты деятельности работников по созданию инновационных продуктов во взаимосвязи с вознаграждением за достижение поставленных целей.

Как отмечает исследователь креативности А. Н. Красноносова, при разработке модели мотивации она должна учитывать социально-экономическое положение, индивидуально-психологические особенности работника, возможность его самореализации, т. е. весь массив того, что определяет потенциал сотрудника и предполагает оценку и самооценку выполненной работы, степень ее адекватности имеющимся мотивационным ожиданиям. Объективная оценка инновационно ориентированного труда дает возможность улучшать результаты инновационной деятельности наукоемкого предприятия, определять адекватное вознаграждение за выполненную работу по созданию инновационного продукта, планировать и осуществлять организацию карьеры персонала.

Разработка модели мотивации на наукоемком предприятии, основу которой составляет процесс мотивации сотрудников, с целью повышения эффективности управления инновационной деятельностью предполагает разработку и обоснование ее основных компонентов, которые представлены на рис. 38.

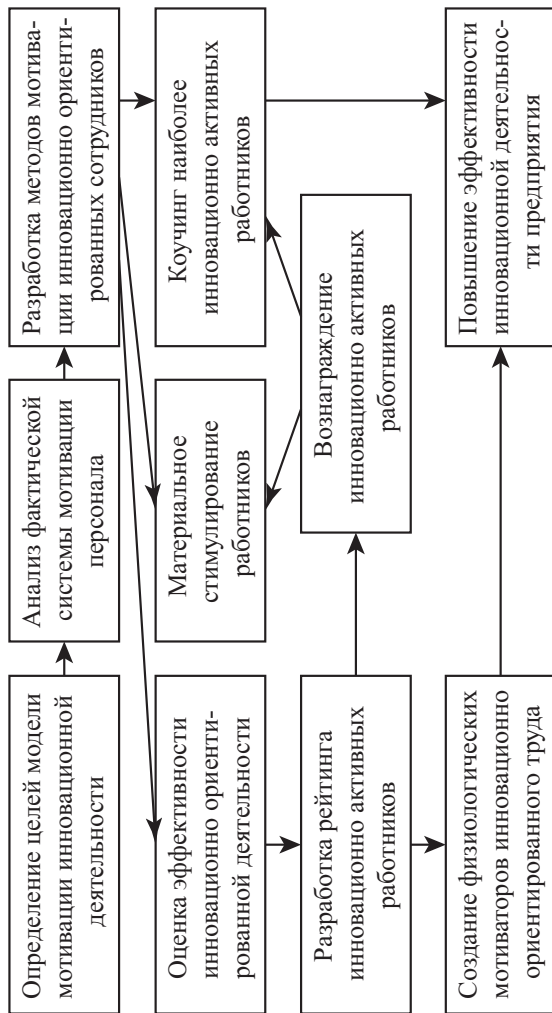


Рис. 38. Модель мотивации инновационной деятельности предприятия

Эффективная реализация и функционирование модели мотивации сотрудников, занятых инновационной деятельностью, основаны на использовании как материальных, так и нематериальных методов стимулирования инновационной активности. Это не только позволяет создавать новые, инновационные продукты в различных отраслях промышленности, но и способствует сокращению сроков реализации инновационных проектов за счет принятия своевременных инженерно-технических и управленческих решений.

Функционирование модели мотивации, которая представлена на рис. 38, базируется на определении целей модели мотивации инновационной деятельности, на анализе текущей системы мотивации и на разработке методов мотивации инновационно ориентированных сотрудников, учитывающих материальные и нематериальные подходы к стимулированию персонала и оценку эффективности инновационной деятельности.

6.5. Оценка эффективности системы мотивации топ-менеджмента к реализации инновационных проектов

Рассмотрим деятельность произвольной компании. Пусть в ней имеется фонд оплаты труда работников (WF). Из этого фонда определенная часть отчисляется в премиальный фонд (PWF). Обозначим часть, которая уходит в премиальный фонд, как τ .

В результате инновационной деятельности, активно ведущейся на предприятии, в ближайшее время планируется осуществить инновационный проект. Он принесет ожидаемый эффект, который в стоимостном выражении составит величину NPV . Вполне логично предположить, что какая-то часть NPV попадет далее в фонд оплаты труда предприятия. Обозначим эту часть как γ .

Вместе с тем управление инновационным проектом требует особых профессиональных навыков и знаний. Чтобы гарантировать успех, руководство предприятия нанимает для управления проектом специально приглашенного топ-менеджера. В случае успешного завершения работ над проектом топ-менеджеру обещано вознаграждение, величина которого берется в процентах от NPV . Обозначим эту величину как ε .

Ставится вопрос о том, как определить на основании исходных данных, является ли система мотивации топ-менеджера на предприятии эффективной, и если нет, то как ее можно улучшить.

Для ответа на поставленный вопрос полезно проделать следующую цепочку вычислений:

$$\begin{aligned} WF \cdot \tau &= PWF, & WF_1 &= WF_0 + \Delta WF, \\ PWF_1 &= PWF_0 + \Delta PWF = PWF_0 + \Delta WF \cdot \tau, \\ \Delta WF &= NPV \cdot \gamma, & WF_1 &= WF_0 + NPV \cdot \gamma, \\ \boxed{PWF_1} &= \boxed{PWF_0 + NPV \cdot \tau \cdot \gamma}. \end{aligned} \quad (104)$$

По мнению Д. В. Подшибякина, уравнение (104) представляется наиболее фундаментальным для анализа. Он называет его *уравнением мотивационных ресурсов компании*. Очевидно, что в данном случае речь идет о материальной мотивации.

В общем смысле показатели PWF_0 и PWF_1 означают соответственно начальное и конечное значение премиального фонда. Однако в нашей конкретной задаче показатель PWF_0 означает имеющийся в распоряжении предприятия премиальный фонд на данный момент времени, в то время как PWF_1 — это размер премиального фонда, который будет находиться в распоряжении предприятия в случае удачного завершения инновационного проекта.

По смыслу решаемой задачи следует принять PWF_0 , τ и γ за постоянные величины. Это реалистичное предположение, поскольку нанимаемый для управления инновационным проектом топ-менеджер никак не может повлиять на размер премиального фонда, который к тому времени был на предприятии. Также он не может влиять на принятые предприятием порядки распределения денежных потоков. У нанимаемого топ-менеджера есть только одна принципиальная задача — добиться успешного завершения работ над инновационным проектом. В зависимости от успешности управления на выходе получаются большие или меньшие значения NPV . Поэтому NPV в нашей задаче — переменная величина.

Таким образом, в уточненном виде уравнение (104) можно представить как

$$PWF_1 = \overline{PWF_0} + NPV \cdot \bar{\tau} \cdot \bar{\gamma}.$$

Чтобы применить рассмотренную нами ранее экономико-математическую модель мотивации топ-менеджеров, примем следу-

ющие обозначения. Произведение $\bar{\tau} \cdot \bar{\gamma}$ обозначим как \bar{p} , в то время как “премиальные деньги” будем обозначать как W , т. е. символом дохода индивида из нашей экономико-математической модели. В итоге получаем, что

$$\boxed{W = \bar{W}_0 + NPV \cdot \bar{p}}. \quad (105)$$

На основе формулы (105) можно представить *линию мотивационных ресурсов компании* — наглядную графическую модель мотивационных возможностей (рис. 39).

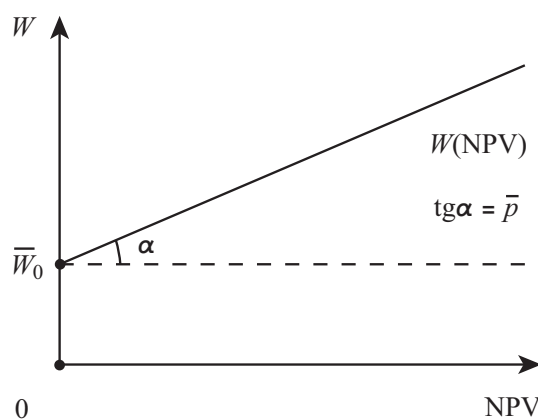


Рис. 39. Линия мотивационных ресурсов компании

Чтобы ответить на поставленный в самом начале вопрос о том, является ли принятая на предприятии система мотивации эффективной, нам необходимо четко определить, какой смысл вкладывается в понятие эффективной системы мотивации.

Определение 1. Система мотивации является эффективной, если ее принятие в рамках данной компании делает топ-менеджера “другом” компании, т. е. его мотивационные предпочтения (ожидания) совпадают с мотивационными возможностями компании.

Таким образом, мы исходим из того, что эффективная система мотивации — это явление локальное, относительное, имеющее действие в рамках данной компании с учетом ее традиций, внутрифир-

менной культуры и т. д. Говорить об эффективной системе мотивации “вообще” представляется некорректной постановкой задачи.

Вернемся к рассматриваемой изначально системе мотивации на предприятии. Моделью мотивационных возможностей в этом случае, как мы уже выяснили, является соответствующая линия в системе координат (NPV, W) . С другой стороны, изучавшаяся ранее Д. В. Подшибякиным экономико-математическая модель мотивации топ-менеджеров строилась на основе функций полезности в системе координат (W, U) . Возникает вполне логичная мысль о переходе от системы координат (NPV, W) к другой системе координат (NPV, U) . Именно таким способом и можно прийти к ответу на поставленный вопрос об эффективности системы мотивации на предприятии: $(W, U) \rightarrow (NPV, W) \rightarrow (NPV, U)$.

Определение 2. *Если линия мотивационных возможностей компании имеет пересечение с линией, обозначающей полезность для топ-менеджера в зависимости от получаемого им дохода, точка, где достигается данное пересечение, называется точкой мотивационного оптимума. Это соответствует эффективной системе мотивации в данной компании. Отсутствие такой точки означает неэффективность системы мотивации.*

Таким образом, далее нам предстоит ответить на следующие вопросы:

1. Достаточно ли вознаграждение в размере $\varepsilon\%$ от NPV для того, чтобы существовала точка мотивационного оптимума?
2. Если ответ на предыдущий вопрос будет отрицательным, каким образом в разрешении проблемы мог бы помочь премиальный фонд?

Для ответов на данные вопросы необходима информация о мотивационных предпочтениях (ожиданиях) топ-менеджера. Мы начнем со случая, когда топ-менеджер обладает эталонными мотивационными предпочтениями, т. е. его функция полезности в зависимости от дохода имеет вид $U(W) = W$.

Теорема (О существовании и единственности мотивационного оптимума). *Если топ-менеджер обладает эталонными мотивационными предпочтениями, точка мотивационного оптимума существует, и притом только одна, при выполнении условия $\bar{\varepsilon} > \bar{\tau} \cdot \bar{\gamma}$.*

Доказательство

Рассмотрим линию, которая демонстрирует вознаграждение топ-менеджера в случае успешного завершения работ над инновационным проектом (рис. 40).

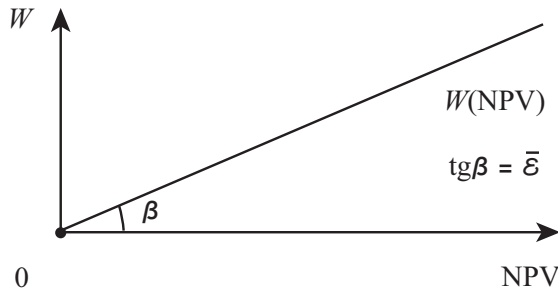


Рис. 40. Линия вознаграждения топ-менеджера в случае успешного завершения проекта

Здесь величина ε предполагается стабилизированной на том уровне, какой предусмотрен контрактом. Она задается аналитически как $W = \bar{\varepsilon} \cdot \text{NPV}$.

Если мотивационные предпочтения топ-менеджера эталонные, то линию $W(\text{NPV})$ следует рассматривать как функцию полезности для топ-менеджера (рис. 41).

Вместе с тем, как мы выяснили ранее, мотивационные возможности предприятия описываются уравнением $W = \bar{W}_0 + \text{NPV} \cdot \bar{p}$. Построим линию мотивационных возможностей в одной системе координат с эталонной функцией полезности для топ-менеджера (рис. 42).

Точка E пересечения линий на рис. 42 аналитически определяется следующим образом:

$$\begin{aligned} \bar{\varepsilon} \cdot \text{NPV}_E &= \bar{W}_0 + \bar{p} \cdot \text{NPV}_E, & (\bar{\varepsilon} - \bar{p}) \cdot \text{NPV}_E &= \bar{W}_0, \\ \boxed{\text{NPV}_E} &= \frac{\bar{W}_0}{\bar{\varepsilon} - \bar{p}}. & (106) \end{aligned}$$

Мы получили оптимальное значение NPV , при котором топ-менеджер становится “другом” компании. Очевидно, что опти-

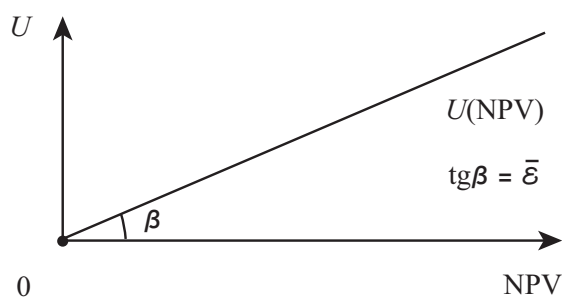


Рис. 41. График эталонной функции полезности для топ-менеджера

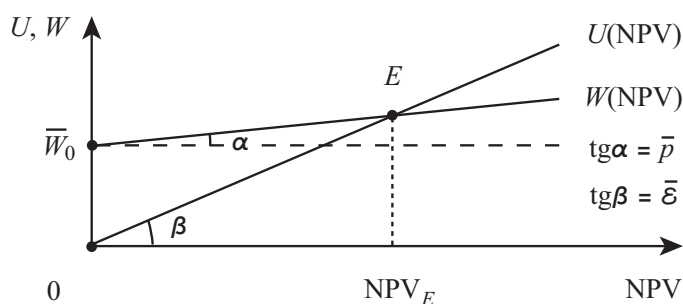


Рис. 42. Графики эталонной функции полезности для топ-менеджера и мотивационных возможностей компании

мальное значение всегда существует и единственно при выполнении условия $\bar{\epsilon} > \bar{p}$, т. е. $\bar{\epsilon} > \bar{\tau} \cdot \bar{\gamma}$. Что и требовалось доказать.

Выражение (106) чрезвычайно интересно, и многие идущие из него следствия нетривиальны. В частности, при $\bar{\epsilon} < \bar{\tau} \cdot \bar{\gamma}$ оптимум, строго говоря, существует; однако он лежит в области отрицательных NPV. Это означает, что *при таком уровне вознаграждения топ-менеджер становится для данной компании "диверсантом"* (по терминологии М. А. Лимитовского). Однако еще более интересен случай, когда $\bar{\epsilon} = \bar{\tau} \cdot \bar{\gamma}$; тогда оптимума не существует вовсе, поскольку линии мотивационных возможностей компании и мотивационных предпочтений топ-менеджера становятся параллельными.

Обратим внимание на то, что в выражении (106) отсутствуют субъективные факторы. Все необходимые данные для определения левой и правой частей (106) определяются объективно и притом достаточно просто: достаточно владеть внутренней отчетностью предприятия. Это стало возможно благодаря тому, что в *определении полезности нам удалось сохранить объективный подход*. С исследовательской точки зрения данный результат является особенно ценным.

Теперь несколько изменим постановку задачи. Пусть величины $\bar{\varepsilon}$ и \bar{p} являются константами, изменить которые нельзя, исходя из сложившейся на предприятии ситуации и условий контракта, по которому нанимают топ-менеджера. Вместе с тем особенности внедряемого на предприятии инновационного проекта таковы, что он предполагает получение строго определенной величины NPV, которая не может быть изменена и равна NPV^* . При этом соблюдается условие $\bar{\varepsilon} > \bar{p}$, однако имеет место $NPV_E < NPV^*$. Соответствующий график изображен на рис. 43.

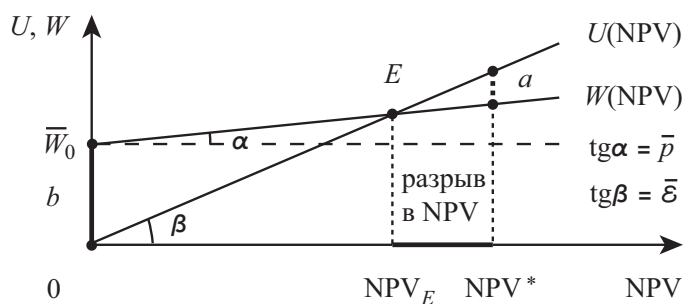


Рис. 43. Иллюстрация разрыва в NPV

Как видно из рис. 43, существующий *разрыв в NPV* эквивалентен разрыву в желаниях и возможностях мотивации топ-менеджера. При $NPV^* > NPV_E$ соответствующий *мотивационный разрыв* равен $U(NPV^*) - W(NPV^*) > 0$, т. е. желание топ-менеджера получить мотивацию превосходит соответствующие возможности компании. Поскольку по условию задачи сказано, что нельзя менять параметры $\bar{\varepsilon}$ и \bar{p} , единственный способ для компании решить возникшую проблему (не влезая в долги, что может создать угрозу финансовой устойчивости компании и нивелировать полезный эффект от инно-

вационного проекта в виде NPV) — это использовать имеющийся в распоряжении премиальный фонд. Действительно, на рис. 43 отрезок a , выражающий мотивационный разрыв, может быть заметно меньше, чем отрезок b (накопленный премиальный фонд).

Выясним, при каком условии это становится возможно:

$$\begin{aligned}
 U(\text{NPV}^*) - W(\text{NPV}^*) &\leq \bar{W}_0, & \bar{\varepsilon} \cdot \text{NPV}^* - (\bar{W}_0 + \bar{p} \cdot \text{NPV}^*) &\leq \bar{W}_0, \\
 (\bar{\varepsilon} - \bar{p}) \text{NPV}^* &\leq 2\bar{W}_0, & \text{NPV}^* &\leq \frac{2\bar{W}_0}{\bar{\varepsilon} - \bar{p}}, \\
 \boxed{\text{NPV}^* &\leq 2 \text{NPV}_E}. & & (107)
 \end{aligned}$$

В случае если неравенство (107) превращается в равенство, получаем, что

$$\boxed{\sup \text{NPV}^* = 2 \text{NPV}_E}. \quad (108)$$

Выражение Подшибякина (108) определяет супремум, т. е. *точную верхнюю границу мотивационных возможностей компании*. Таким образом, показатель равновесного (оптимального) NPV_E интересен с двух точек зрения сразу: с одной стороны, он помогает разобраться в том, какая мотивация не окажется ни чрезмерной, ни недостаточной; с другой стороны, данный показатель помогает определить, где у данной компании находится “потолок”, выше которого заниматься эффективной мотивацией она попросту не сможет.

Из выражения (108) вытекает неутешительный вывод, который подтверждается практикой. Предприятиям, которые имеют небольшой премиальный фонд, построить эффективную систему мотивации крайне непросто. В частности, малым инновационным предприятиям, как правило, выпадает небольшая величина премиального фонда (если он вообще существует у данного предприятия). Поэтому, *если намечается работа над крупным инновационным проектом, для которого ожидаются большие значения NPV, малым инновационным предприятиям лучше справиться с управлением проектом собственными силами, а не нанимать менеджеров со стороны. Либо рассчитывать на перекрывающее действие факторов нематериальной мотивации.*

6.6. Мотивация топ-менеджеров: корпоративное руководство и рыночные механизмы

Как уже было отмечено в предыдущем параграфе, для успешной реализации инновационных проектов необходимо разрабатывать систему управления как материальной, так и нематериальной мотивацией топ-менеджеров и персонала корпорации.

По мнению М. А. Лимитовского, существуют определенные критерии эффективной системы вознаграждения топ-менеджмента и материальная система вознаграждения должна обладать рядом свойств:

- премирование менеджмента за усилия и способности, а не за удачное стечение обстоятельств;
- разносторонний характер, т. е. помимо вознаграждения за доходы должно иметь место наказание за убытки, понесенные менеджментом, принявшим рискованные решения;
- долгосрочное стратегическое стимулирование, а не краткосрочный спекулятивный эффект;
- простота и однозначность, не позволяющие манипулировать показателями, от которых зависят бонусные выплаты;
- достаточный уровень вознаграждения, чтобы менеджеры ценили свое рабочее место, отказывались от удовлетворяющего поведения и при этом на них оказывался необходимый стимулирующий эффект.

Вместе с тем современные системы материального стимулирования топ-менеджеров удовлетворяют максимум одному-двум критериям из перечисленных и обладают рядом отрицательных черт, которые условно можно объединить в три группы.

1. *Слабая связь между вознаграждением и реальными достижениями.* Компенсационные пакеты зачастую бывают плохо структурированы. При этом размер вознаграждения связывается не с реальными достижениями менеджеров, а в большей степени со “счастливыми периодами” в жизни компании. Например, рост цен на нефть или газ может привести к росту прибылей в нефтегазовом секторе, и менеджеры считают это достаточным основанием для того, чтобы объявить себя создателями ценности и в зависимости от

какой-нибудь расчетной EVA (Economic Value Added — экономическая добавленная стоимость) повысить себе уровень вознаграждения. В “плохие периоды” пакеты структурированы так, чтобы за счет условно-постоянных окладов сохранить уровень текущих выплат.

2. *Неадекватный уровень и высокий разрыв между зарплатой топ-менеджеров и работников.* Реальные размеры вознаграждений менеджеров чаще всего являются их коммерческой тайной. По данным исследования Холла и Мерфи (2002), в конце XX столетия произошел драматический рост компенсационных выплат топ-менеджерам, и если в 1982 г. оплата CEO (Chief Executive Officer — высшее должностное лицо компании) крупной корпорации превышала оплату квалифицированного рабочего в среднем в 42 раза, то в начале 2000-х гг. уже в 531 раз.

3. *Манипулируемость.* В современных экономических условиях большое распространение получило явление “креативного эккаунтинга”, т. е. манипуляций отчетностью с целью создания информационного образа компании, не соответствующего истинному положению дел. Основной мотив такого поведения — стремление менеджеров скрыть изъяны в своей работе, сохранить свое положение в компании и, соответственно, уровень оплаты.

Кроме системы материальной мотивации, не меньшую значимость имеет система нематериального стимулирования. К числу таких стимулов относятся заинтересованность работника в сохранении работы и стабильности своего положения. Очевидно, что плохо выполняющий свои обязанности менеджер может быть перемещен на более низкую должность или уволен. Второй стимул — внутренняя мотивация, возникающая как следствие интереса к работе, потребности в самоуважении и уважении окружающих, наличия строгой корпоративной культуры и социальной ответственности. Последнее составляет суть этического поведения, стандарты которого должны быть приняты менеджментом, для того чтобы руководство компании было действительно успешным и эффективным. По мнению М. А. Лимитовского, этому способствуют следующие условия.

1. *Продуктово-рыночная конкуренция,* под которой понимается конкуренция на рынке товаров и услуг, оказывающая воздействие на менеджеров вследствие того, что угроза потери конкурентных преимуществ может создать угрозу банкротства с такими неприятными для менеджера последствиями, как, например, потеря зарплаты, репутации или работы. Минусом этого инструмента как фактора

повышения эффективности управления является то, что внимание акцентируется не на абсолютных успехах, а на сравнительных достижениях.

2. *Мониторинг собственника (“активизм” инвесторов)*. При этом под “активизмом инвесторов” следует понимать воздействие последних событий в мире и средств массовой информации на восприятие инвесторами их прав. Мониторинг собственника при этом может быть активным и включать в себя прямое воздействие на менеджеров (от увольнения до “убеждения”) с целью учета прежде всего интересов собственников. Подотчетность создает угрозу благосостоянию менеджмента, и компании начинают конкурировать не только в части производства продуктов и услуг, но и в области качества управления.

3. *Корпоративный долг*. Как известно, структура капитала компании является одним из источников повышения эффективности ее управления. Как показывают некоторые исследования, рост долга в структуре капитала компании способствует изъятию излишка денег в ней и не дает менеджерам истратить эти свободные средства на собственные нужды. Более того, долги повышают инициативу менеджеров, т. к. собственники не предъявляют такие жесткие требования, как кредиторы, к генерации денежных потоков. Кроме того, угроза банкротства возникает в связи с тем, что у компании существует долг, а стремление избежать банкротства производит на менеджеров стимулирующий эффект.

4. *Рынок корпоративного контроля*. Еще одна угроза, под воздействием которой, по идее, менеджеры должны работать лучше, создается рынком корпоративного контроля. Менеджеры боятся увольнения и понимают, что, если в результате молчаливого протеста инвесторов ценность их компании понизится, компания может быть захвачена (куплена) новыми хозяевами, которые сменят команду менеджеров.

5. *Требования законодательства и правила финансовых рынков*. Эффективность работы корпорации может во многом зависеть от позиции государства, поскольку в его власти усилить или ослабить действие всех перечисленных факторов. Итак, если государство реально будет способствовать развитию честной конкуренции, ограничивать деятельность “черных рейдеров”, создавать законы, направленные на защиту интересов акционеров, повышать информационную прозрачность и содействовать внедрению этических стандартов корпоратив-

ного руководства, оно способно значительно улучшить управление корпорациями и повысить их конкурентоспособность на глобальном рынке.

6. *Деятельность совета директоров.* Согласно законодательству РФ, совет директоров должен быть создан в любом акционерном обществе с числом акционеров более 50. Совет директоров (наблюдательный совет) создается для того, чтобы отслеживать и направлять деятельность менеджмента в интересах собственников-акционеров. Таким образом, в отличие от правления — собственно органа управления (management), занимающегося непосредственным исполнением решения общего собрания, совет директоров осуществляет руководство, т. е. обеспечивает интересы акционеров, предлагая и одобряя основные стратегические решения корпорации, не относящиеся к исключительной компетенции общего собрания.

Однако, несмотря на предполагаемую роль совета директоров как представителя интересов акционеров, в реальности его деятельность не всегда эффективна по нескольким причинам:

- отсутствие подлинной независимости у якобы независимых кандидатов;
- недостаточная внимательность, вовлеченность в процессы и компетентность;
- стремление избежать конфликтов и излишняя склонность к компромиссам.

По мнению Ричарда Виттингтона (1993), внешним проявлением неоптимальности работы совета директоров является разрыв в оплате труда директоров и работников компании, концентрация на текущих доходах в ущерб долгосрочным стратегическим выгодам (“шорт-термизм”), в результате чего наблюдается рост неожиданных и сокрушительных банкротств на первый взгляд успешных фирм.

Попыткой исправить вышеперечисленные негативные тенденции стала популярная идея разработки кодексов корпоративного поведения. Такие кодексы разрабатываются комиссиями по фондовым рынкам разных стран, наднациональными организациями, ассоциациями инвесторов (в России эту работу курирует Минэкономразвития России) и включают в себя систему взглядов их авторов на качественное корпоративное руководство (табл. 54).

Основные идеи кодексов состояли в необходимости:

- равного и непредвзятого отношения ко всем акционерам в плане защиты прав и доступа к информации;

Таблица 54

Сравнительная характеристика кодексов некоторых стран
(источник Coombs & Wong)

	Независимые директора	Разделение должностей председателя совета директоров и генерального директора	Смена внешних аудиторов	Частота финансовой отчетности	Требование "соответствуй или объясняй"	Специфические страновые особенности корпоративного руководства
Бразилия Кодекс CMV (2002 г.)	Максимально возможное количество	Явное предпочтение разделению	Не определено	Ежеквартально (в соответствии с законом)	Нет	Применение МСФО, GAAP, финансовых советов, "сопутствующие" права
Франция Отчет Voutron	Не менее половины совета	Рекомендаций нет	Регулярно для главных аудиторов	Рекомендаций нет	Нет	Закон требует привлечения двух аудиторов

Продолжение табл. 54

	Независимые директора	Разделение должностей председателя совета директоров и генерального директора	Смена внешних аудиторов	Частота финансовой отчетности	Требование "соответствующей или объясняющей"	Специфические страновые особенности корпоративного руководства
Россия Кодекс корпоративного поведения	Не менее четверти совета	Разделение функций требуется законом	Не определено	Ежеквартально	Нет	Правление
Сингапур Комитет по корпоративному руководству	Не менее трети совета	Рекомендовано	Не определено	Ежеквартально	Да	Предоставление информации о выплатах членам семей директоров

Окончание табл. 54

	Независимые директора	Разделение должностей председателя совета директоров и генерального директора	Смена внешних аудиторов	Частота финансовой отчетности	Требование “соответствуй или объясняй”	Специфические страновые особенности корпоративного руководства
Великобритания Кодекс Cadbury	Большинство исполнительных директоров Не менее половины совета	Рекомендовано	Периодически для главных аудиторов Не определено	Раз в полгода	Да	
Объединенный кодекс	Большинство совета директоров	Явное предписание разделению	Не определено	Раз в полгода	Да	
США Conference Board	Большинство совета директоров	Разделение — один из трех допустимых вариантов	Рекомендовано для аудиторских фирм	Ежеквартально	Нет	

— подотчетности советов директоров и контроля со стороны акционеров;

— максимальной информационной прозрачности компаний.

В связи с этим менеджерам не следовало:

— скрывать личный интерес в осуществлении тех или иных сделок компании;

— использовать инсайдерную информацию в личных целях, что могло бы ущемить интересы других участников бизнеса, акционеров (в том числе миноритарных);

— спекулировать акциями руководимых и управляемых компаний на краткосрочной основе.

Основными условиями для достижения этих целей считались следующие меры:

— разделение функций председателя правления и председателя совета директоров компаний;

— введение в состав совета директоров независимых членов;

— периодическое раскрытие финансовой отчетности компании.

6.7. Оценка стоимости мотивации топ-менеджеров компании на основе варрантов

В современных динамичных условиях развития рынка капитала России все большую важность приобретает эффективность управления компаниями. Собственники фирм не могут принимать достаточно квалифицированные управленческие решения, и по этой причине они нанимают топ-менеджеров, для которых управление фирмой является профессией. В этих условиях оказывается важной не только квалификация управленческого персонала высшего звена, но также его репутация и мотивация на рост и развитие фирмы. Обычные компенсационные пакеты современного топ-менеджера корпорации, используемые для его мотивации, могут включать в себя:

— оклад;

— бонус, зависящий от прибыльности компании;

— инициативную часть, основанную на росте цены акций;

— право пользования корпоративным имуществом;

— социальный пакет.

Однако данная система материального вознаграждения менеджеров обладает существенными недостатками:

— слабая связь между вознаграждением и результатами;

— неадекватный уровень и высокий разрыв между зарплатой топ-менеджеров и работников;

— манипулируемость отчетностью компании.

Проблема эффективной мотивации топ-менеджеров компаний достаточно широко обсуждается в финансовой литературе. Менеджеры зачастую заинтересованы в собственном благосостоянии больше, чем в процветании корпорации. Возникает конфликт интересов, в результате которого акционеры несут агентские издержки.

В связи с этим существует ряд способов и рекомендаций более эффективно мотивировать топ-менеджеров. Так, в книге Лимитовского “Инвестиционные проекты и реальные опционы на развивающихся рынках” показано, как можно поставить размер материального вознаграждения топ-менеджера в зависимость от конечного результата деятельности фирмы под управлением данного агента. Для этого рекомендуется использовать не прибыль, поскольку ею можно манипулировать как бухгалтерскими, так и небухгалтерскими приемами, а экономическую добавленную стоимость (EVA), которую создают новые инвестиционные или инновационные проекты фирмы. Однако в этом случае, если проекты краткосрочные или среднесрочные, максимизация EVA может не привести к максимизации чистого приведенного дохода (NPV) проекта.

Чтобы решить проблему противоречия мотивации топ-менеджмента методом EVA, ряд авторов предлагают использовать модифицированный показатель $EVA(m)$. Он позволяет стимулировать топ-менеджеров только по итогам уже завершенных проектов.

Однако важно мотивировать топ-менеджеров не только материально, но и нематериально. Так, Д. В. Подшибякиным для эталонных мотивационных предпочтений топ-менеджеров были получены результаты, представляющие практическую ценность. Для инновационного проекта можно вывести оптимальное значение NPV и, отталкиваясь от него, выстроить эффективную систему мотивации топ-менеджера, который становится в этом случае “другом” компании. Если не следовать данному подходу, топ-менеджер может превратиться в “диверсанта” либо просто не найти общего языка с собственниками компании и отказаться от участия в проекте. При этом было установлено, что равновесное значение NPV находится в прямой зависимости от премиального фонда, которым располагает компания. Это накладывает ограничение на мотивационные возможности компании, что также необходимо учитывать.

Таким образом, более глубокий взгляд на проблему эффективной мотивации топ-менеджмента корпорации предполагает разделение данных агентов на друзей корпорации, регентов (максимально осваивающих капитал фирмы без ориентации на результат) и диверсантов (принимающих решения во вред остальным акционерам и бизнесу в целом). При этом М. А. Лимитовский предлагает рассматривать топ-менеджеров как два типа инсайдеров в фирме: инсайдеров, повышающих ценность компании, и инсайдеров, мотивированных на рост ценности компании. В связи с этим на практике согласно модели М. А. Лимитовского определяется доля инсайдера в доходах, которая перевешивает потерю альтернативных доходов (диверсант) и вместе с тем не создает деструктивной мотивации (регент). В результате в его работе «Репутация, квалификация и мотивация как драйверы ценности» доказан важный практический вывод, заключающийся в том, что рациональный инсайдер, не несущий материальной ответственности за принятие неэффективных проектов, не может быть конструктивно мотивирован.

Однако многие авторы считают, что для действительно объективной оценки деятельности менеджеров, необходимо, чтобы их работу оценивал рынок, а не они сами. Тогда вариантами разрешения противоречий мотивации топ-менеджмента методом EVA или $EVA(m)$ могут быть следующие.

1. *Передача менеджерам части акций компании.* Однако в этом случае менеджеры становятся ключевыми опасными персонами в акционерном обществе.

2. *Индексация вознаграждения менеджеров в зависимости от стоимости акций компании.* Однако, например, передача им в этом случае колл-опционов на акции опасна, т. к. менеджеры могут стать совладельцами компании. Поэтому лучше использовать расчетные опционы, не предполагающие поставку базисного актива. Кроме того, опционы должны быть европейскими, приуроченными к моменту завершения проекта. Это необходимо для того, чтобы избежать действий менеджеров, направленных на краткосрочное повышение рыночной цены акций.

Мотивация топ-менеджеров колл-опционами на акции руководимой ими компании достаточно популярна в практических финансовых и научных кругах. Так, Бригхэм и Хьюстон утверждают, что система оплаты труда менеджеров должна быть построена таким образом, чтобы они получали вознаграждение в зависимости от сто-

имости акций в долгосрочном периоде, а не на момент исполнения опциона на акции. Это означает, что опционы на акции должны передаваться постепенно на протяжении нескольких лет, чтобы менеджеры были заинтересованы в поддержании высокой стоимости акций все это время.

Однако колл-опционы на акции, выписываемые топ-менеджерам, существенно отличаются от обычных фондовых опционов. Они обычно называются *варрантами*. В связи с этим рассмотрим подробно, что такое варрант по своей сути.

Бригхем и Гапенски пишут, что варрант — это опцион, выпускаемый компанией, который дает его владельцу право купить установленное число акций компании по определенной цене. Часто варранты распространяются в ходе размещения займа и используются для того, чтобы побудить инвесторов купить облигации долгосрочного займа фирмы с более низкой ставкой процента, чем при иных условиях покупки.

Маршалл и Бансал утверждают, что варранты отличаются от фондовых опционов по нескольким позициям. Во-первых, варранты выпускаются той корпорацией, акции которой и являются активом, лежащим в основе варранта. Во-вторых, варранты необязательно “покрывают” 100 акций. В-третьих, они имеют очень большой срок действия — обычно от трех до десяти лет. В-четвертых, их необязательно исполнять в течение всего срока действия — период исполнения может быть более ограниченным. В-пятых, они часто выпускаются вместе с “прикрепленными” к ним другими ценными бумагами корпорации, чаще всего долговыми обязательствами и привилегированными акциями, но варранты являются отделяемыми. А именно, если долговые обязательства или акции были куплены вместе с варрантами, то варранты можно “отделить” и продать отдельно от долговых обязательств или акционерного капитала. Варранты используются также в качестве элемента поощрения ключевых работников и их мотивации работать наилучшим образом в интересах акционеров (для снижения агентских издержек).

Б. Т. Кузнецов еще конкретизирует некоторые особенности варрантов. В отличие от опционов колл варранты выписываются в ограниченном количестве. Общее количество варрантов определенного типа сокращается со временем по мере их исполнения. Исполнение варрантов ведет к их постоянному сокращению, в то время как исполнение опционов колл никак не сказывается на поло-

жении предприятия-эмитента. Обычно варранты выписываются на длительный срок (на 5 лет и выше). Выписываются и бессрочные варранты.

Дж. К. Халл при этом разделяет такие понятия как “варрант” и “управленческий акционерный опцион”. В частности, варрант он определяет как опцион колл, который часто сопряжен с выпуском облигаций. Варрант выпускается в дополнение к облигациям, чтобы сделать их более привлекательными для инвесторов. Как правило, варранты действуют много лет. Иногда они котируются отдельно от облигаций, к которым изначально прилагались. Управленческий акционерный опцион Халл определяет как опцион колл, выпускаемый для стимулирования менеджеров компании.

Тем не менее А. Дамодаран определяет варрант более просто, а именно как опцион колл, выпущенный фирмой либо для выполнения контракта, предусматривающего вознаграждение менеджмента, либо для привлечения собственного капитала.

При всей привлекательности мотивации топ-менеджеров с помощью варрантов совершенно очевидно, что данная мотивация, как и любая другая, должна иметь определенную цену для компании. Выпускать для менеджеров варранты американского типа, как уже указывалось выше, нецелесообразно. Они должны быть европейскими. Однако несмотря на то, что срок исполнения новых варрантов наступит в отдаленном будущем, рынок уже сейчас переоценит акции компании, исходя из этих будущих возможностей. Возможное исполнение варрантов повысит число акций компании, находящихся в обращении, и вольет свежую кровь в фирму. При этом оба этих фактора оказывают воздействие на цену акций. Ожидаемое отрицательное влияние (вследствие “разбавления”) исполнения опциона понизит ценность других варрантов, которые аналогичны опционам на покупку. Цена акции также корректируется с поправкой на ожидаемое разбавление, являющееся следствием исполнения опциона.

А. Дамодаран в своей книге “Инвестиционная оценка. Инструменты и техника оценки любых активов” использует для оценки варранта модель Блэка–Шоулза без дивидендов. Однако для более реалистичной картины деятельности корпорации следовало бы использовать модель с дивидендами для варранта европейского типа. Так, Крушвиц, Шефер и Шваке предлагают использовать биномиальную CRR-модель с дивидендами. При этом модель однопериодная и дивиденд выплачивается только один раз в конце планируемого срока.

А. Н. Буренин в своей книге “Форварды, фьючерсы, опционы, экзотические и погодные производные” описывает как биномиальную многопериодную модель оценки опциона на акцию с постоянными дивидендами, так и модель Блэка–Шоулза с постоянными дивидендами. Также второй вариант модели используют такие авторы, как Дж. К. Халл и А. Дамодаран. И хотя перечисленные авторы используют эти модели для обычных фондовых опционов, применение их для варрантов имеет некоторые вычислительные особенности, которые мы изучим в дальнейшем. Также следует отметить, что модель Блэка–Шоулза чаще используется для оценки европейских опционов, т. к. дает наиболее низкую, т. е. консервативную, стоимость опциона. Таким образом, для оценки стоимости европейского варранта мы будем использовать модель Блэка–Шоулза с постоянными дивидендами.

Поправка на разбавление, оказывающее влияние на цену акции, в модели Блэка–Шоулза достаточно проста. Цена акции корректируется с поправкой на ожидаемое разбавление, являющееся следствием исполнения опциона. В случае варрантов, например,

$$S_k = \frac{S_{k-1}n_S + W_{k-1}n_W}{n_S + n_W},$$

где S — текущая стоимость акции (руб.);

n_S — количество акций в обращении (шт.);

W — стоимость варранта в обращении (руб.);

n_W — количество варрантов в обращении (шт.);

k — номер итерации.

При исполнении варрантов число акций в обращении повысится, что приведет к сокращению цены акций. Числитель формулы отражает рыночную стоимость собственного капитала, включая и акции, и варранты в обращении. Сокращение S уменьшит стоимость опциона колл.

Чем продолжительнее срок жизни опциона, тем менее практична оценка приведенной стоимости дивидендов, поэтому можно использовать альтернативный подход. Если на протяжении жизни опциона ожидается неизменность дивидендной доходности (годовой дивиденд/текущая стоимость акции), то модель Блэка–Шоулза можно модифицировать следующим образом:

$$W = Se^{-yt}N(d_1) - Ke^{-rt}N(d_2),$$

$$d_1 = \frac{\ln \frac{S}{K} + \left(r - y + \frac{\sigma^2}{2}\right)t}{\sigma\sqrt{t}},$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t},$$

где y — непрерывная годовая ставка дивидендной доходности (%);

t — время до исполнения опциона (лет);

$N(d)$ — кумулятивная функция нормального распределения;

K — цена исполнения опциона (руб.);

r — непрерывная годовая ставка безрисковой доходности (сила роста) (%);

σ — среднее квадратическое отклонение годовой доходности акции (%).

В подобном анализе есть что-то вроде замкнутого круга, поскольку для оценки поправки на разбавление S требуется знать стоимость варранта W , а для его оценки необходимо иметь поправку на разбавление S . Данную проблему можно разрешить, начиная процесс расчета с предположения по поводу стоимости варранта W_0 (например, текущей рыночной стоимости варранта). Это даст необходимую нам величину S_1 , и полученную величину можно использовать в качестве входного параметра для переоценки стоимости варранта W_1 .

Пример 10. *Avatek Corporation* — фирма, занимающаяся недвижимостью. В обращении находится 19,637 млн акций, продающихся по цене 0,38 долл. за штуку. В настоящее время компания выпустила для топ-менеджеров 1,8 млн европейских варрантов, которым осталось 4 года до истечения их срока, и с ценой исполнения 2,25 долл. Среднее квадратическое отклонение доходности акции составило 93%. Четырехлетняя непрерывная ставка по казначейским облигациям равна 4,9% годовых. Варранты продавались по цене 0,12 долл. за варрант в момент проведения анализа. Мы добавим также условие, что непрерывная дивидендная доходность останется в ближайшие 4 года неизменной и составит 2,51% годовых. Необходимо оценить скорректированную цену акции и стоимость варранта, а также цену мотивации топ-менеджеров с помощью варрантов.

Используя описанную нами модель, имеем следующие входные параметры модели:

$$\begin{aligned} S_0 &= 0,38 \text{ долл.}, & n_S &= 19,637 \text{ млн акций}, & K &= 2,25 \text{ долл.}, \\ W_0 &= 0,12 \text{ долл.}, & n_W &= 1,8 \text{ млн варрантов}, & \sigma &= 0,93, \\ y &= 2,51\%, & r &= 4,9\%, & t &= 4 \text{ года.} \end{aligned}$$

Тогда

$$S_1 = \frac{S_0 n_S + W_0 n_W}{n_S + n_W} = \frac{0,38 \cdot 19,637 + 0,12 \cdot 1,8}{19,637 + 1,8} = 0,358169 \text{ (долл.)}.$$

Эта поправка на разбавление цены акции позволяет переоценить справедливую стоимость варранта W_1 :

$$d_1 = \frac{\ln \frac{0,358169}{2,25} + \left(0,049 - 0,0251 + \frac{0,93^2}{2} \right) 4}{0,93 \cdot 2} = -0,006602,$$

$$d_2 = -0,006602 - 0,93 \cdot 2 = -1,866602,$$

$$N(d_1) = 0,5 - 0,002641 = 0,497359,$$

$$N(d_2) = 0,5 - 0,469062 = 0,030938,$$

$$\begin{aligned} W_1 &= 0,358169 e^{-0,0251 \cdot 4} 0,497359 - 2,25 e^{-0,049 \cdot 4} 0,030938 = \\ &= 0,103901 \text{ (долл.)}. \end{aligned}$$

Заметим, что полученные нами значения d_1 и d_2 не соответствуют точным табличным значениям кумулятивной функции нормального распределения $N(d)$ (см. приложение). Поэтому для получения точных значений можно использовать, например, метод линейной интерполяции.

Однако 1-я итерация значений S и W приводит к необходимости их дальнейшего уточнения. Проводя снова описанную выше процедуру, получаем следующие значения S и W в табл. 55.

Таблица 55

Результаты пяти итераций значений справедливой стоимости акции S и стоимости варранта W

Итерация k	1	2	3	4	5
S (долл.)	0,358169	0,336819	0,316461	0,297072	0,27863
W (долл.)	0,103901	0,094364	0,085551	0,077439	—

В целях визуализации полученных данных построим графики значений S и W в зависимости от номера итерации (рис. 44 и 45), используя для этого пакет *Matlab*:

```
>> time=[0 1 2 3 4 5];
>> temp=[0.38 0.358169 0.336819 0.316461 0.297072 0.27863];
>> plot(time,temp)
>> grid on
>> title('Share Value')
>> xlabel('Iteration Number')
>> ylabel('{\itS} (USD)')

>> time=[0 1 2 3 4];
>> temp=[0.12 0.103901 0.094364 0.085551 0.077439];
>> plot(time,temp,'bo-')
>> grid on
>> title('Warrant Cost')
>> xlabel('Iteration Number')
>> ylabel('{\itW} (USD)')
```

Как видно из графиков, процесс корректировки значений S и W теоретически можно проводить до тех пор, пока стоимость варранта W не станет равной нулю. Стоимость акции S при этом уменьшится существенно по сравнению с первоначальным значением $S_0 = 0,38$ долл. Однако на практике рынки слабо реагируют на выпуск варрантов компаниями, таким образом, стоимость акций снижается незначительно. Поэтому мы рекомендуем остановиться на той корректировке справедливой цены акции, которая будет наблюдаться после первого уточнения справедливой цены варранта. Таким образом, новая рыночная цена акции составит приблизительно $S_2 = 0,336819$ долл., а новая рыночная цена варранта — $W_1 = 0,103901$ долл. Учитывая, что в настоящее время в обращении у компании *Avatek Corporation* находится 19,637 млн акций, цена мотивации топ-менеджеров, оцененная с помощью варрантов, будет примерно равна $(0,38 - 0,336819)19,637 = 0,847945$ млн долл.

Данный результат необходимо сравнить с ближайшим аналогом. Неудачно рассматривать полученную цену мотивации как абсолютный показатель, который ограничивает или расширяет возможности инвестирования компании в новые перспективные проекты. Даже если бюджет инвестиционного фонда фирмы строго ограничен, данная сумма 0,847945 млн долл. не связана напрямую с текущим бюджетом компании. Этот показатель, напротив, является в

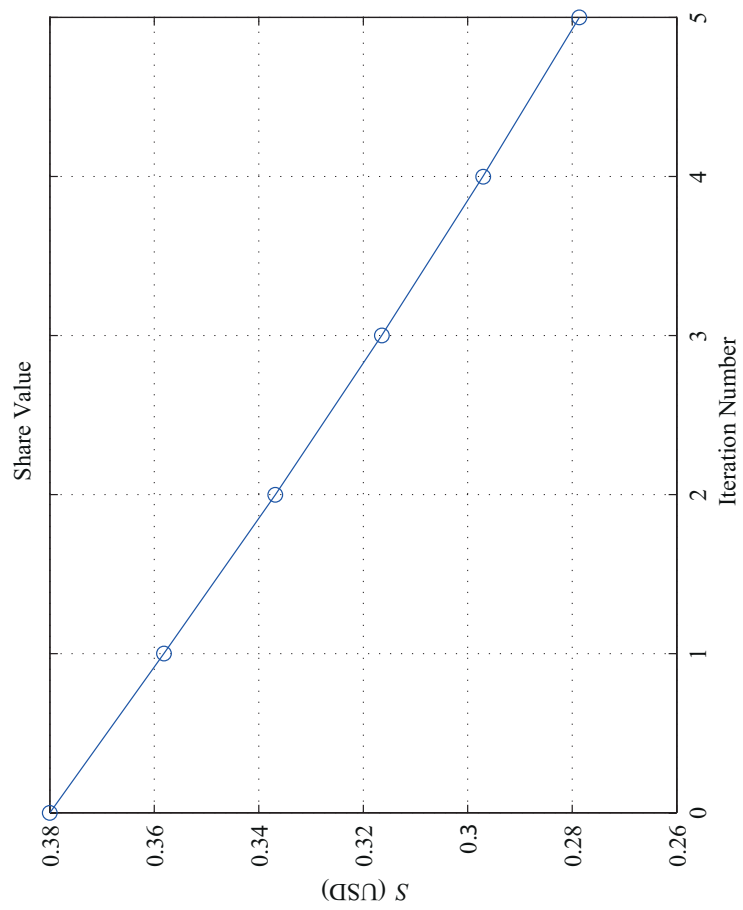


Рис. 44. Значения справедливой стоимости акции S в зависимости от номера итерации (долл.)

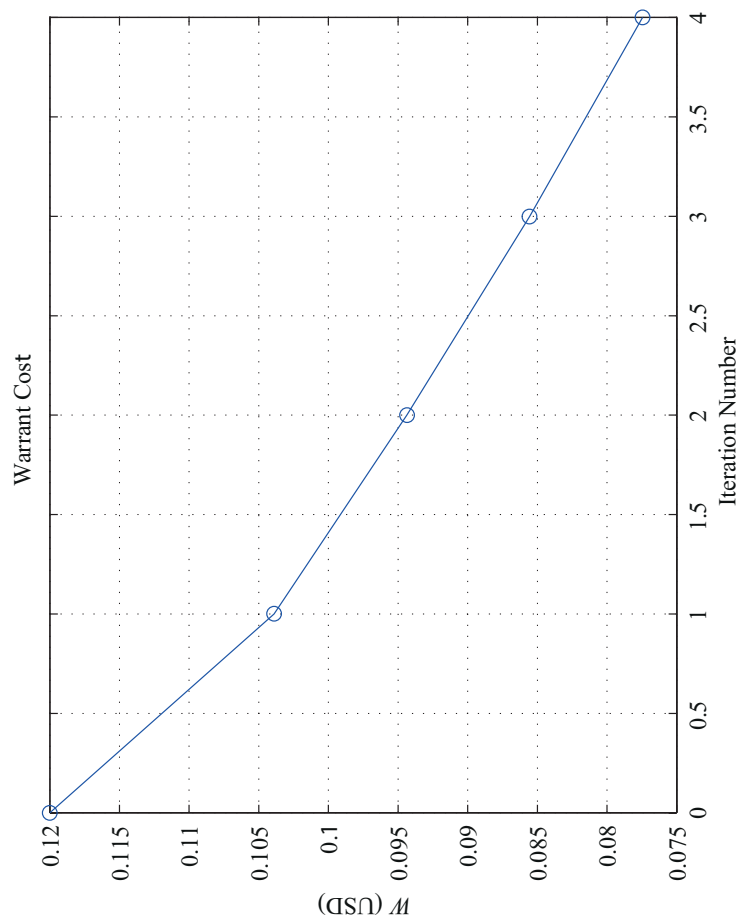


Рис. 45. Значения справедливой стоимости варранта W в зависимости от номера итерации (долл.)

большей степени рыночным и вовсе не требует премиальной оплаты работы топ-менеджеров в подобном объеме. Напротив, он отражает текущую оценку результативности их работы в соответствии с их уровнем квалификации, репутации и мотивации.

Сумму 0,847945 млн долл. наиболее логично сравнивать с текущей стоимостью прироста рыночной стоимости корпорации за планируемый период в 4 года. Если предполагается, что текущая стоимость прироста будет больше, чем 0,847945 млн долл., то способ оценки мотивации топ-менеджеров с помощью варрантов является оправданным. Однако точность прогнозов, пусть даже и на 4 года вперед, сама по себе требует серьезной квалификации аналитиков, которые ее выполняют (равно как и стопроцентная адекватность полученной нами стоимости мотивации в 0,847945 млн долл.).

Таким образом, в современных экономических условиях важной характеристикой управленческого персонала высшего звена является не только его квалификация и деловая репутация, но также и мотивация на инновационное развитие компании. Большинство современных исследователей пришли к общему мнению, согласно которому для объективной оценки деятельности топ-менеджмента компании необходимо, чтобы результаты его работы оценивал рынок, а не субъективный человеческий фактор (в лице тех же топ-менеджеров).

Однако, при всей привлекательности оценки мотивации топ-менеджеров с помощью варрантов совершенно очевидно, что данная мотивация, как и любая другая, должна иметь определенную цену для компании. Несмотря на то, что срок исполнения новых варрантов наступит в отдаленном будущем, рынок уже сейчас переоценивает акции компании, исходя из будущих возможностей. Цена акций корректируется с поправкой на ожидаемое разбавление, которое является следствием исполнения варрантов.

Методологической трудностью данного анализа является существование своего рода замкнутого круга, поскольку для оценки поправки на разбавление стоимости акции требуется знать стоимость варранта, а для его оценки, в свою очередь, необходимо иметь поправку на разбавление стоимости акции. Данную проблему можно решить, если начинать процесс расчета с предположения о стоимости варранта (например, брать текущую рыночную стоимость варранта). Это даст первоначальную оценку величины стоимости акции, которую затем можно использовать в качестве входного параметра — для переоценки стоимости варранта.

6.8. Вопросы для самоконтроля

1. Опишите процесс формирования мотива.
2. Охарактеризуйте базовые понятия системы мотивации и опишите их взаимосвязь.
3. Охарактеризуйте существующие содержательные теории мотивации деятельности персонала.
4. Охарактеризуйте существующие процессуальные теории мотивации деятельности персонала.
5. Дайте сравнительную характеристику содержательных и процессуальных теорий мотивации персонала.
6. Каким критериям должна удовлетворять система мотивации инновационно активного предприятия?
7. Опишите основные поведенческие типы, участвующие в инновационной деятельности предприятия.
8. Из каких блоков может состоять система мотивации инновационной деятельности предприятия?
9. Что следует понимать под физиологическими мотиваторами проявления креативности личности?
10. Опишите основные этапы оценки эффективности системы мотивации топ-менеджмента корпорации.
11. Каким критериям должна удовлетворять эффективная система вознаграждения топ-менеджмента корпорации?

Выберите правильный вариант ответа

1. Объединение потребностей человека в группы существования, связи и роста является особенностью теории мотивации:
 - a) К. Альдерфера;
 - b) А. Маслоу;
 - c) Ф. Герцберга;
 - d) В. Врума.

2. Особенность теории мотивации Л. Портера и Э. Лоулера это:
- a) анализ факторов условий труда и мотивирующих факторов;
 - b) использование элементов теории ожидания и теории справедливости;
 - c) изучение потребностей человека, являющихся основным мотивом их поведения;
 - d) все ответы верны.
3. Модель мотивации инновационной деятельности корпорации предусматривает:
- a) оценку эффективности инновационно ориентированной деятельности;
 - b) коучинг персонала, занятого инновационной деятельностью;
 - c) создание физиологических мотиваторов инновационно ориентированного труда;
 - d) все ответы верны.
4. В соответствии с теоремой о существовании и единственности мотивационного оптимума, точки мотивационного оптимума не существует в том случае, если:
- a) $\bar{\varepsilon} < \bar{p}$;
 - b) $\bar{\varepsilon} = \bar{p}$;
 - c) $\bar{\varepsilon} > \bar{p}$.

Ответы

1. a). 2. b). 3. d). 4. b).

Заключение

Инновационная деятельность на современном этапе развития экономики выступает в качестве основного направления, обеспечивающего совершенствование деятельности организаций на новой технической и технологической основе, а также развитие систем управления, применяемых инструментов и методов. Поэтому успех деятельности организации напрямую зависит от наличия квалифицированных кадров, способных своевременно и грамотно принимать и реализовывать инновационные решения.

В учебнике подробным образом были разобраны основные методы и подходы к разработке и принятию решений в управлении инновациями. Тем не менее будущему специалисту в области управления инновационной деятельностью было бы полезно еще более детально изучить некоторые из уже обозначенных нами вопросов. С этой целью мы можем дать следующие рекомендации.

Кроме классических методов прогнозирования инновационных процессов и разработки инновационных решений, подробно рассмотренных в главах 1–3, также можно использовать в ходе принятия решений в области управления инновациями модели, применяемые для оценки различного рода активов, описанные А. Дамодараном, изучение трудов которого поможет приобрести дополнительные навыки в области финансирования корпоративных инноваций. С целью наиболее подробного освоения технологий разработки инновационных решений в условиях неопределенности мы рекомендуем научные труды И. Г. Черноруцкого, А. В. Антонова и др. Для дополнительного изучения вопросов, связанных с мотивацией топ-менеджеров и персонала в контексте инновационного развития организации, можно обратиться к изучению книг М. А. Лимитовского и Б. Г. Литвака.

Мы надеемся, что данный учебник позволит будущим специалистам-инноваторам приобрести знания и навыки, необходимые для успешного управления инновационной деятельностью, а также с легкостью разобраться в проблемах, наиболее часто встречающихся в ходе разработки и принятия инновационных решений.

Приложение

Таблица 56

Область под кривой нормального распределения для нахождения $N(d)$

d	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	0,0000	0,0040	0,0080	0,0120	0,0160	0,0199	0,0239	0,0279	0,0319	0,0359
0,1	0,0398	0,0438	0,0478	0,0517	0,0557	0,0596	0,0636	0,0675	0,0714	0,0753
0,2	0,0793	0,0832	0,0871	0,0910	0,0948	0,0987	0,1026	0,1064	0,1103	0,1141
0,3	0,1179	0,1217	0,1255	0,1293	0,1331	0,1368	0,1406	0,1443	0,1480	0,1517
0,4	0,1554	0,1591	0,1628	0,1664	0,1700	0,1736	0,1772	0,1808	0,1844	0,1879
0,5	0,1915	0,1950	0,1985	0,2019	0,2054	0,2088	0,2123	0,2157	0,2190	0,2224
0,6	0,2257	0,2291	0,2324	0,2357	0,2389	0,2422	0,2454	0,2486	0,2517	0,2549
0,7	0,2580	0,2611	0,2642	0,2673	0,2704	0,2734	0,2764	0,2794	0,2823	0,2852
0,8	0,2881	0,2910	0,2939	0,2967	0,2995	0,3023	0,3051	0,3078	0,3106	0,3133
0,9	0,3159	0,3186	0,3212	0,3238	0,3264	0,3289	0,3315	0,3340	0,3365	0,3389
1,0	0,3413	0,3438	0,3461	0,3485	0,3508	0,3531	0,3554	0,3577	0,3599	0,3621
1,1	0,3643	0,3665	0,3686	0,3708	0,3729	0,3749	0,3770	0,3790	0,3810	0,3830
1,2	0,3849	0,3869	0,3888	0,3907	0,3925	0,3944	0,3962	0,3980	0,3997	0,4015
1,3	0,4032	0,4049	0,4066	0,4082	0,4099	0,4115	0,4131	0,4147	0,4162	0,4177
1,4	0,4192	0,4207	0,4222	0,4236	0,4251	0,4265	0,4279	0,4292	0,4306	0,4319
1,5	0,4332	0,4345	0,4357	0,4370	0,4382	0,4394	0,4406	0,4418	0,4429	0,4441

Окончание табл. 56

d	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
1,6	0,4452	0,4463	0,4474	0,4484	0,4495	0,4505	0,4515	0,4525	0,4535	0,4545
1,7	0,4554	0,4564	0,4573	0,4582	0,4591	0,4599	0,4608	0,4616	0,4625	0,4633
1,8	0,4641	0,4649	0,4656	0,4664	0,4671	0,4678	0,4686	0,4693	0,4699	0,4706
1,9	0,4713	0,4719	0,4726	0,4732	0,4738	0,4744	0,4750	0,4756	0,4761	0,4767
2,0	0,4773	0,4778	0,4783	0,4788	0,4793	0,4798	0,4803	0,4808	0,4812	0,4817
2,1	0,4821	0,4826	0,4830	0,4834	0,4838	0,4842	0,4846	0,4850	0,4854	0,4857
2,2	0,4861	0,4864	0,4868	0,4871	0,4875	0,4878	0,4881	0,4884	0,4887	0,4890
2,3	0,4893	0,4896	0,4898	0,4901	0,4904	0,4906	0,4909	0,4911	0,4913	0,4916
2,4	0,4918	0,4920	0,4922	0,4925	0,4927	0,4929	0,4931	0,4932	0,4934	0,4936
2,5	0,4938	0,4940	0,4941	0,4943	0,4945	0,4946	0,4948	0,4949	0,4951	0,4952
2,6	0,4953	0,4955	0,4956	0,4957	0,4959	0,4960	0,4961	0,4962	0,4963	0,4964
2,7	0,4965	0,4966	0,4967	0,4968	0,4969	0,4970	0,4971	0,4972	0,4973	0,4974
2,8	0,4974	0,4975	0,4976	0,4977	0,4977	0,4978	0,4979	0,4979	0,4980	0,4981
2,9	0,4981	0,4982	0,4982	0,4982	0,4984	0,4984	0,4985	0,4985	0,4986	0,4986
3,0	0,4987	0,4987	0,4987	0,4988	0,4988	0,4989	0,4989	0,4989	0,4990	0,4990

Например: $d = 0,32 \implies N(d) = 0,5 + 0,1255 = 0,6255$;

$d = -0,32 \implies N(d) = 0,5 - 0,1255 = 0,3745$.

Список литературы

1. Альтшулер И., Фияксель Э. “Куб” инноваций и палитра инноваторов. Идеи, проекты, уроки и комментарии. М.: Дело, 2007.
2. Антонов А. В. Системный анализ: учебник для вузов. М.: Высш. шк., 2004.
3. Ануфриев И. Е., Смирнов А. Б., Смирнова Е. Н. МАТЛАВ 7. СПб.: БХВ-Петербург, 2005.
4. Баранчев В. П., Масленников Н. П., Мишин В. М. Управление инновациями: учебник. М.: Высшее образование, Юрайт-Издат, 2009.
5. Белолипцев И. И. и др. Моделирование управленческих решений в сфере экономики в условиях неопределенности: монография. М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015.
6. Вертакова Ю. В., Козьева И. А., Кузьбожев Э. Н. Управленческие решения: разработка и выбор: учеб. пособие. М.: КНОРУС, 2005.
7. Волков А. Т. и др. Управление инновационной деятельностью: учеб. пособие. Н. Новгород: Изд-во Мининского университета, 2015.
8. Дамодаран А. Инвестиционная оценка. Инструменты и техника оценки любых активов. М.: Альпина Бизнес Букс, 2004.
9. Дьяконов В. П. Maple 9.5/10 в математике, физике и образовании. М.: СОЛОН-Пресс, 2006.
10. Дьяконов В. П. Mathematica 5/6/7. Полное руководство. М.: ДМК Пресс, 2010.
11. Крушвиц Л. Инвестиционные расчеты. СПб.: Питер, 2001.
12. Кузнецов А. В., Сакович В. А., Холод Н. И. Высшая математика. Математическое программирование. Мн.: Вышэйшая школа, 1994.
13. Кузнецова Н. В. Методы принятия управленческих решений: учеб. пособие. М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015.
14. Лимитовский М. А. Инвестиционные проекты и реальные опционы на развивающихся рынках: учеб.-практич. пособие. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Юрайт, 2008.
15. Литвак Б. Г. Разработка управленческого решения: учебник для вузов. Изд. 7-е, испр., доп. М.: Дело, 2008.
16. Лобанова Е. Н. и др. Корпоративный финансовый менеджмент: учеб.-практич. пособие. М.: Юрайт, 2012.
17. Половко А. М. Mathematica для студента. СПб.: БХВ-Петербург, 2007.

18. Половко А. М., Бутусов П. Н. MATLAB для студента. СПб.: БХВ-Петербург, 2005.
19. Рош Дж. Стоимость компании: от желаемого к действительному. Мн.: Гревцов Паблишер, 2008.
20. Сдвижков О. А. Математика на компьютере: Maple 8. М.: СОЛОН-Пресс, 2003.
21. Сендеров В. Л. и др. Методы принятия управленческих решений: учеб. пособие. М.: ИНФРА-М, 2016.
22. Туккель И. Л. и др. Методы и инструменты управления инновационным развитием промышленных предприятий: монография. СПб.: БХВ-Петербург, 2013.
23. Туккель И. Л. и др. Разработка и принятие решения в управлении инновациями: учеб. пособие. СПб.: БХВ-Петербург, 2011.
24. Туккель И. Л. и др. Экономика и финансовое обеспечение инновационной деятельности: учеб. пособие. СПб.: БХВ-Петербург, 2011.
25. Туккель И. Л., Сурина А. В., Культин Н. Б. Управление инновационными проектами: учебник. СПб.: БХВ-Петербург, 2011.
26. Чернолуцкий И. Г. Методы принятия решений. СПб.: БХВ-Петербург, 2005.
27. Яшин С. Н. и др. Инвестиционное планирование модернизации оборудования производственной компании: монография. Н. Новгород: ООО «Печатная Мастерская РАДОНЕЖ», 2015.
28. Яшин С. Н. и др. Экономика и финансовое обеспечение инновационной деятельности: учебник. В 2-х т. Т. 2: Финансовое обеспечение. Н. Новгород: Изд-во ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2016.
29. Яшин С. Н., Кошелев Е. В., Купцов А. В. Разработка и реализация инновационно-инвестиционной стратегии предприятия: монография. Н. Новгород: Изд-во НГТУ им. Р. Е. Алексеева, 2011.
30. Яшин С. Н., Кошелев Е. В., Купцов А. В. Разработка и финансовое обеспечение инновационной стратегии предприятия: учеб. пособие. Н. Новгород: Изд-во НГТУ им. Р. Е. Алексеева, 2012.
31. Яшин С. Н., Туккель И. Л., Кошелев Е. В. Экономика и финансовое обеспечение инновационной деятельности. Том 1. Экономика: учебник. СПб.: БХВ-Петербург, 2014.

Авторы

Яшин Сергей Николаевич

Доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой менеджмента и государственного управления Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского.

Читает курсы: “Инновационный менеджмент”, “Инвестиционный менеджмент”, “Разработка управленческих решений”, “Экономика и финансовое обеспечение инновационной деятельности”, “Управление, организация и планирование производства”. Автор более 200 научных публикаций и 20 учебных пособий в области инноватики.



Туккель Иосиф Львович

Доктор технических наук, профессор Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, председатель научно-методического совета по направлению высшего образования “Инноватика”.

Ведет авторскую магистерскую программу “Управление инновационными процессами”.

Читает курсы: “Управление инновационными проектами”, “Теоретическая инноватика”.

Инициатор создания и руководитель разработки направления высшего образования “Инноватика”. Автор около 200 научных публикаций, в том числе монографий, учебников, а также изобретений. Заслуженный деятель науки Российской Федерации, лауреат премии Правительства РФ в области образования, почетный доктор наук Лаппеенрантского университета технологий, Финляндия.

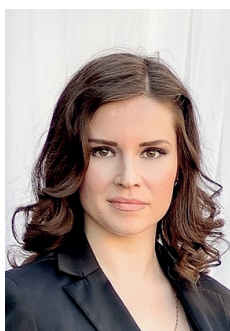




Кошелев Егор Викторович

Кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента и государственного управления Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского.

Читает курсы: “Управление проектами”, “Экономическая оценка инвестиций в муниципальную экономику”. Автор более 100 научных публикаций и 10 учебных пособий в области высшей математики, финансов и инноватики.



Коробова Юлия Сергеевна

Кандидат экономических наук, ассистент кафедры менеджмента и государственного управления Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского.

Читает курсы: “Стратегия управления предприятием”, “Стратегический менеджмент”, “Экологический менеджмент”. Автор более 40 научных публикаций и 4 учебных пособий в области инноватики и менеджмента.



Захарова Юлия Владимировна

Кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента и государственного управления Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского.

Читает курсы: “Методы принятия управленческих решений”, “Управление в социальной сфере”. Автор более 50 научных публикаций и 5 учебных пособий в области менеджмента и инноватики.

Сергей Николаевич Яшин
Иосиф Львович Туккель
Егор Викторович Кошелев
Юлия Сергеевна Коробова
Юлия Владимировна Захарова

**РАЗРАБОТКА
И ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ
В УПРАВЛЕНИИ ИННОВАЦИЯМИ**

Учебник

Формат 60 × 84 1/16.
Бумага офсетная. Печать офсетная. Гарнитура Таймс.
Усл. печ. л. 21,7. Уч.-изд. л. 25.
Заказ № . Тираж 500 экз.

Издательство Нижегородского государственного
университета им. Н. И. Лобачевского
603950, Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23.

Отпечатано в типографии Нижегородского госуниверситета
им. Н. И. Лобачевского
603000, г. Нижний Новгород, ул. Б. Покровская, 37