60.5
М 20

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Ташкент - 2000

А-20

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ТАШКЕНТСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Абдуллаев А., Фаттахов А., Сандов М.

Моделирование и прогнозирование экономических процессов

(Учебное пособие)

(Утверждено Ученым Советом ТГЭУ в качестве учебного пособия для студентов экономических специальностей)

Ташкент - 2000

Бух. ВИБЛ № 2374

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....5

Глава I. Методологические аспекты долгосрочного прогнозирования научно-технического прогресса.....7
1. Методологические основы регионального управления НТП.....7
2. Региональные аспекты оптимизации планирования и управления НТП в промышленности.....15
3. Концепция долгосрочного прогнозирования НТП.....27
4. Методологические аспекты прогнозирования НТП.....34
5. Методологические аспекты региональной системы экономического прогнозирования.....47
6. Оценка достоверности прогнозов на основе экономико-математических методов прогнозирования.....71

Глава II. Методы социально-экономического прогнозирования.....85
1. Общие понятия.....85
2. Классификация методов прогнозирования.....87
3. Логико-эвристические методы.....91
4. Метод моделирования.....93
5. Методы экспертных оценок.....95
6. Подбор экспертов.....99
7. Коллективная генерация идей.....102
8. Метод Дельфи.....104
9. Обработка результатов опроса.....106

Глава III. Эконометрические модели в прогнозировании.....110
1. Общие определения.....110
2. Основные характеристики производственной функции.....111
3. Виды производственных функций.....116
4. Системы эконометрических уравнений.....120
5. Построение и расчет эконометрических моделей.....124
6. Применение эконометрических моделей.....127

Глава IV. Имитационные и комплексные методы и модели.....133
1. Имитационные модели в прогнозировании.....133
2. Комплексные методы прогнозирования.....136
3. Комплексный сценарный метод.....142
4. Метод прогнозного графа.....144

Глава V. Нормативно-целевые методы и модели.....146
1. Выявление целей развития.....146

ББК 39 273.-01
Б20
УДК 681.3 06

Рецензенты: доктор экономических наук, профессор М И. Эрматов,
доктор экономических наук, профессор Н. Х. Хужаев

Ответственный редактор - академик С.С.Гулямов

Абдуллаев А.М., Фаттахов А.А., Саидов М.Х., Моделирование и прогнозирование экономических процессов. - Учебное пособие. - Ташкент, изд. ТГЭУ, 2000. 186 с.

В учебном пособии последовательно и логически стройно излагаются теоретико-методологические и практические проблемы моделирования и прогнозирования экономических процессов и их взаимосвязи на всех уровнях рыночного хозяйства.

Учебное пособие рассчитано на студентов, аспирантов, преподавателей и всех, кто стремится приобрести знания в области моделирования и прогнозирования.

©Издательский отдел ТГЭУ, 2000

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....5

Глава I. Методологические аспекты долгосрочного прогнозирования научно-технического прогресса.....7
1. Методологические основы регионального управления НТП.....7
2. Региональные аспекты оптимизации планирования и управления НТП в промышленности.....15
3. Концепция долгосрочного прогнозирования НТП.....27
4. Методологические аспекты прогнозирования НТП.....34
5. Методологические аспекты региональной системы экономического прогнозирования.....47
6. Оценка достоверности прогнозов на основе экономико-математических методов прогнозирования.....71

Глава II. Методы социально-экономического прогнозирования.....85
1. Общие понятия.....85
2. Классификация методов прогнозирования.....87
3. Логико-эвристические методы.....91
4. Метод моделирования.....93
5. Методы экспертных оценок.....95
6. Подбор экспертов.....99
7. Коллективная генерация идей.....102
8. Метод Дельфи.....104
9. Обработка результатов опроса.....106

Глава III. Эконометрические модели в прогнозировании.....110
1. Общие определения.....110
2. Основные характеристики производственной функции.....111
3. Виды производственных функций.....116
4. Системы эконометрических уравнений.....120
5. Построение и расчет эконометрических моделей.....124
6. Применение эконометрических моделей.....127

Глава IV. Имитационные и комплексные методы и модели.....133
1. Имитационные модели в прогнозировании.....133
2. Комплексные методы прогнозирования.....136
3. Комплексный сценарный метод.....142
4. Метод прогнозного графа.....144

Глава V. Нормативно-целевые методы и модели.....146
1. Выявление целей развития.....146

2. Сетевые графики.....158
3. Прогнозирование с помощью метода экспоненциального сглаживания.....154

Глава VI. Демографические прогнозы.....160
1. Виды прогнозов народонаселения.....160
2. Методы демографического прогнозирования.....162
3. Прогнозы миграции населения региона.....164

Глава VII. Прогнозирование социальных процессов.....167
1. Принципы социального прогнозирования.....167
2. Прогнозирование спроса и потребления.....170
3. Нормативные модели потребления.....173

Глава VIII. Научно-техническое прогнозирование.....177
1. Общая концепция прогнозирования науки и техники.....177
2. Задачи и методы научно-технического прогнозирования.....178
3. Прогнозирование потребности в новой продукции.....181

Литература.....184

ПРЕДИСЛОВИЕ

Ускорение социально-экономического развития страны предусматривает значительное повышение эффективности управления во всех звеньях народного хозяйства, решительный переход к рыночной экономике и экономическим методам руководства. Этот процесс намного усиливает важность внедрения в практику управления научной методологии, строго обусловленных оптимальных решений. Существенной составной частью научной методологии управления выступают моделирование и прогнозирование экономических процессов. Без разработки прогнозов, в том числе и на достаточно отдаленную перспективу, нельзя правильно оценивать полезность, целесообразность, эффективность проводимых текущих мероприятий, особенно в условиях рынка.

Важнейшей задачей является качественное улучшение моделирования и прогнозирования научно-технического прогресса на всех уровнях управления экономикой. Кардинальное повышение производительности труда, ускорение темпов роста эффективности производства - необходимая предпосылка для обеспечения неуклонного подъема народного благосостояния, что является главной социально-политической целью наших планов.

Как известно, прогнозирование научно-технического прогресса - исключительно сложная проблема. НТП на отдельных стадиях и отрезках проходит ряд этапов от зарождения научных идей до многообразного распространения последствий массового использования продуктов или процессов, в которых эти идеи в конечном счёте находят материальное воплощение. Возрастающая значимость, скорость, мощь результатов НТП делают особо важным его научное прогнозирование. Это обстоятельство обуславливает значительное внимание, которое уделяется методике и организации научно-технического прогнозирования в Республике Узбекистан.

Проблема согласования научно-технических и социально-экономических аспектов развития характерна для всех ступеней агрегирования, на которых разрабатываются прогнозы - на уровне народного хозяйства, отрасли, производства, частных технологий. Её решение неразрывно связано с разработкой методов и моделей оценки экономических и социальных результатов НТП. Особенно ярко проявляется это при разработке комплексной программы.

При разработке прогнозов отраслевого и народнохозяйственного развития, предполагающих оценку воздействия НТП на показатели экономического роста, необходимо знать закономерности, этапы и факторы появления и особенно распространения достижений НТП. Именно распространение нововведений определяет динамику экономических и технико-экономических показателей раз-

вития. Здесь важно понимать основную задачу наиболее эффективного научно-технического развития достижения, сбалансированности для всех сопряженных экономических объектов.

Предлагаемое учебное пособие по своему построению и изложению, возможно, не во всем соответствует традиционным представлениям об учебном пособии, отдельные его части имеют в большой степени научный, нежели учебный характер. Надеемся, что это не помешает усвоению материала студентами и магистрами.

Авторы выражают искреннюю благодарность А.Ишназарову за помощь в подготовке рукописи к изданию, а также спонсорам фирмам «Ташкент-12» и «Акбар Азизий», благодаря которым это пособие вышло в свет.

Авторы.

ГЛАВА I. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ДОЛГОСРОЧНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА

1. Методологические основы регионального управления НТП

Научно-технический прогресс (НТП) представляет собой динамичную, многоплановую, взаимосвязанную сложную систему. Имеющийся планомерный поступательный процесс совершенствования средств производства на базе широкого использования достижений науки, техники и производства, образующих единый последовательный сопряженный комплекс "наука - техника - производство - потребление", направлен на повышение эффективности рыночной экономики.

Важнейшими структурными элементами, составляющими непосредственное производство, являются рабочая сила, орудия и предметы труда. Однако сами по себе эти элементы еще не образуют функционирующего производства, если отсутствует его организация. Современная организация производства и труда не только зависит от наличной техники и технологии, но и активно влияет на них и на результат производства в целом.

Теоретические разработки проблем управления НТП осуществляются рядом наук, и прежде всего кибернетической теорией управления, общей теорией системы и т.д.

Многочисленные исследования в рамках этих наук показали, что, с точки зрения технологии, управление представляет собой процесс получения, хранения, переработки информации с целью принятия управлением (в первую очередь) плановых решений; экономика может функционировать только при условии циркулирования необходимой информации между субъектами и объектами управления. Вследствие этого и техника управления - понятие, тождественное средствам преобразования информации, а НТП в управлении - связь в первую очередь с рационализацией деятельности по переработке информации. Отсюда исследование процесса научно-технического развития субъекта управления предполагает анализ роли информации в системе общественного производства, ее влияния на его эффективность.

Информация всегда была и будет неотъемлемым элементом любого производственного процесса, функцией производственных и социально-экономических систем, поскольку ее создание, передача, обработка и хранение, несомненно, связаны с целесообразными действиями участников производства. Развитие современной экономики, как показывают исследования, проводимые в рамках экономической кибернетики, регулируется сложными информационными процессами, в которых формируются, преобразуются, воздействуют соци-

альные ценности, интересы, нормы и стимулы, определяются цели соответствующих ячеек и подсистем общества задаются, корректируются и реализуются требования к ресурсам.

Рыночные отношения, в которые люди вступают в процессе производства, также неразрывно связаны с их информационным воздействием. Постоянный обмен данными о различных явлениях и процессах, являясь основным содержанием функционирования системы, представляет собой важное условие развития общества и экономики. В то же время увеличение объема и разнообразия информации предопределяется развитием производства, связано с совершенствованием производственных отношений.

Социально-экономические результаты НТП являются и социально-экономическими условиями его осуществления. Среди них:

- наиболее полное удовлетворение потребностей людей, создавая предпосылки для развития важнейшей составной части производительных сил - человека, выступает мощным фактором ускорения развития науки, техники и производства;

- экономия материальных, трудовых ресурсов, полученная на основе достижений науки и техники, частично может использоваться для ускорения НТП;

- выбор направлений научно-технического развития, предопределенных в условиях рынка социально-экономическими критериями.

Экономическая наука изучает НТП с целью выявления его экономических закономерностей и создания на этой основе системы эффективного управления им. Оно осуществляется в условиях рынка посредством использования экономических законов централизованного управления и экономических методов, которые стимулируют наиболее интенсивное и эффективное развитие науки и техники, внедрение их достижений в рыночное хозяйство.

Важность и необходимость решений экономических проблем управления НТП обусловлены следующими объективными причинами:

- дальнейшим совершенствованием системы производительных сил и производственных отношений на основе действия объективных экономических законов, перехода к качественно новому этапу, характерной чертой которого является всесторонняя интенсификация общественного производства на базе использования новейших достижений НТП;

- развитием самой науки и техники, преследующим в конечном итоге социально-экономические цели, обусловленные системой экономических законов, в частности, основным законом рынка;

- повышением эффективности общественных ресурсов, направляемых в эту сферу, обусловленным реализацией прогрессивных достижений, поглощающих значительную часть национального дохода в условиях рынка;

- научно-техническим сотрудничеством, координацией и взаимодействием стран - членов СНГ в осуществлении комплексной интеграции

Таким образом, успешное осуществление НТП, ускорение его темпов в условиях производственных отношений объективно предъявляют высокие требования к его управлению

Интерес к проблеме территориального управления вполне закономерен для огромного по масштабу народного хозяйства, сложившегося в нашей стране. Актуальность этой проблемы постоянно возрастает по мере усложнения хозяйственных связей, вследствие повышения требований к комплексности развития не только экономики в целом, но и отдельных ее частей.

Рамки территориального управления, в том числе и территориального управления НТП, в современных условиях наиболее целесообразно увязывать прежде всего с административно - территориальными границами республик, краев, областей, городов и районов, т.е. теми территориальными единицами, которые представляют в настоящее время единый комплекс отношений. Несмотря на недостатки, имеющиеся в административном делении страны, данные территориальные единицы отвечают, хотя и в различной степени, необходимым условиям для осуществления территориального подхода к управлению.

Во-первых, в республике, области, районе складываются свои территориальные комплексы, характеризующиеся определенным составом отраслей промышленности, сельского хозяйства, транспорта, связи, учреждений науки, сферы обслуживания.

Во-вторых, в каждой из административно-территориальных единиц уже сейчас функционирует определенная система местных органов управления, которые хотя бы на начальном этапе работы способны взять на себя руководящие функции, связанные с осуществлением территориального подхода к управлению общественным производством.

Обеспечить более или менее всестороннюю оценку технико-экономического уровня любого производства, и тем более многоотраслевого, как правило, складывающегося в масштабах той или иной территории, возможно лишь на основе определенной системы показателей. По мере ускорения НТП, развития и совершенствования производства число таких показателей непрерывно увеличивается. Уже сейчас назрела необходимость наряду с традиционными технико-экономическими показателями – фондо-, электро- и энерговооруженностью труда, механизацией работ и некоторыми другими, учитывать новые, которые в условиях рынка наиболее полно характеризуют связь науки во всех звеньях. Эти показатели, в частности, должны отражать характер и рациональность процессов обновления средств, предметов и продуктов труда, уровень подготовки кадров, эффективность технологии, методов разделения и [illegible] труда, качество выпускаемой продукции, а также характер возден-

ствия производства на окружающую среду. Указанные стороны поддаются достаточно точной количественной оценке и поэтому могут стать объектом планирования и регулирования в процессе управления НТП на всех уровнях управления общественным производством, в том числе и на территориальном.

В условиях рынка региональное управление в самом общем виде служит инструментом, средством рациональной территориальной организации производства, ускорения темпов его развития, повышения эффективности, а также обеспечения комплексности при решении экономических и социальных проблем.

Основными принципами регионального управления НТП в современных условиях являются децентрализованный научный поиск важнейших направлений развития науки и техники, обеспечение оптимальной пропорциональности в техническом совершенствовании отраслей народного хозяйства, улучшение методов планирования, стимулирования и контроля за выполнением плана ускорения НТП. Управление НТП, являясь важнейшей составной частью управления народным хозяйством, должно также строиться на сочетании отраслевого и регионального принципов. Согласованные решения региональных и отраслевых задач всегда позволяют добиться более высоких темпов НТП.

Совершенствуя систему управления НТП в регионе, необходимо следовать определенным методическим принципам, выполнение которых должно гарантировать:

- полноту, достоверность и объективность информации;

- целесообразность и экономическую эффективность затрат на создание системы;

- наличие мощностей для расширения и совершенствования системы.

На основе этого можно сформировать основные методические принципы создания системы управления НТП в регионе:

- создание системы управления НТП должно стать объективной необходимостью и центральной частью общей системы управления комплексным развитием региона;

- система должна быть автоматизирована с помощью ЭВМ и экономико-математических методов;

- в основе системы управления НТП должен быть заложен новый механизм хозяйствования, влияющий на все составляющие проблемы ускорения НТП в регионе;

- концентрация научных организаций и вузов с точки зрения интеграции науки и производства, а также координации научных исследований;

- создание механизма межотраслевого согласования планов развития НТП и распределения капвложений и ресурсов.

- использование экономико-математических моделей для прогнозирования и планирования развития науки и техники в регионе, а также макромоделирование потребности в ресурсах и определение темпов роста и пропорций

Содержание регионального управления НТП характеризуется составом решаемых задач: с одной стороны, возникает ряд территориальных проблем, которые не могут быть эффективно разрешены на других уровнях управления, а с другой, появляется необходимость использования особых, местных приемов решения задач, поставленных другими уровнями управления НТП. В целом региональный подход к управлению НТП предполагает обоснованный выбор наиболее актуальных для данного района задач (общих, материальных, территориальных) и организацию использования имеющихся внутренних резервов для более быстрого и эффективного их решения.

Основной целью регионального подхода к управлению НТП является обеспечение более эффективного осуществления единой государственной технической политики в определенных территориальных рамках. Такое обеспечение достигается обычно с помощью умелого использования преимуществ территориального подхода, таких как оперативность, организационная четкость, большая обоснованность плановых разработок, постоянный контроль за исполнением. В условиях функционирования существующей системы управления НТП это может и должно привести к повышению темпов развития НТП.

В процессе построения научно обоснованной системы управления НТП важное методологическое значение приобретает вопрос об объективной необходимости управления НТП в территориальном масштабе. Главными факторами, обусловливающими такую необходимость, являются административно-территориальная и социально-экономическая общность производственных и непроизводственных коллективов данного региона, различающихся по уровню своего научно-технического потенциала, а также потребность координации, согласованности их деятельности по решению региональных проблем НТП и достижению на этой основе более высоких его темпов.

Среди других факторов важно отметить следующие:

- расширение участия масс трудящихся в ускорении научно-технического прогресса;

- учет в плане НТП исторических, национальных и других особенностей региона;

- усложнение хозяйственных связей техники и необходимость в связи с этим учитывать социально-экономические последствия НТП в регионе;

- стимулирование выполнения планов НТП;

- устранение отдельных ведомственных барьеров при решении территориальных проблем ускорения НТП;

- оперативный контроль за выполнением запланированных мероприятий по ускорению НТП со стороны территориальных органов управления.

Однако в наибольшей мере региональный подход к управлению НТП обеспечивает совершенствование тех производственных отношений, которые складываются между трудящимися, между коллективами предприятий и организаций данного административно-экономического района: улучшение организации общественного труда, распространение передового опыта, шефство и товарищеская взаимопомощь, налаживание тесной взаимосвязи научных и производственных коллективов, участие трудящихся в ускорении НТП и развитии отдельных направлений совершенствования производственных отношений.

Региональное и отраслевое разделение труда, являясь формами единого процесса общественного разделения труда, неразрывно связаны с производственными и социальными проблемами развития отдельных отраслей, территорий и всего рыночного хозяйства в целом. Именно поэтому функционирование единого рыночного механизма в условиях отраслевого и территориального деления труда требует не только достаточно строгого разделения задач отраслевого и территориального управлении, но и не менее четкого их сочетания.

Другой объективной основой взаимосвязи отраслевого и территориального управления выступает сложная структура общественных интересов.

Необходимость сочетания отраслевого и территориального управления обусловлена прежде всего единством задач развития рыночной экономики, а также постоянным усложнением связей между отдельными отраслями и регионами. Углубление процесса обобществления производства ведет к усилению процессов специализации и общественного разделения труда, требующих планомерного согласования всех хозяйственных связей. При этом возрастает значение координации деятельности отраслевых и территориальных органов управления, увязки развития отдельных отраслей, комплексного решения экономических и социальных проблем.

Исходя из диалектической взаимосвязи отраслевых и территориальных аспектов управления, можно сформулировать следующие исходные методологические положения об основных принципах их сочетания в практике рыночного хозяйствования:

- необходимость сочетания территориального и отраслевого аспектов управления есть объективная закономерность организации управления общественным производством;

- противопоставление территориальных и отраслевых аспектов управления может привести к серьезным нарушениям хозяйственного механизма и, в конечном счете, к непроизводительным затратам материальных, трудовых и прочих ресурсов;

- совершенствование отраслевой системы управления в отрыве от совершенствования системы территориального управления не дает должного эффекта, он может быть обеспечен только при комплексном решении этих задач.

Однако практическое решение проблемы сочетания региональных и отраслевых аспектов управления требует, несомненно, более конкретного подхода. Поэтому наряду с вышеуказанными общими положениями должны быть выработаны конкретные рекомендации методического характера, касающиеся выбора наиболее эффективных форм и методов такого сочетания.

Эффективное сочетание регионального и отраслевого управления НТП может быть достигнуто лишь в рамках комплексной, единой системы управления НТП, в которой отраслевое и территориальное управление выступает в качестве двух, хотя и взаимосвязанных, но относительно самостоятельных подсистем.

Любая система управления, в том числе и в области управления НТП, обеспечивает решение ряда функциональных задач: прогнозирование, программирование, планирование, организация, стимулирование, оперативное регулирование, анализ, контроль исполнения. Современный уровень исследований еще не позволяет дать достаточно полную информационную характеристику действия системы производственных отношений.

В экономико-кибернетическом аспекте производственные отношения интерпретируются как базовая, объективно обусловленная структура связей между людьми. Такое понимание позволило использовать один из основных законов кибернетики - закон необходимого разнообразия, для анализа информационного механизма реализации закона соответствия производственных отношений характеру и уровню развития производительных сил.

Анализ социально-экономических форм проявления НТП возможен только на основе синтеза качественных и количественных изменений всех элементов производительных сил во взаимосвязи с наукой как непосредственной производительной силой. Эти количественные и качественные изменения всех материальных вещественных элементов, производительных сил, взятых в их диалектическом единстве, обусловливают объективную необходимость создания новой системы функционирования производственного процесса, формирования качественно нового технологического базиса производства, основывающегося на качественно новой основе соединения объективных и субъективных факторов производственного процесса.

Следовательно, ускорение НТП, главным звеном которого является процесс замены человека техникой или качественное развитие производительных сил, требует для своей практической реализации определенных экономических условий. И прежде всего, речь идет об эффективности этого процесса, о содержании экономического эффекта замены человека техникой, выявлении эконо-

мического эффекта, его стоимостной оценке - одного из наиболее важных моментов теории эффективности. Достаточно полно поэтому роль производительных сил можно оценить с учетом всех сторон общественного производства, т.е. как с точки зрения соответствия материально-технических и личных факторов так и с точки зрения их общественной формы рационального способа совместной деятельности.

Сущность НТП находит свое отражение и в характере задач, осуществление которых он призван обеспечить:

- улучшение полезного использования всех видов ресурсов, участвующих в производственном процессе (трудовых, сырьевых, энергетических, а также производственных мощностей) путем более полного использования новейших достижений науки и техники;

- ускорение на этой основе темпов роста общественного производства, увеличение совокупного общественного продукта, национального дохода и повышение уровня жизни народов.

- совершенствование всего комплекса условий труда и изменение его характера: устранение конечного физического и простого труда, усиление творческого и созидательного начала в труде, преодоление различий между умственным и физическим трудом;

- индустриализация сельского хозяйства, превращение сельскохозяйственного труда в разновидность индустриального, преодоление различий между городом и деревней;

- охрана окружающей среды, предотвращение отрицательного влияния при использовании достижений НТР на природную среду и человека;

-поддержание на должном уровне обороноспособности страны.

Перечисленные задачи достаточно определенно характеризуют социально-экономическую направленность научно-технического прогресса в условиях рынка.

В целом налицо объективное противоречие между двумя сторонами производства: научно-технической и экономической. Увязка плана по новой технике с хозяйственными планами на всех уровнях выступает коренным вопросом планирования новой техники.

Говоря о воздействии динамических закономерностей НТП на теорию управления НТП, необходимо учитывать динамические закономерности научно-технического развития. Выявив эти закономерности управления, можно серьезно говорить об исследовании закономерностей управления НТП, обусловленных прежде всего динамическими закономерностями всего цикла "наука - техника - производство - потребление". Такие категории, как "наука управления", "искусство управления", "управленческий труд", "организация", "организационные отношения", не во всем однозначны для двух выделенных

процессов НТП в том смысле, что вкладываемое в них содержание для случая процесса научно-технического развития, не то же самое, что в случае экономического освоения новой техники.

Основными направлениями поиска новых форм управления НТП в на современном этапе стали:

-решение вопросов ускорения НТП в составе комплексного плана экономического и социального развития;

- разработка координационных планов научных исследований и внедрение их результатов в практику;

- создание системы территориального управления научно-техническим прогрессом на основе комплексного плана и программы НТП и контроля за их выполнением;

- разработка и реализация комплексного плана научно-технического прогресса в ведущих отраслях промышленности в пределах региона;

- разработка целевых комплексных программ по решению важнейших социально-экономических и научно-технических проблем;

- создание межведомственных целевых, научно-производственных объединений.

Принципиальное изменение в управлении НТП отрасли должно обеспечить переход от экстенсивного капиталоемкого направления технического развития к интенсивному направлению, основанному на комплексном организационно-техническом и социальном развитии. Восприимчивость трудовых коллективов к достижениям науки и техники, активная рационализаторская деятельность на всех направлениях, строгое обоснование и гибкость планов новой техники и организации труда должны быть главными рычагами ускорения НТП. Совершенствование техники, технологии и организации производства должно протекать как единый и непрерывный процесс, в который вовлечены все службы и подразделения предприятия.

Таким образом, одна из первых форм регионального управления научно-техническим прогрессом – это решение вопросов НТП в составе единого комплексного плана экономического и социального развития региона.

2. Региональные аспекты оптимизации планирования и управления НТП в промышленности

Разработка экономико-математических моделей управления производством представляет собой сложный процесс. Он состоит из многих этапов. Основой этих этапов является использование методов исследования операций или системного подхода.

Основной концепцией системного подхода к организации и управлению как процессу выступает взаимосвязь с подсистемой НТП. Такой подход предусматривает становление целей системы и сосредоточение внимания на построении целого в отличие от построения компонентов или различных подсистем.

Рассмотрим решение практических проблем с помощью системного подхода, в частности, проблем, требующих принятия решений со стороны руководства. Такой подход предусматривает анализ проблемы и ее компонентов в их взаимосвязанном единстве вместо анализа их отдельных частей. Системный подход включает организационные, творческие, теоретические, экспериментальные и программные элементы.

Требование творческого подхода реализуется по следующим принципам:

- решение проблемы сложно и недостаточно четко определено, не существует какой-либо единственной формулировки или единственного решения;

- для решения проблемы применительно к различным подсистемам НТП должно быть найдено альтернативное решение и выбрано то, которое обеспечивает оптимальное приближение к решениям, применительно к НТП в целом;

- традиционные функциональные и отраслевые барьеры должны быть подчинены интересам анализа решения.

В основе системного подхода лежат научные методы. Теория систем базируется на многих дисциплинах.

При управлении НТП по принципам системного подхода большая роль отводится также комплексу программ для реализации разнообразных задач в условиях НТП.

Комплекс программ входит как подсистема НТП. Для комплекса алгоритмов функционирования экономической системы (ЭС) также может быть сформулирована цель и определен критерий качества функционирования. Его можно разбивать на подсистемы и он служит составной частью ЭС. Поэтому комплекс алгоритмов также является системой.

При создании и разработке системы алгоритмов и программ, необходимо учитывать следующие основные проблемы:

а) проблему полноты. Она состоит в том, чтобы выяснить, может ли любая система алгоритмов или программ из заданного класса быть создана раньше заданного набора подпрограмм или набора отдельных алгоритмов;

б) проблему цели и критериев количества системы и подсистем;

в) проблему синтеза алгоритмов и программ. При решении задачи и определении критерия оптимальности возникает задача синтеза системы с заданным функционированием.

Для формализации задачи при планировании и прогнозировании НТП, как правило, стремятся к использованию хорошо разработанного математического

аппарата. Применение его сокращает сроки планирования НТП и повышает эффективность их функционирования. Естественно, в отдельных случаях при возникновении новых задач исследователи разрабатывают математические методы планово-экономических задач.

В настоящее время наиболее широкое распространение получили методы линейного, динамического программирования, теория графов, исследование операций, статистическое моделирование и т.д.

Современные системы управления возникают в результате синтеза новейших технических средств обработки и передачи информации, в первую очередь ЭВМ и точных методов управления, основанных на построении моделей объектов управления и их математическом анализе.

Структура управления системы рыночного хозяйства строится, как правило, по иерархическому принципу.

Основной метод описания больших управляющих систем заключается в алгоритмизации процессов функционирования этих систем. В настоящее время отсутствуют математические методы, которые позволяют в общем виде аналитически их описывать и исследовать.

В некоторых случаях большие управляющие системы или их части могут описываться с помощью дифференциальных уравнений и некоторых других методов, но более общим является метод алгоритмического описания этих систем. В связи с этим важное значение приобретает метод исследования больших управляющих систем на основе анализа их алгоритмов.

Актуальной задачей выступает создание методов и критериев качественного анализа алгоритмов и программ, их типизация и классификация, выделение специфических по своим функциям блоков, описаний программ и т.д. Для полного аналитического описания больших управляющих систем при отсутствии методов качественного анализа алгоритмов основным методом их проектирования и исследования выступает метод программного моделирования.

Метод программного моделирования предусматривает прежде всего построение математической модели исследуемой системы, т.е. совокупности управлений, неравенств и алгоритмов, описывающих функционирование отдельных объектов и всей системы в целом. При моделировании учитывается критерий качества функционирования системы и определяются множества изменяемых и неизменяемых параметров системы, от которых зависит этот критерий.

При построении программной модели НТП можно выделить:

а) объекты системы (управляющие системы, подсистемы или участки, исполнительные органы средств оргтехники и т.д.);

б) списки свойств объектов, имеющих значение с точки зрения целей моделирования;

Бух
БИБ
№ 1974

в) списки классов объекта, определенных своими свойствами и функциональной ролью моделирующей системы.

Построение модели начинается с изучения основных факторов, реальных систем, затем составляются алгоритмы и программы для ЭВМ.

Различаются три основных типа модели:

1) с непрерывным процессом изменения переменных (в основном применяются аналоговые вычислительные машины);

2) с фиксированным периодом изменения переменных. В моделях этого типа, применяемых в экономике для текущего планирования и управлении, периодом изменения переменных является неделя или месяц;

3) с дискретными событиями, наступающими в производственные моменты времени.

В некоторых случаях могут применяться смешанные типы моделей. Важным вопросом методики моделирования является получение случайных чисел, заданными законами распределения. Эти числа обычно получают схемным или программным путем.

Типовыми примерами являются модели очередей и запасов, в частности, обслуживание заказчиков, резервирование транспортных средств, планирование эксплуатации и ремонтов оборудования, определение размеров складов.

Одним из наиболее эффективных, глубоко разработанных и широко проверенных на практике методов решения задач оптимального планирования является линейное программирование. Оно подразделяется на три составные части:

1) линейную форму переменных, подлежащих оптимизации;

2) ограничения, накладываемые на переменные в виде линейных уравнений или неравенств;

3) требование неотрицательности переменных.

Конечные методы, прежде всего симплексный, послужили основой для разработки ряда эффективных вычислительных схем, реализованных программ на современных вычислительных машинах. Конечные методы очень чувствительны к ошибкам округления накоплений вычислительной погрешности.

Очень часто из-за ограничения объема оперативной памяти не удается довести до конца решение задачи. В связи с этим в последнее время появился интерес к итеративным методам, не связанным с операцией обращения матриц и хранения их в оперативной памяти ЭВМ.

При решении задач линейного программирования итеративные методы обладают рядом преимуществ по сравнению с конечными методами.

Основные из этих преимуществ:

а) малая чувствительность к ошибкам округления в процессе счета;

б) меньшая, чем в конечных методах, чувствительность к условию задачи;

в) отсутствие роста объема информации в процессе счета на ЭВМ.

Из большого числа известных методов решения задач линейного программирования можно выделить три группы:

1) игровой подход к решению задач,

2) сведение задач к безусловной или почти безусловной оптимизации некоторой штрафной функции;

3) сведение задач к безусловной (почти безусловной) оптимизации, соответствующей функции Лагранжа с движением в пространстве переменных двойственных задач.

Игровой подход в настоящее время широко применяется для решения задач линейного программирования. Линейное программирование применимо в условиях ЭС в двух больших областях организации производства - проектировании и планировании.

Рассмотрим схему построения производственной модели линейного программирования:

а) система рассматривается в виде совокупности нескольких элементарных функций;

б) виды затрат выпускаемой продукции (ингредиенты);

в) количественные показатели использования каждого технологического процесса.

В модели линейного программирования предполагается выполнить четыре условия:

1) неотрицательности - интенсивности всегда положительны;

2) пропорциональности - величины затрат и выпуска различных ингредиентов технологического процесса пропорциональны его интенсивности;

3) аддитивности - общее количество каждого ингредиента равно сумме количеств, поступающих в различные технологические процессы, минус количество выходящих из них;

4) линейности целевой функции.

Один из ингредиентов играет роль выигрыша системы.

Каждый технологический процесс потребляет или выпускает часть общего выигрышного ингредиента

С помощью метода линейного программирования можно описывать производственные модели к следующим задачам: оптимальное использование производственных мощностей; составление производственной программы оптимального распределения работ по местам их выполнения, оптимальное использование оборудования; оптимальный раскрой материалов и т.д.

Опыт показывает, что при расчете с помощью экономико-математических методов наиболее эффективными являются не общие, а универсальные методы, учитывающие специфику конкретно решаемых задач.

Важнейшим этапом разработки народнохозяйственного долгосрочного прогноза и плана является подготовка основных направлений развития НТП. От того, насколько правильно учтены взаимосвязи между основными характеристиками материального производства и потребления в большой степени зависит качество всей системы показателей развернутого народнохозяйственного прогноза. Окончательные величины заданий являются результатом многократных пересчетов, корректировок, взаимного увязывания расчетных показателей, их многоступенчатого агрегирования и согласования с ориентировочными цифрами исходных положений.

В связи с этим для предварительной стадии долгосрочного прогнозирования и планирования необходимы методы, позволяющие учитывать причинно-следственные связи между экономическими показателями и определять влияние изменения любого из них на значения остальных через систему промежуточных взаимосвязей для экономического математического моделирования.

Одной из основных целей экономико-математического моделирования является повышение качества планирования, обеспечиваемое оптимизацией и сбалансированностью плановых расчетов. В этом смысле модель НТП есть одно из необходимых условий и основополагающих моментов совершенствования планирования прогресса науки и техники.

Опыт разработки и применения моделей оптимального планирования показывает, что для описания широкого класса задач целесообразно использовать линейные модели. Хотя такие модели не всегда адекватны реальным условиям, возможность достаточно точного описания экономических процессов с помощью моделей линейного программирования обусловливается тем, что во многих случаях можно пренебречь дискретностью, нелинейностью зависимостей между ними и т.д.

Модели перспективного, текущего и оперативного планирования должны быть связаны между собой в итеративном процессе улучшения плана производства и оценки, полученные при расчете по модели текущего планирования на базовый год и будущие периоды времени, должны служить основой для формирования и прогноза исходных данных модели перспективного планирования. Эти прогнозы и рациональность предполагаемой специализации могут быть уточнены путем расчетов плана на все годы с учетом загрузки производственных мощностей предприятий, получаемых из модели перспективного планирования. С другой стороны, упомянутая выше статистическая модель предназначена не только для оперативного планирования, но и для корректировки текущих планов предприятий, полученных из расчетов по модели линейного программирования.

Являясь производным от методологии прогнозирования, ЭММ в то же время оказывает на нее обратное воздействие, способствуя совершенствованию прогнозных и плановых процессов, в направлении:

- расширения круга и повышения качества прогнозной и планово-экономической информации, на основе которой принимаются прогнозно-плановые решения;

- повышения обоснованности и улучшения сбалансированности планов за счет более полного и количественного определенного учета различных факторов и развития научно-технического прогресса;

- усиления целенаправленности и повышения эффективности прогнозно-плановых решений за счет их многовариантной проработки и выбора оптимальных вариантов.

ЭММ позволяют выполнять такие прогнозно-аналитические и планово-экономические расчеты, результаты которых либо не могут быть получены без использования математических методов, либо не достигают без них требуемого уровня точности, сбалансированности оптимальности.

Качество ЭММ, возможности их использования в прогнозировании и планировании НТП определяются адекватностью отражения в них объекта планирования, соответствием целям и задачам разработки плана, наличием свойств, позволяющих произвести модельные расчеты в реальный процесс прогнозирования и планирования, обеспеченностью достоверной информацией.

В последние годы особенно возрос интерес к статистическим моделям в связи с тем, что при выборе оптимальных решений необходимо учитывать элементы неопределенности, присущие явлению, а также наличие КТО, с помощью которой стало возможным обрабатывать больше массивов информации.

Построение статистической модели возможно лишь при наличии величин, характеризующих процесс с количественных точек зрения. Исходная информация при этом должна удовлетворять ряд требований, основными из которых являются однозначность определения величины, однородность статистической совокупности, полнота и достоверность данных. Лишь при соблюдении этих условий модель является адекватным отображением реальных процессов.

Наиболее приспособлены для практического использования те модели, реализация которых требует перестройки действующей системы статистической и плановой информации. Однако такое положение, как правило, характерно только для тех моделей, которые позволяют лучше решать задачи, в той или иной степени уже решаемых в практике планирования. Если же модель позволяет решать новые задачи, то часто ее построение требует разработки новой или существенной переработки имеющейся информации.

В этом случае целесообразность использования модели должна определяться сопоставлением эффекта, который может дать ее применение с точки

зрения повышения качества прогноза и плана, с затратами на получение необходимой для модели входной информации. Вместе с тем необходимо подчеркнуть, что во всех случаях, когда реализация модели требует получения новой информации, методика ее разработки должна создаваться вместе с самой моделью. Без такой методики модель не может считаться готовой к внедрению.

Задачи, решаемые в системе экономико-математических моделей в НТП должны тесно взаимодействовать с задачами обработки данных как по линии формирования исходных данных, так и по линии представления результатов решения модели, либо не достигают без них требуемого уровня точности, сбалансированности, оптимальности.

Математическое обеспечение предназначено для разработки ведения и развития системы программных средств, необходимых для решения задач прогнозирования и планирования НТП на современных ЭВМ. Математическое обеспечение ЭВМ представляет собой систему взаимосвязанных алгоритмов и программ, предназначенных для решения на ЭВМ планово-экономических задач и обработки необходимой вспомогательной информации.

Для прогнозирования и планирования НТП применяются пакеты прикладных программ, которые реализуются на ЭВМ. Пакеты функционального назначения выполняют функции управления и типовые алгоритмы обработки данных в НТП и могут охватывать как всю систему управления в целом, так и её отдельные функции, определяемые пакетом. Специальные программы (СП) по виду решаемых задач могут быть подразделены на три направления: СП оптимизации; СП сетевого планирования и управления; СП, реализующие вероятностные методы анализа и управления.

СП оптимизации обеспечивают решение широкого класса задач оптимального планирования и управления НТП, дают большое преимущество при составлении оптимального плана.

СП сетевого планирования и управления реализует принципы сетевого планирования НТП. С помощью этих пакетов можно осуществлять как исходное планирование работ на основе сетевых моделей, так и оперативное управление на основе корректировки исходных данных по реальному состоянию производимых работ.

СП, реализующие вероятностные методы, включают пакеты двух назначений: статистической обработки исходных данных и имитационного моделирования. С помощью первых решаются различные задачи по статистике, необходимые для анализа прогнозирования экономических процессов и НТП. СП имитационного моделирования дает возможность выполнять самые разнообразные задачи, которые могут быть сведены к задачам, решаемым с помощью метода статистического испытания. Данный СП реализует регрессионные мо-

дели (однофакторные и многофакторные регрессионные модели) расчета и прогнозирования технико-экономических показателей.

Кроме СП можно также использовать нестандартные программы для прогнозирования и планирования НТП, например, программы, соответствующие цепи Маркова, производственные функции и ряд других методов

Эффект и качество СП достигаются за счет улучшения организации работ, снижения издержек из-за недостаточной квалификации программистов при разработках оригинальных программ, устранения дублирования работ, использования разветвленных алгоритмических целей, отдельных модулей СП в оригинальном программировании.

Цель информационного обеспечения заключается в достижении наибольшего уровня информации, т.е. такого уровня, при котором соотношение между доступной в данный момент времени и необходимой для прогнозирования информацией приближалось к максимуму. Таким образом, исходя из задач, стоящих перед прогнозированием, из потока информации отбирают ту, которая увеличивает уровень информации.

Разработка и развитие информационного обеспечения осуществляются посредством:

- однозначности в отображении содержания данных и единства средства формализованного описания данных на разных уровнях планирования;

- организации взаимоувязанных информационных фондов, реализуемых с помощью стандартных средств управления базами данных;

- интеграции хранения и обработки данных, что позволяет добиться минимального объема исходных данных, комплексного их использования для решения необходимого круга задач, а также устранения неоправданного дублирования массивов и потоков информации;

- относительно вариантности создаваемых средств к изменениям в методологии и организации планирования НТП;

- соответствия объемов хранимых и обрабатываемых данных и необходимых для этих целей информационных средств техническим возможностям ЭВМ, уровню развития математического обеспечения.

Специфика специальной информации определяется следующими основными требованиями:

1) высокая степень анализа и синтеза, которым должна быть подвергнута информация;

2) надежность и достоверность;

3) целенаправленность информации, т.е. возможно меньший объем информации, но без потерь требуемой полноты и точности;

4) прогностический характер информации;

5) оперативность информации, т.е. быстрота передачи, надежность коммуникации, своевременность доставки.

С применением ЭММ при планировании НТП, тесно связаны вопросы их информационной обеспеченности. Ряд отличительных особенностей связан с информационным обеспечением модели.

1. Модель опирается на широкое использование имеющейся статистической базы. В принципе для ее реализации не требуется специальной информации, которую нельзя было бы найти в статистических отчетах, сборниках и бюллетенях.

2. Практически требуется использовать одновременно как статистическую, так и нормативную информацию и экспертные оценки. Это связано с назначением модели как инструмента пассивного и активного прогнозирования.

3. Объем используемой информации сравнительно небольшой. Необходима информация об основных моделируемых показателях за предыдущий период времени (20 лет) и экзогенная информация, в том числе некоторые плановые и прогнозные данные.

Наряду с особенностями, вытекающими из системы показателей и информационного обеспечения, моделям свойственны также особенности, которые связаны с видом зависимостей между переменным характером отражения динамики развития, математической формой зависимостей и некоторыми другими признаками.

Модель является статистической. Соотношения между переменными в основном корреляционные и выражаются в виде регрессионных уравнений, параметры которых оцениваются методами математической статистики и эконометрии.

Для обоснования, построения и применения модели требуется соответствующее информационное обеспечение. В широком смысле такое обеспечение включает необходимые сведения об объекте моделирования (его структура, развитие, качественная и количественная характеристика, взаимосвязи), представление о технологии моделирования и методах параметризации, необходимый опыт конструирования и использования моделей.

Каждый динамический ряд должен содержать достаточное количество наблюдений за достаточно продолжительный период времени. Временной интервал должен быть таким, чтобы представилась возможность исследовать тенденции и закономерности изменения показателей и эффективно применить метод оценки параметров. Каждый отдельный динамический ряд должен содержать сопоставимые значения показателей за необходимый период. Сопоставимость касается главным образом единиц измерения и методов расчета показателей.

Не все первичные данные, собранные по материалам статистической отчетности, являются сопоставимыми. Несопоставимые динамические ряды при-

водятся к сопоставимому виду. Пересчет выполняется путем умножения несопоставимых уравнений динамического ряда на соответствующие индексы цен путем использования ценных индексов роста показателей.

Основными задачами информационного обеспечения научно-технического прогнозирования являются:

- формирование информационного банка данных, включающего статистические, научно-технические, патентные, экспертные и другие данные о развитии объекта прогнозирования; структура банка данных должна обеспечивать его использование в режиме работ автоматизированной ИПС;
- обеспечение экспертов информацией об изменениях и развитии объекта прогнозирования, о новых данных объектов, что повышает обоснованность и своевременность корректив прогнозных данных;
- обеспечение текущей информации для проведения работ по прогнозированию и др.

Для осуществления контроля над процессом накопления и выдачи информации необходимо обеспечить выполнение таких требований, как быстрый доступ, стандартизация массивов, специальное математическое обеспечение.

Ниже приводится линейная оптимизационная модель прогнозирования внедрения научных достижений. Эта модель описывает оптимальные объемы внедрения прогрессивной технологии и высокопроизводительного оборудования. Известно, что в перспективе генеральными направлениями технического развития отраслей промышленности является внедрение прогрессивных технологических процессов на базе применения высокоэффективных материалов и высокопроизводительного оборудования .

Известно, что в прогнозируемом периоде P, I , K - множество соответственно технологических процессов, технологий производств и групп оборудования.

J - множество выпускаемых видов продукции и используемых видов материалов.

Вводим обозначения: ρ, i, k, j, f - соответственно виды технологического процесса, технология производства, групп оборудования, вида материалов и вида продукции.

Нормативы:

$П'_{\rho ik}, \alpha'_{\rho ik}$ - приведённые затраты и удельные капиталовложения на производство условной единицы i -го вида продукции на ρ -м технологическом процессе по i -ой технологии использования K -го оборудования в t -м году прогнозируемого периода;

b'_{fjk}, B_{fjk} - норма расхода f -го материала и нормативов потребности на производство одной единицы j -го вида продукции на ρ -м технологическом

процессе на j-и технологии на k -м оборудовании в t- году прогнозируемого периода.

Ограничивающие величины:

P_f^t, P_f^t- ресурсы f -го материала и K -го оборудования в t -м году прогнозируемого периода;

W_j^t- объём производства j -го вида продукции в в t -м году прогнозируемого периода;

G^t -объём капиталовложений, выделяемый для развития отрасли в t -м году прогнозируемого периода.

Переменная величина:

X_{pjk}^t -объём производства j -го вида продукции на p- м технологическом процессе по i -й технологии при использовании K -го оборудования в t -м году. Задача решается отдельно по каждому году прогнозируемого периода

Критерий оптимальности - сумма приведённых затрат на выпуск продукции:

$$\sum_{j=1}^{J}\sum_{p=1}^{P}\sum_{i=1}^{I}\sum_{k=1}^{K} a_{pjk}^t X_{pjk}^t \to \min.$$

Ограничения:

-объем выпуска каждого вида продукции должен быть не меньше установленного минимума:

$$\sum_{p}^{P}\sum_{i}^{I}\sum_{k}^{K} X_{pjk}^t \geq W_j^t,$$

- выпуск продукции ограничивается ресурсами облицовочных и конструкционных материалов:

$$\sum_{j=1}^{J}\sum_{p=1}^{P}\sum_{i=1}^{I} V_{fpjk}^t X_{pjk}^t \leq P_f^t,$$

- выпуск продукции ограничивается ресурсами оборудования:

$$\sum_{j=1}^{J}\sum_{p=1}^{P}\sum_{i=1}^{I} B_{pjk}^t X_{pjk}^t \leq P_k^t,$$

- выпуск продукции ограничивается выделяемыми капиталовложениями:

$$\sum_{j=1}^{J}\sum_{p=1}^{P}\sum_{i=1}^{I}\sum_{k=1}^{K} a_{pjk}^t X_{pjk}^t \leq G^t,$$

-неотрицательность объема производства продукции:

$$X_{pjk}^t \geq 0 \qquad (j=\overline{1,J}, \quad p=\overline{1,P}, \quad i=\overline{1,I}, \quad k=\overline{1,K})$$

3. Концепция долгосрочного прогнозирования НТП

На данном этапе проблема научно-технического прогнозирования, непрерывного обновления прогнозных данных приобретает особую актуальность

Прогноз развития науки и техники разрабатывается в системе экономических, демографических, социальных, природных ресурсов и других прогнозов. Поэтому важно обеспечить единство, последовательность и согласованность всех прогнозных работ с целью аккумулировать всю последнюю информацию в комплексном прогнозе развития рыночной экономики. Единство прогнозов достигается, во-первых, определением общих социально-экономических задач, во-вторых, некоторым опережением подготовки научно-технических прогнозов по отношению к экономическим, в-третьих, организацией эффективной системы обработки и обмена прогнозной информацией, созданием банка прогнозных данных и централизованным руководством всей работой по прогнозированию на основе единого координационного плана, в котором указаны цель, задачи, последовательность этапов и сроки составления отдельных прогнозов.

Разработка системы прогнозов является итеративным процессом. Первоначально оценки по отдельным прогнозам постепенно углубляются и уточняются, сопоставляются с данными по другим видам прогнозов и взаимно увязываются в окончательных вариантах в комплексном прогнозе. До взаимной увязки отдельных прогнозов их оценки носят предварительный характер и не могут служить основой построения социально-экономической и технической концепций на перспективный период.

Прогнозы призваны выявить наиболее вероятные и эффективные альтернативы НТП и других условий экономического роста, возможную его целенаправленность. С помощью научно-технических прогнозов определяются тенденции технического прогресса, вероятные сроки решения крупных научных и производственных проблем, перспективные связи науки, техники, производства. Такие прогнозы должны также давать характеристику обновления технической базы отраслей народного хозяйства, изменений в производстве отдельных видов продукции, а также в важнейших технологических процессах.

Научно-технические прогнозы охватывают:

- перспективные научные исследования и разработки по главным направлениям НТП;

- совершенствование производственного потенциала страны на основе создания новых орудий труда и технологических процессов, новых источников энергии и первичного сырья, отличающихся высокой эффективностью и уменьшающих зависимость от ограниченных запасов природных ресурсов, обеспечивающих производство материалов с заданными свойствами;

- развитие производственной и непроизводственной инфраструктуры: систем и средств транспорта, связи, передачи и обработки информации и энергии, хранения создаваемой продукции и т.д.;

-создание новых и улучшение старых средств, методов и систем планового управления народным хозяйством;

- развитие интеграции стран - членов СНГ в области производства и научно-технического сотрудничества;

- использование, воспроизводство и охрана окружающей среды;

- укрепление обороноспособности страны.

Концепция долгосрочного прогнозирования - сложное явление, включающее следующие этапы: анализ наличного эмпирического материала, выявление специфики объекта действующих тенденций и закономерностей процесса; формулировку качественных предпосылок, выдвижение гипотез, их теоретическое обоснование; выбор метода прогнозирования и его реализация; проверку достоверности и надежности прогноза, его желательности и эффективности.

Основным содержанием процессов разработки концепции являются выявление и обоснование важнейших проблем и направлений общественного развития и, следовательно, направлений и форм долгосрочной социально-экономической политики. Для решения этой задачи могут использоваться метод активного целевого прогнозирования и метод логического моделирования, связанные с разработкой сценариев, описывающих возможные пути решения проблем и последствия, к которым приведет выбор какого-либо из них.

В качестве одного из методических приемов разработки концепции можно использовать сопоставление сводного комплексного прогноза социально-экономического развития с целями и целевыми нормативами для получения планово-целевых показателей. При таком подходе главным становится обоснование возможных путей перехода от сложившегося состояния экономики к намеченному, выявление реальных возможностей, методов и сроков достижения поставленных целей.

Концепция долгосрочного прогнозирования призвана выявить наиболее вероятные и эффективные альтернативы научно-технического прогресса и другие условия экономического роста, возможную его целенаправленность. С помощью научно-технических прогнозов определяются тенденции технического прогресса, вероятные сроки решения крупных научных и производственных проблем, перспективные связи науки, техники, производства. Такие прогнозы должны также давать характеристику обновления технической базы отраслей промышленности, изменений в производстве отдельных видов продукции, а также в важнейших технологических процессах.

К анализу и прогнозированию экономического развития можно подходить с двух различных позиций. Согласно простой концепции, развитию свойствен-

но стремление описать рассматриваемый круг явлений при помощи небольшого числа важных характеристик и представить наиболее фундаментальные положения и зависимости в конкретной форме. При сложной концепции развития более важным считается комплексное многостороннее и детализированное изучение всех сколько-нибудь важных черт анализируемого явления.

Анализ двух концепций развития показывает, что сложная концепция является наиболее общей, способной охватить все формы социально-экономической зависимости, имеющих решающее значение для экономического развития. Но эта концепция требует знания и формализации всех качественных и количественных характеристик объективных экономических законов и использование этих характеристик в прогнозах экономического развития - детерминирование будущего развития во всем его разнообразии.

Простая концепция слишком упрощенная, детерминирует будущее развитие с учетом только основных зависимостей и не принимает во внимание множество других. Так как будущее обязательно заключает в себе элементы непосредственности, то нецелесообразно в разрабатываемой прогнозируемой системе применять ту или иную концепцию развития, а следует учесть положительные черты обоих - простоту простой концепции и точность отражения сложной концепции.

Методология концепции комплексного прогнозирования еще недостаточно отработана, она продолжает совершенствоваться. Опыт комплексного экономического и научно-технического прогнозирования показал, что разрыв между естественно-технической и социально-экономической информацией не уменьшается, а возрастает. В этом кроется одна из все увеличивающихся трудностей социально-экономической оценки научно-технических открытий и проектов в долгосрочной перспективе.

В настоящее время можно выделить следующие актуальные проблемы научного прогнозирования:

- обеспечение взаимной увязки и последовательности осуществления научно-технических и социально-экономических прогнозов;

- разработка и применение экономических оценок в научно-технических прогнозах;

- достижение совместимости показателей и аналитической информации, применяемой в прогнозировании, с системой плановых показателей;

- разработка методов оценки социальных последствий научно-технического прогресса в перспективном периоде;

- осуществление непрерывного научного прогнозирования и использование его результатов на всех этапах составления перспективного плана.

Концепция долгосрочного прогнозирования содержит в себе все важные, с точки зрения научно-технического процесса, принципы развития производства

инфраструктуры, потребления и накопления внешних связей его взаимосвязи, включая и основные пропорции развития и отдельные особо важные решения по объектам капиталовложений.

Для разработки концепции прогноза при долгосрочном прогнозировании НТП следует учитывать стратегические треб вания этапа развития, при среднесрочном - основные цели долгосрочного прогнозирования и специфические требования планового периода, и при краткосрочном - цели экономической политики, зафиксированные в среднесрочном прогнозе.

Возможность разработки отличающихся друг от друга вариантов концепций зависит от того, насколько детерминирующим образом влияют факторы, которые можно лишь прогнозировать. Концепция долгосрочного прогноза должна носить вариантный характер, что во многом определяется важностью, значимостью тех или иных целей, связанных с определенным вариантом предполагаемых общих условий развития, решения и сводного комплексного прогноза. Варианты концепций, относящиеся к развитию экономики, различаются прежде всего с точки зрения экономической политики.

По темпам экономического роста В этом аспекте можем говорить о различных вариантах лишь в случае, если темпы в них намечены, отличаются друг от друга, например, на долгосрочную перспективу не менее чем на 0,5-1,0%, а на краткую - не менее 1,0-1,5%.Опыт говорит о том, что по темпам роста, главным образом вследствие значительной детерминированности формирования производственных факторов, практически редко проявляется возможность для планирования различных вариантов.

По внешнеэкономическим связям Различные варианты концепций могут вызвать привлечение зарубежных источников или размещение источников за рубежом; существенно отличающиеся темпы расширения связей; значительные различия в региональной структуре связей или структуре товарооборота.

По пропорциям распределения варианты могут возникнуть в зависимости от существенных различий между производственным и непроизводственным накоплением и потреблением.

По структуре экономики существующие варианты концепций могут быть обусловлены соотношением развития отраслей решающего значения. Следует иметь в виду, что отдельные варианты концепций отличаются друг от друга не по тому или иному из этих факторов, а обычно по их совокупности, ибо между ними существует органическая связь. Так, варианты структуры производства могут быть взаимосвязаны с вариантами пропорций внешнеэкономических связей и даже темпов роста.

Варианты концепций могут различаться и с точки зрения предложений, касающихся формирования объективных факторов, влияющих на экономическое развитие региона. Выбор между вариантами такого характера возможен лишь

на основе уточнения вероятности этих условий. Ясно, что в конечном счете концепцию следует основывать на тех условиях, вероятность возникновения которых большая. Однако суть концепции состоит также в том, что она дает возможность выбора из нескольких вариантов, относящихся к одним и тем же условиям.

Дальнейшее совершенствование методологии социально-экономического и научно-технического прогнозирования должно, на наш взгляд, осуществляться в следующих направлениях:

- разработка логико-информационного и экономико-математического механизма использования прогнозов в народнохозяйственных планах, целевых программах и системах управления;

- разработка и внедрение методов верификации научно-технических прогнозов с целью повышения их обоснованности;

- формирование проблемно-ориентированных пакетов методик прогнозирования с учетом требований потребителей;

- создание межотраслевого банка научно-технических прогнозов и информации для их разработки;

- разработка методов синтеза научно-технических, социально-экономических и экономических прогнозов;

- разработка методик адаптации прогностических моделей к объекту и способов выбора методов прогнозирования;

- прогнозы возникновения технических идей с использованием в качестве измерителя числа патентов;

- прогнозы научной и технической разработки и практической реализации отдельных конкретных крупных технических проектов и программ;

- прогнозы возникновения и решения отдельных крупных научных и технических проблем, предстоящих и назревающих научных открытий;

- прогнозы общей динамики научных открытий с использованием в качестве измерителя числа научных публикаций, диссертаций и научных работников.

Решение этих в определенной мере изолированных задач даже с использованием системного подхода к рассматриваемому явлению и всестороннем изучении связей объекта прогнозирования с окружающей средой не дает возможности охватить всей проблемы прогнозирования научно-технического прогресса в целом и увязать с общим развитием экономики. Исходя из этого, основными моментами выступают разработка методологии создания концепции долгосрочного прогноза, предусматривающей согласование целей развития общества с ресурсами; выявление целей и проблем, требующих программного обеспечения их реализации и формирования перечня таких программ; балансировка, увязка последних по ресурсам как между собой, так и с программной частью

прогноза; разработка методов и моделей, способных служить инструментарием, обеспечивающим решение этих важнейших задач в рамках создания концепции долгосрочного прогноза.

В современной экономике прогноз взаимодействует с планом в трех аспектах:

- предшествует плану применительно к тем процессам, содержание которых не позволяет охватить их планированием и указывает возможности и способы косвенного воздействия на них в плане;

- является способом контроля за реализацией плана посредством оценки последствий перевыполнения или недовыполнения.

Главная концепция долгосрочного прогнозирования состоит не столько в том, чтобы исчислить наиболее реальные, с точки зрения настоящего времени, показатели той или иной отрасли производства, сколько в том, чтобы определить основные направления и тенденции, связанные с требованиями НТП предвидеть количественные и качественные изменения в различных отраслях народного хозяйства и выявить ведущие проблемы, требующие своего решения в прогнозируемом периоде.

Основными стадиями прогнозирования являются:

- анализ достигнутого уровня развития народного хозяйства и сложившихся социально-экономических тенденций его изменений в соответствующих областях;

- предвидение их развития в будущем, в т.ч. и в конкретных условиях планового периода;

- определение и выбор целей, которые ставит рыночное общество на определенный период в отношении развития производительных сил, производственных отношений, в области социального прогресса; принятия решения или предпочтительной концепции развития ;

- выработка системы целенаправленных и взаимосогласованных хозяйственных мер и условий по наиболее эффективному достижению поставленных целей; определение уровней развития и адресных заданий (этап собственной разработки народнохозяйственного плана);

- анализ хода выполнения и корректировки планов с учетом итогов, новых факторов и изменяющихся внутренних и внешних условий хозяйственного развития.

Взаимодействие данных стадий весьма сложно, решение задач происходит оперативно на основе принципа обратной связи. В то же время можно функционально выделить стадии, предшествующие разработке конкретного плана как взаимоувязанной системы мер и количественных заданий по достижению принятой хозяйственно-политической концепции развития. Эти стадии анализа

и предвидения можно определить, как разработку вариантных прогнозов движения вперед.

Концепции прогнозирования можно классифицировать следующим образом:

I. Концепции, направленные на развитие производства:

а) относящиеся к группам изделий, имеющих важное значение с точки зрения преобразования структуры производства;

б) развития относительно однородных отраслей, важных с точки зрения преобразования структуры производства;

в) решения межотраслевых технических, производственных, производственно-торговых проблем и проблем, связанных с обслуживанием;

г) развития отдельных блоков отраслей материального производства (например, добывающей, перерабатывающей промышленности, производства строительных материалов и стройиндустрии, сельского хозяйства, пищевой и легкой промышленности и др.).

II Концепции, направленные на развитие отраслей инфраструктуры :

а) технико-экономические или другие концепции, обусловливающие решение важных проблем развития отраслей инфраструктуры;

б) развития отдельных отраслей инфраструктуры;

в) решения глобальных проблем развития инфраструктуры (например, охраны окружающей среды).

III. Концепции, направленные на решение общих проблем социально-экономического развития, проблем экономической политики:

а) развитие экономики региона (международных экономических связей и т.д.);

б) совершенствование условий жизни населения региона;

в) развитие региона в целом и его отдельных областей;

г) развитие отдельных сфер управления экономикой (политики в области цен, кредитно-финансовая политика).

Важной характеристикой этих концепций является их комплексность. Это означает, во-первых, что данная тема во всей полноте рассматривается применительно к масштабам региона в целом, независимо от того, в рамках какой отрасли, органа, управления, хозяйственной организации осуществляется деятельность. Во-вторых, объектом исследований становятся все важные экономические, социальные, технические аспекты и последствия, характерные для анализируемой темы. Так, в концепциях, относящихся к НТП в промышленности, речь идет не только о развитии самого производства, но и о вопросах технического развития, внутреннего использования, международных технических и экономических связей, специфики экономического регулирования и других, связанных с развитием данной группы изделий или отрасли. В-третьих, в ..их

вскрывается воздействие реализации разработанных мер на сопряженные виды хозяйственной деятельности, а также формулируются выдвигаемые по отношению к ним требования.

Разработка всех концепций прогнозов должна производиться по единой системе показателей, сопоставимых с данными планов. При разработке отраслевых прогнозов в качестве "консультирующих" моделей могут быть использованы модели развития и размещения отраслевых комплексов (оптимизационные отраслевые модели). Они позволяют увязать отдельные разделы отраслевого прогноза - варианты структуры отрасли, новые технологические способы, сырьевую базу (с учетом ее размещения), объемы выпуска продукции, производственные мощности и потребности в трудовых ресурсах, требования к смежным отраслям .

При разработке региональных прогнозов основным средством взаимоувязки отдельных аспектов является система региональных межотраслевых моделей в различных ее модификациях. Важно при этом обеспечить единство выбранной методики моделирования для всех районов. Качество и надежность расчетов как по отраслевой, так и региональным моделям зависят от наличия и качества используемой в них исходной информации, которая содержится в соответствующих разделах прогнозов и должна быть согласована с требованиями этих моделей.

Процесс составления концепций долгосрочного прогноза завершается формированием ее вариантов, расчетов, представляющих собой укрупненные описания альтернативных направлений НТП в промышленности.

4. Методологические аспекты прогнозирования НТП

Научно-технический прогресс как объект управления представляет собой единый и целостный процесс, который характеризуется взаимодействием различных элементов, последовательностью и преемственностью взаимосвязанных стадий и этапов работ. В этом единстве действуют разнородные центростремительные и центробежные силы: одни требуют интеграции и объединения различных звеньев, другие, напротив, обусловливают дробление, специализацию организационных структур. Однако цель их едина - способствовать росту эффективности труда, затрачиваемого как на весь комплекс соответствующих научно-технических работ, так и на отдельные их виды. Система управления научно-техническим прогрессом призвана обеспечить реализацию этой цели на основе специализации и объединения усилий различных ее участников, научного исследования производства.

Практика показывает, что даже самые совершенные методы экономического планирования и стимулирования научно-технического прогресса нуждаются в соответствующем организационном обеспечении. С этой точки зрения, развитие организационных структур и механизма управления производством и всех иерархических уровнях (от предприятий до отрасли промышленности) становится исключительно важным условием реализации всех ценных предложений по использованию экономических рычагов воздействия на НТП. Анализ эволюции этих форм и опыта их применения позволяют сделать определенные выводы по поводу перспективных путей решения организационной задачи эффективного соединения науки с производством.

Новой формой разработки перспективного плана развития страны на базе достижений НТП являются комплексная программа НТП и ее социально-экономические последствия.

В основу составления плана должен быть положен прогноз. При этом прогнозные показатели уточняются с учетом факторов, известных при составлении прогноза, а также с учетом изменений под влиянием конкретных обстоятельств тех факторов, которые были учтены при прогнозировании. Все это повышает научный уровень планирования. Прогнозирование научно-технического прогресса в первую очередь опирается на базисный уровень развития производительных сил, сложившихся динамики и структуры общественного производства.

Воздействие научно-технического прогресса на экономику народного хозяйства проявляется в повышении технического уровня и появлении новых элементов производства. Эти явления оказывают также существенное влияние на объект и структуру потребления, на поток материальных затрат и структуру конечного продукта.

Прогноз научно-технического прогресса служит основой прогнозирования экономического развития страны. От его уровня зависит прогнозируемый уровень главных параметров экономического развития страны - производительность общественного труда, материалоемкость и фондоемкость производства, объем национального дохода и, в конечном счете, удовлетворение всего круга общественных потребностей в прогнозируемом периоде.

Для улучшения главных экономических параметров народного хозяйства в каждый прогнозируемый период определяется прогнозируемый уровень технического развития, где основным экономическим параметром выступают ресурсы, которые общество может выделить на развитие научно-технического прогресса, на внедрение его достижений в народное хозяйство. Это свидетельствует о необходимости более или менее точного обоснования прогнозируемого уровня народного хозяйства в тесной увязке с прогнозом народонаселения, природных ресурсов и потребностей народного хозяйства.

Прогнозы научно-технического прогресса - важнейшая составная часть экономических прогнозов, так как прогресс науки и техники в значительной мере определяет темпы развития всего народного хозяйства. В зависимости от масштаба объекта научно-технического прогресса обычно выделяются прогнозы мирового научно-технического прогресса, прогресса науки и техники в границах отдельной страны, развития комплексных технических задач отдельных отраслей промышленности, отдельных видов продукции и технических процессов, а также прогнозы развития узлов и блоков машин.

Анализ и синтез всех видов и типов прогнозов приведет к прогнозу научно-технического прогресса в целом. Чтобы реализовать эти задачи, необходим комплексный подход к разработке прогнозов научно-технического прогресса, учитывающий как задачи улучшения качества производимой продукции, так и совершенствования наиболее важных сторон производства, его управления и обслуживания.

Обоснованное и своевременное прогнозирование НТП в сочетании с разработкой социально-экономических критериев существенно способствуют повышению эффективности научно-исследовательских работ, быстрейшему внедрению новейших технических средств в народное хозяйство и, в конечном счете, увеличению экономической эффективности общественного производства.

Прогнозирование НТП тесно взаимосвязано с остальными направлениями народнохозяйственного прогнозирования, главным образом составляющими важнейшую информационную базу разработки большинства прогнозов, необходимых в процессе планирования. Однако при прогнозировании НТП необходимо учитывать существование не только прямых, но и обратных связей с другими областями прогнозирования, которые влияют на темпы и направления развития НТП.

Кроме прогнозирования НТП, предшествующую информацию для разработки прогнозов основных показателей экономического развития страны представляют прогнозы трудовых ресурсов, которые в свою очередь основываются на демографических прогнозах, а также прогнозы крупных ресурсов республики. При их разработке следует учитывать всевозрастающее влияние НТП на состояние трудовых ресурсов, главным образом качественное, на объем и структуру используемых природных ресурсов, поскольку широкое применение новейших технологических методов разведки, добычи и обогащения сырья приводит к существенному их изменению. Наряду с этой крупной проблемой научного прогнозирования остается комплексное определение долгосрочного перспективного воздействия на объем и структуру крупных ресурсов и т.д.

Важнейшими экономическими результатами НТП выступают, прежде всего, рост производительности общественного труда и прогрессивные сдвиги в

отраслевой структуре народного хозяйства, что в совокупности определяет значительное повышение эффективности всего общественного производства. Развитие науки к техники неизбежно связано с прогнозом количественных и качественных изменений в развитии крупного хозяйства и его отраслей.

Экономический аспект прогнозирования НТП заключается не только в выявлении суммарной и раздельной экономики общественного труда, обусловленной достижениями науки и техники, но и в прогрессивном изменении структуры общественного производства.

Общими для всех направлений технического прогресса экономическими проблемами производительности общественного труда и на этой основе непрерывного и значительного повышения эффективности общественного производства являются: экономическая эффективность затрат на внедрение более совершенной техники в прогнозируемый период; разработка экономических показателей, определяющих влияние НТП на производство; повышение эффективности производства и рост потребления.

Прогнозы НТП должны отражать все его направления и, следовательно, содержать условия глобальной оценки конкретных мероприятий в области научных исследований и их внедрения в производство. Все разнообразие направлений НТП непосредственно не может быть отражено в плане, учесть которое можно лишь путем агрегирования.

Прогнозы позволяют оценивать изменения удельных величин затрат труда, материалов, основных производственных фондов и капитальных вложений. Определение общих объемов внедрения новой техники базируется на данных о возможных масштабах потребности в продукции отраслей народного хозяйства и промышленности, ожидаемых объемов ресурсов капитальных вложений, сырья и материалов, трудовых ресурсов, экспорта продукция. Такая информация может быть получена с помощью предварительного баланса крупного хозяйства, межотраслевого баланса, многофакторных ЭММ на макроуровне с использованием проектной информации прогнозов НТП и экономико-статистического аналитического материала.

Для повышения эффективности прогнозирования целесообразно на основе данных частных прогнозов разрабатывать комплексную программу научно-технического прогресса и его социально-экономических последствий. Ее главная задача - обосновать научно-техническую политику на перспективу и пути более тесного соединения науки и производства, определить на этой основе возможности и средства повышения эффективности производства, пути развития ее отдельных отраслей, принципы формирования структурной политики, выявить потребности страны в ресурсах и их наиболее эффективное использование.

При применении прогнозов НТП для целей планирования необходимо учитывать такие социальные вопросы, как обязательное обеспечение работой всех трудоспособных; улучшение использования рабочего времени, изменение продолжительности рабочего дня и рабочей недели, использование трудящимися свободного времени в связи с коротким рабочим днем; повышение культурного уровня трудящихся; рост крупных городов; социальные перемены в деревне (появление новых профессий, повышение технического и культурного уровня сельского населения); возникновение новых профилей научных, инженерно-технических и других специальностей и рабочих профессий; уровень образования всех трудящихся и т.д.

Таким образом, прогнозирование содержания экономических результатов основных направлений НТП и его социальных последствий, уровня общественных потребностей позволяют выявить важнейшие направления и примерные темпы экономического развития страны на достаточно длительный период.

В основу методологии прогнозирования внедрения достижений научно-технического прогресса на предприятиях должно быть положено моделирование процессов производства. Модель научно-технического прогресса является комплексной, увязывающей его основные направления во временном и пространственном разрезах. Она состоит из двух взаимосвязанных моделей - научно-технической и экономической, используемых для практического прогнозирования. Эта взаимосвязь обусловлена тем, что осуществляется превращение науки в непосредственную производительную силу экономического прогресса.

Научно-технические и экономические модели отражают картину технического и экономического развития производства и применяются в качестве главных инструментов для прогнозирования научно-технического прогресса, модель последнего на предприятии охватывает совершенствование организации производства, управления и труда, механизацию и автоматизацию производственных процессов, внедрение прогрессивных технических процессов, улучшение качества выпускаемых изделий. Эти направления следует прогнозировать не только по предприятию в целом, но и по стадиям основного производства и его службам.

Для построения научно-технической модели для каждого отдельного предприятия необходимо решить следующие наиболее важные вопросы: выбор направлений научно-технического прогресса, определение объектов, по которым осуществляется прогнозирование, установление круга используемых показателей и накопление исходных материалов.

Экономическая модель предприятия включает комплекс важнейших технико-экономических показателей, наиболее полно характеризующих развитие производства. Среди них объем производства, основные производственные фонды, рентабельность, себестоимость товарной продукции, товарная продук-

ция в оптовых ценах, численность работающих, фонд заработной платы, расходы по обслуживанию производства и управлению.

Все направления экономического прогнозирования неразрывно связаны между собой. Они охватывают широкий круг проблем, решение которых позволит повысить достоверность прогнозов и, следовательно, будет способствовать строго научному обоснованию планов развития народного хозяйства. В связи с этим экономические прогнозы по сути своей являются комплексными и требуются для разработки комплексных методов.

Прогнозирование НТП - процесс исключительно сложный. На развитие техники оказывают влияние многие, часто разнонаправленные факторы, весьма разнообразные условия, что придает этому процессу высокую степень неопределенности и, естественно, затрудняет методику прогнозирования. Однако и в развитии техники есть свои закономерности. Так, в техническом прогрессе постепенно реализуется тенденция все более полного использования возможностей, заложенных в данной научно-технической идее.

Прогнозирование НТП непосредственно связано с прогнозированием крупных изменений в организации общественного производства в области концентрации, специализации и комбинировании производства. Формирование новых отраслей, в особенности подетально-специализированных и вспомогательных, способствует повышению эффективности общественного производства, ускорению темпов экономического развития и улучшению структуры производства.

Экономическая наука призвана определять социально-экономические результаты научно-технических прогнозов и их влияние на структурные сдвиги в народной хозяйстве, а также на важнейшие параметры экономического развития: производительность общественного труда, материалоемкость, фондоемкость производства, национальный доход и др.

Кроме экономической эффективности новой техники, экономическое прогнозирование научно-технического прогресса призвано определить оптимальное распространение этой техники, экономические сроки ее функционирования, а также механизм ее внедрения в народное хозяйство. В этом заключается его сущность и отличие от прогнозирования науки и техники, как таковых.

Экономическое прогнозирование научно-технического прогресса имеет целью оценить потенциальный экономический эффект проблем, уже решенных в научном и техническом отношении: использование прогнозируемого периода; поисковых научных работ, на основании которых к началу прогнозируемого периода могут быть сделаны научные открытия, а в течение прогнозируемого периода разработаны инженерные решения создания новой техники и возможно начала ее выпуска и внедрения в производство, поисковых научных исследований, доведение которых до научных открытий возможно произойдет в пре-

делах прогнозируемого периода, а инженерных решений за пределами прогнозируемого периода.

Из всех направлений научно-технического развития и видов новой техники, как правило, отбираются те социально-экономические цели, которые необходимы для достижения заданных на прогнозируемый период общих экономических параметров, затраты на которые укладываются в выделенный обществом лимит капиталовложений. Эту функцию призвано осуществлять прогнозирование последствий научно-технического прогресса. Последний прямо и косвенно интенсивно воздействует на темпы экономического развития и на структуру общественного производства.

Все важнейшие факторы экономического уровня теснейшим образом связаны с НТП и в значительной мере обусловливаются ими.

Процесс развития НТП включает в себя ряд этапов. Начальным этапом считается зарождение общественной потребности в новой технике, а завершающим - ее удовлетворение более совершенными средствами. В практике управления не всем этапам уделяется равноценное внимание.

Комплексное использование всех направлений НТП предполагает применение обобщающего показателя его экономической эффективности, характеризующего результативность использования живого и овеществленного труда. В каждом плановом периоде таким показателем является отношение прироста прибыли или чистой продукции к приросту производственных затрат, связанных с осуществлением НТП.

Известно, что будущее развитие больших систем опирается на три варианта прогноза - оптимистический, наиболее вероятный и пессимистический. Решение принимается на основе одного из этих вариантов. Особое значение при этом приобретает умение выбрать наиболее удачный вариант. Этот вопрос не изучен в достаточной степени. В будущем еще более возрастет роль двусторонней связи между способностью разрабатывать варианты прогноза и умением выбрать наиболее удачный.

Для определения задач экономического прогнозирования особое значение имеют принципы построения системы показателей плана развития науки и техники. Природе НТП в наибольшей степени соответствует такая группировка экономических показателей, которая основывается на выделении общеэкономических и технико-экономических показателей.

М А Виленский [44] пишет, что общеэкономические показатели выражают конечную цель научно-технического прогресса. Если общеэкономические показатели характеризуют глобальную цель НТП, то технико-экономические - средства ее достижения, т.е экономию всех видов ресурсов, используемых в трудовой деятельности.

Система показателей разрабатывается с учетом специфики производства. Во всех случаях она должна отвечать следующим требованиям:

- раскрывать содержание современного научно-технического прогресса как объекта прогнозирования, характеризовать его основные направления;

- не дублировать друг друга или исключать характеристику одних и тех же составляющих элементов научно-технического прогресса;

- обеспечивать возможность прогнозирования НТП во всех звеньях производства, включая предприятия, отрасли;

- обеспечивать сопоставимость технического уровня производства с тем, чтобы выявлять резервы ускорения НТП и повышения его эффективности;

- определять прогрессивные и качественные сдвиги в составляющих элементах НТП, формах организации производства и использования науки в качестве непосредственной производительной силы;

- обеспечивать оценку эффективности НТП и организацию связи планов НТП с общими планами производства на предприятии, в объединении и отрасли;

- основываться на достаточной информации, включая как статистическую отчетность, так и данные непосредственных наблюдений.

Научно-технический прогресс - сложная динамическая система. Его движение в целом характеризуется следующими этапами:

1. Постановка задач научного поиска в соответствии с назревшими потребностями в процессе развития общества и науки в целом.

2. Научные открытия и их разработка.

3. Определение возможности практической реализации открытия в виде продуктов, услуг технологии, либо интеллектуальной концепции.

4. Предварительная материализация, намечающая конкретную форму возникновения данного открытия.

5. Разработка и первоначальное освоение, ведущее к созданию прототипа, т.е. работающего образца.

6. Инженерная фаза, приводящая к освоению и функционированию технической или иной системы.

7. Реализация и эксплуатация.

Первые четыре этапа являются составными частями научных исследований. Первый из них может также возникнуть и вне сферы науки - в сфере потребления, в производстве, технических разработок; четвертый этап на стыке с пятым; пятый и начальные стадии шестого этапа осуществляются в процессе технических разработок; значительная часть шестого и седьмого этапов - это, собственно, производство и сфера конечного потребления.

Научно-технические прогнозы разрабатываются специалистами соответствующих отраслей науки и техники. Основой таких прогнозов служат техни-

ческие характеристики процесса. Лишь после экономической интерпретации научно-технические прогнозы могут использоваться в плане развития науки и техники.

Научно-технические и экономические прогнозы НТП имеют один объект явления, они различаются по тому аспекту, в котором изучается данный объект. По экономическим прогнозам НТП определяются хозяйственные затраты и результаты, связанные с перспективами развития материально-технической базы.

Различие в предмете изучения предопределяет специфику используемых методов, позволяет разделить научно-техническое и экономическое прогнозирование.

Характерными чертами научно-технических прогнозов являются: наличие количественно определенных вероятных оценок будущего состоянию техники; сознательная ориентировка научно-технического прогноза на формирование таких показателей, которые дали бы возможность осуществить прогностические экономические расчеты; непрерывность научно-технического прогнозирования и выдача исходных данных разработки прогнозов развития народного хозяйства на определенные периоды; разработка прогнозов научно-технического процесса на период, отражающий конечный срок экономического прогноза на 10-15 лет.

Прогноз и перспективный план - это последовательные звенья в процессе принятия и осуществления экономических решений. Непосредственной целью прогнозирования в этом процессе является создание информационной базы для выбора оптимального пути социально-экономического развития, для информирования концепции народнохозяйственного плана.

Решающим отличием перспективного плана от прогноза является обязательность плановых заданий для всех хозяйственных единиц. Прогнозирование как бы пронизывает все существо планирования. В области прогнозирования процесс выработки долгосрочного плана характеризуется следующими этапами.

1. Составление прогнозов (т.е. вероятностно-альтернативных оценок на длительную перспективу) в научно-технической, социальной, демографической, экономической и других областях.

2. Разработка концепции долгосрочного развития (политики на длительную перспективу) в соответствии с директивными указаниями и результатами прогнозирования.

3. Создание долгосрочного плана, включающего обоснование главных целевых показателей заданий долгосрочного развития и комплексных программ, направленных на достижение целей.

При прогнозировании экономических систем выделяются следующие основные направления оценки адекватности прогноза:

- общеметодическая (научная, идеологическая, теоретическая) установка прогноза;
- логика построения структуры, системный подход, формализм;
- качество использованной информации;
- отбор существенных и доминирующих факторов;
- надежность расчетных методов и алгоритмов;
- пригодность для машинного и человеко-машинного имитирования;
- практическая ценность вариантов прогноза.

Деятельность по научно-техническому прогнозированию, опыт ее организации и разработки методологии ведут и к обогащению теории. Прогнозные разработки сопровождаются и теоретическими исследованиями.

Методологические проблемы прогнозирования НТП охватывают широкий круг вопросов. Во-первых, это прогнозы технической разработки и практической реализации отдельных крупных технологических проектов и программ. Во-вторых, прогнозы решения отдельных крупных научных и технических задач, а также прогнозы предстоящих научных открытий. В том числе решение проблем атомной и термоядерной энергетики, создание новых поколений и семейств ЭВМ, вычислительных систем, решение ряда биохимических и биофизических проблем. При этом используется обработка динамических данных с применением разных вариантов экстраполяции, а также экспертные оценки. В-третьих, прогнозируется общая динамика научных открытий с использованием в качестве измерителя числа научных публикаций, а также технических идей как показателя технического прогресса, измеряемого с помощью динамики числа патентов.

Развитие фундаментальных и прикладных научных исследований, подлежащих развертыванию, технические разработки и экспериментальные производства требуют огромных материальных и людских ресурсов, все большую долю национального дохода. Кроме того, эти исследования предполагают оснащение все более сложной и дорогой техникой и соответственно развитие целых производств, изготавливающих специальные технические средства для научных исследований.

Гигантские масштабы целенаправленных затрат, необходимых для развертывания научных исследований и технических разработок, означают также, что современный НТП, развиваясь по собственной логике, вместе с тем подвержен воздействию со стороны технической политики государства и в этом смысле оказывается управляемым процессом.

Финансирование науки и техники, создание их материальной базы опирается на учет долговременных стратегических перспектив, т.е. долгосрочных прогнозов развития науки и техники. В связи с этим долгосрочные прогнозы

НТП не только необходимы, но и должны иметь активный характер, делающий их инструментом, воздействующим на ход и направления НТП.

НТП связан с экономическим ростом и развитием социального общества в трех аспектах. Первый аспект - это непосредственное воздействие прогресса науки и техники на развитие производительных сил, на динамику и структуру общественного производства. НТП повышает технический уровень и эффективность традиционных элементов производства и создает новый, более совершенный. Второй аспект - НТП в значительной степени оказывается условием, определяющим развитие почти всех основных экзогенных факторов экономического роста. Третий аспект - НТП, является важнейшим направлением прогресса науки и техники и создает целый комплекс качественных сдвигов в первой производительной силе общества - в человеке.

Известно, что прогнозы выполняют инструментальную, направляющую, документальную, аргументационную и операционную роль. Все эти аспекты роли научно-технического прогнозирования необходимо принимать во внимание в процессе управления научно-техническим прогрессом.

Важнейшая методологическая проблема прогнозирования НТП и экономического развития - выявление физического смысла этих взаимосвязей.

Необходимо отметить, чтобы любой экономический прогноз был одновременно социально-экономическим, по крайней мере с точки зрения учета изменений способностей и возможностей человека как фактора НТП и экономического развития общества.

Влияние первых двух вышеназванных направлений наиболее просто поддается количественной интерпретации. Например, первое направление приводит к увеличению объема наиболее производительных трудовых ресурсов, второе - ускоряет процесс достижения высокой квалификации, а также способствует повышению ее уровня, а следовательно, при наличии соответствующей информации позволяет определить возможные изменения производительности В связи с тем, что подготовка специалистов также, как и квалифицированных рабочих, оказывается все более длительным процессом по сравнению с продолжительностью прогноза, то актуальность таких прогнозов возрастает.

При оценке времени в целях достижения профессионального уровня учитываются скорость роста общего количества научно-технической информации, а также увеличение числа специализации и изменения в скорости освоения информации каждым специалистом. Последняя величина находится под сильным влиянием прогресса в области техники

Разработка проблем прогнозирования основывается на двух принципиальных подходах - нормативном и исследовательском (поисковом) прогнозировании Последнее заключается в анализе объективных тенденций развития данного предмета или явления. Этот вид прогнозирования основан на ис-

пользовании принципа инерционности процесса. В этом случае прогноз направлен от настоящего к будущему.

Под нормативным прогнозированием подразумевается поиск оптимального пути достижения некоторой конечной цели в будущем. Задача нормативного прогнозирования состоит в том, чтобы предоставить модель рассматриваемого процесса на основе построения иерархической структуры, называемой графом или "деревом цели". Например, для отображения взаимосвязей всех уровней прогнозирования развития производства в отрасли строится схема "дерева целей" научно-технического прогресса и составляется карта прогноза (рис.1).

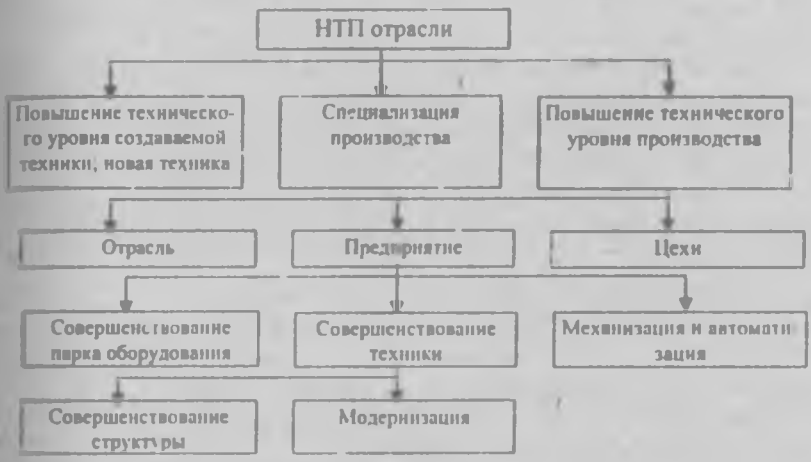

Рис.1. "Дерево целей" НТП в отрасли

С помощью "дерева целей" можно наглядно представить направление развития отрасли. При нормативном прогнозировании исключительно важно реалистическое определение целевой функции, которая должна отвечать назревшим потребностям рыночной экономики.

Сочетание исследовательского и нормативного прогнозирования позволяет эффективно определять тенденции развития больших систем. На основе соединения, интеграции обоих видов прогноза строится так называемый комплексный прогноз. Вместе с тем приходится их разделять, поскольку у каждого из них свои способы осуществления, своя специфика

В целом система долгосрочного прогнозирования предполагает систему комплексных прогнозов, в которых должны быть полностью учтены высшие достижения науки и техники и современные научные представления о будущем развитии прогнозируемых процессов. Для долгосрочного плана целесообразно

подготавливать следующие комплексные прогнозы: социальный, экономический, научно-технический, демографический, природных ресурсов и состояния природной среды, внешнеполитический и др.

Необходимо отметить, что в разработке долгосрочного прогнозирования важную роль играет программный подход. Под ним следует понимать разработку перспективных программ использования природных и трудовых ресурсов, рост всех элементов производительных сил, развитие отраслей науки и техники, производственной и непроизводственной сфер экономических районов страны, межотраслевых связей, охрану природы и улучшение биологических условий жизни населения, подъем культурного уровня народа, представляющих собой активное развитие производительных сил.

Программный подход - это лишь предпосылка нормативного прогнозирования социальных целей, основных направлений и главных параметров экономического развития. Связь нормативного прогнозирования с разработкой программ обеспечивает его реализм, материалистический подход к нормативному прогнозированию. Нормативное прогнозирование играет активную роль в росте экономического потенциала, определяя оптимальные пути и сроки его использования.

К числу общих методологических условий относятся:

-четкое определение перечня прогнозов, круга проблем, рассматриваемых в каждом из них, фиксация перечня выходных показателей с выходом на темп и пропорции развития народного хозяйства в целом;

-разработка единой системы моделей прогнозирования с единой системой численных методов и программ для ЭВМ;

- надежность и стандартность исходной статистической информации, что предполагает установление перечня показателей и динамических рядов, разрабатываемых государственной статистикой при единстве методики их осуществления.

Благодаря научно-техническому прогрессу значительно обогащается арсенал методов прогнозирования. При этом совершенствуются старые методы, разрабатываются новые, а также оригинальные формы подхода к проблемам исследования будущего.

В основе различия прогнозируемых переменных лежат следующие основные критерии:

- действуют ли соответствующие факторы в данный момент или они начнут действовать лишь в будущем;

- действовали ли они в прошлом;

- определяются ли данные переменные другими переменными однозначно или стохастически;

- можно ли оказывать на них прямое или косвенное воздействие, либо возможность воздействия вообще исключена;

- каким периодом времени ограничивается предвидение. К числу организационных условий создания прогнозирования относятся: определение иерархической системы прогнозирующих субъектов и направлений прямого и обратного движения прогнозной информации, системы, которая должна по возможности соответствовать иерархической системе управления народным хозяйством; установление сроков и периодичности прогнозирования; выявление системы увязки прогнозов с процессом перспективного планирования и порядка рассмотрения прогнозов в плановых и директивных органах.

Формирование единой общегосударственной системы долгосрочных прогнозов, согласованность всех ее компонентов и их увязка позволяют выйти на итоговую результативную систему показателей. Методы и модели прогнозирования служат для определения возможных вариантов экономического развития в будущем. Система моделей и методов прогнозирования разрабатывается применительно к отдельным областям прогнозирования с учетом длительности прогнозируемого периода. Естественно, что когда речь идет о будущем, то подобное исследование можно провести с помощью моделей. Поэтому одним из главных направлений экономического прогнозирования является использование подходов, связанных с экономико-математическим моделированием. Исходя из этого, важно определить место экономико-математических моделей в прогнозировании.

По мере накопления опыта использования моделей все большее признание получает правильный подход к интерпретации получаемых результатов. Исчисленные с помощью модели значения показателей не являются окончательными в решении данной задачи и, следовательно, еще не могут быть приняты в качестве плановых вариантов. Следует сказать, что ни одна модель в принципе не может заменить полностью человеческий интеллект и претендовать на роль инструмента, открывающего новые теоретические положения.

При моделировании развития больших экономических систем возможны различные способы ее описания. Многообразие способов описания экономической системы позволяет более полно выявить свойства этой системы и в результате этого построить разные механизмы ее функционирования.

5. Методологические аспекты региональной системы экономического прогнозирования

Научно-техническое и экономическое прогнозирование в условиях рынка тесно взаимосвязаны между собой и могут рассматриваться как один из элементов в общей системе обоснования перспективных планов. При этом значе-

ние подготовки прогнозов НТП повышается с ростом требований к научно-техническим исследованиям в целом.

Прогнозирование развития народного хозяйства носит комплексный характер: оно охватывает все аспекты и уровни его развития, взаимосвязано с социальным, демографическим, научно-техническим прогнозированием, природопользованием. Каждое из названных направлений имеет самостоятельное значение и в определенной мере может разрабатываться независимо от других. Это касается отдельных, более частных проблем, особенно отраслевого и регионального характера. Однако в процессе анализа методологических проблем, составления комплексного прогноза развития народного хозяйства все основные направления и аспекты прогнозирования должны рассматриваться в единстве. Прогнозирование в рыночной экономике обеспечивает всестороннее, научно обоснованное планирование народного хозяйства, что в свою очередь определяет насущную необходимость осуществлять комплексную разработку самых различных прогнозов.

Структура народнохозяйственного прогноза включает как разные уровни агрегирования народного хозяйства, так и различные аспекты его развития. По уровням агрегирования в народнохозяйственном прогнозе можно выделить макроэкономический и структурный (межотраслевой, межрегиональный) прогнозы, прогнозы развития народнохозяйственных комплексов и прогнозы крупных отраслей и районов (рис.2).

Последовательность разработки прогноза развития народного хозяйства зависит от горизонта прогнозирования, исходных условий развития экономики, конкретных задач развития народного хозяйства.

В целом при составлении комплексного прогноза развития народного хозяйства в нем выделяется ряд встречных направлений, которые в конечном счете должны быть согласованы в рамках единого комплексного прогноза. Встречный процесс его разработки позволяет выявить как главные источники, так и основные проблемы дальнейшего развития.

В частности, разработка комплексной программы НТП и его социально-экономических последствий на долгосрочную перспективу показала, что главные перспективные направления развития науки и техники могут быть обоснованы, исходя из двух встречных подходов - выявления сложившихся тенденций НТП, имеющихся научных заделов и оценки результатов их внедрения в народном хозяйстве и одновременно определение объективных требований к направлениям и темпам НТП, вытекающих из необходимости решения ведущих перспективных задач развития народного хозяйства. В результате взаимодействия встречных подходов может быть обоснована необходимость принципиально новых технических решений, осуществлено соответствующее распределение научно-технических ресурсов.

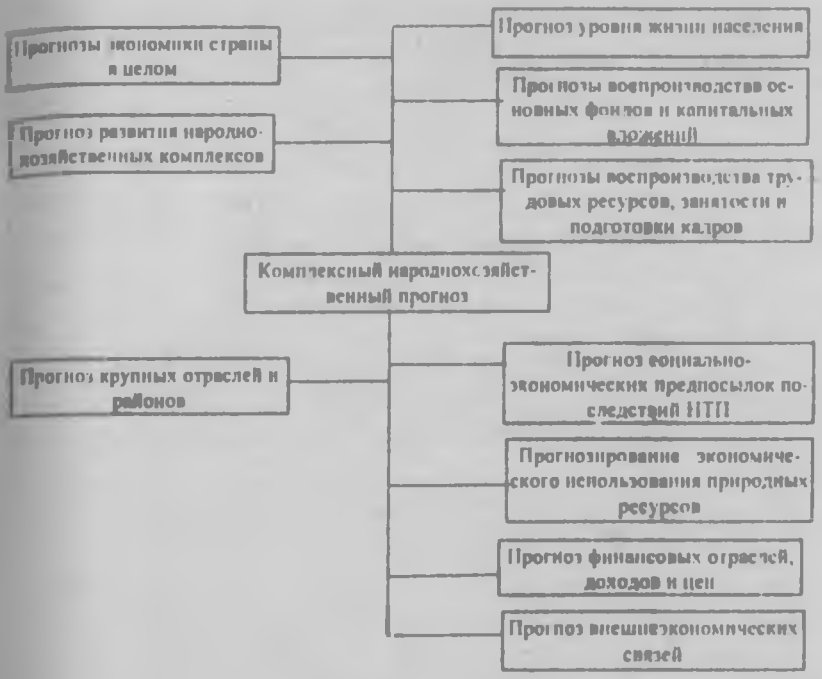

Рис 2. Народнохозяйственный прогноз

НТП в регионе выступает как процесс совершенствования средств производства, технологии производства, развития всех основных направлений науки и техники, исходя из особенностей региона, направленных на рост эффективности общественного производства и улучшение социальных условий населения, подготовки и переподготовки кадров, совершенствования организации производства, труда и управления.

Актуальность составления прогнозов научно-технического прогресса на уровне региона усиливается тем, что составляемые комплексные планы экономического и социального развития региона включают мероприятия по научно-техническому прогрессу и более эффективному решению задач - сочетания отраслевого и территориального аспектов планирования научно-технического прогресса.

Региональное экономическое прогнозирование по характеру объекта - более сложный процесс, чем прогнозирование экономики страны в целом. Это связано с тем, что:

- объекты прогнозирования на уровне региона более конкретны и их число может постепенно увеличиваться по мере перехода к низшим рангам прогнозируемой региональной системы. Каждый конкретный регион имеет свои особенности, поэтому формирование и применение типовых методик прогнозирования осуществимы лишь в общих чертах и необходимо составление конкретной методики расчета перспективных направлений для каждой региональной системы;

- на уровне региона соответственно расширяется количество факторов, влияющих на его экономическое и социальное развитие;

- для целевого территориального прогнозирования необходимо наличие многих общегосударственных и межрегиональных прогнозов, в частности;

- возникает возможность ввоза продукции из других регионов; выделяемого центром объема капитальных вложений для региона; спроса и потребления производимой в регионе продукции на уровне страны и других регионов (прогноз вывоза продуктов); возможных направлений миграции трудовых ресурсов и др.

Особенно сложно прогнозировать региональные аспекты научно-технического прогресса, составление которого должно предшествовать другим направлениям комплексного регионального народнохозяйственного прогноза.

Экономика регионов менее инерционна, чем экономика страны в целом. Известно, чем выше степень инерционности, тем устойчивее темпы и пропорции экономического и социального развития, легче формирование надежных прогнозов. Таким образом, по мере снижения ранга региона усложняются задачи формирования прогнозов его развития.

Следует учесть, что поскольку региональные единицы представляют территориально-отраслевые части единого народнохозяйственного комплекса страны, между которыми существуют прямые и обратные связи, прогнозирование развития любой региональной системы требует наличия прогнозов основных закономерностей развития народного хозяйства страны в целом, что усложняет процесс формирования региональных прогнозов.

К характерным чертам развития региона республиканского ранга, которые необходимо учитывать при прогнозировании, следует отнести экономические особенности региона, связанные со спецификой географии региона, природных условий, национально-исторического развития; открытостью экономики; относительно меньшими масштабами социально-экономической системы по отношению к глобальной системе, что по своему обусловливает инерционность в его развитии и создает необходимость формирования и использования более сложных методик прогностических исследований; многообразием форм управления на уровне республики.

Экономическое прогнозирование является лишь одной из областей прогнозирования, поэтому отдельные части экономического прогноза можно разрабатывать лишь на основе как взаимного согласования между собой, так и использования вместе с другими направлениями прогнозирования.

Важнейшим направлением регионального экономического прогнозирования выступает прогноз ресурсов, изменение которых является в решающей мере результатом хозяйственных процессов. Как отмечалось выше, экономическое прогнозирование - процесс итеративный, поскольку состояние трудовых ресурсов и накопленных материальных фондов определяется объемом и характером использования результатов текущего производства, иначе говоря, прогноз ресурсов может быть осуществлен с учетом темпов экономического развития за прогнозируемый период. При прогнозировании на каждом из уровней народного хозяйства выбирается соответствующий показатель результата производственного процесса - валовой внутренний продукт, чистая продукция или конечный общественный продукт.

Задачи научно-технического прогноза на региональном уровне состоят в определении перспективного направления развития науки и техники на территории региона, выявлении специфических характеристик распространения и внедрения отечественных и мировых достижений в области науки и техники, в изучении перспективных направлений развития профилирующих отраслей науки и техники, в возможности их внедрения и использования в других регионах страны, в определении необходимых ресурсов для развития науки и техники в регионе.

Необходимо отметить, что территориальное прогнозирование научно-технического прогресса на данном этапе менее разработано, чем другие направления системы регионального народнохозяйственного прогнозирования.

Региональный научно-технический прогресс отчетливо проявляется в тех регионах, которые по географическим и природно-климатическим параметрам существенно отличаются от средних аналогичных характеристик страны в целом. Для Узбекистана в соответствии с географическими и природно-климатическими характеристиками, формирующимися на основе закона разделения труда, наиболее важным направлением прогнозирования научно-технического прогресса представляется прогнозирование разработок в таких отраслях народного хозяйства, как машиностроение, энергетическая, химическая, нефтяная, угольная, газовая, горнорудная, металлургическая, электротехническая, электронная, легкая и пищевая промышленность.

На современном этапе развития региональной экономической науки на уровне крупных регионов, особенно в рамках республик, имеется достаточно большое количество направлений экономического прогнозирования, которые

используются при разработке планов экономического и социального развития республики.

В республике экономические прогнозы составляются по узким проблемам - развернутым отраслям и подотраслям, территориальным единицам низшего ранга, что не следует считать приемлемым направлением, поскольку в этом случае принцип комплексности теряет свое значение и за рамками прогностического исследования остаются многие крупные проблемы (особенно межотраслевые, межрегиональные).

Комплексный региональный прогноз образует сложную взаимоувязанную и взаимообусловленную систему, которая, испытывая воздействие общесоюзных прогнозов, в свою очередь влияет на их формирование и развитие.

Система региональных экономических прогнозов, сложившаяся в республике, рассматривает в единстве проблематику развития производительных сил и производственных отношений и включает следующие основные направления:

-демографические прогнозы, охватывающие проблемы воспроизводства населения и трудовых ресурсов, профессиональной структуры населения, обучения и подготовки кадров и т.д.;

- развитие образования, науки, техники, управления и их воздействие на темпы социально-экономического развития;

- наличие природных ресурсов и состояние биологической среды, включая разработку вопросов их вовлечения в хозяйственный оборот;

- занятость и использование трудовых ресурсов воспроизводства основных фондов и инвестиции; отраслевая структура и эффективность материального производства; уровень жизни и формирование непроизводственных потребностей развития сфер народного хозяйства, сфер услуг; размещение и специализация производства, развитие системы управления народным хозяйством и т.д.;

- пути и последовательность решения социальных проблем; характеристики взаимодействия связей между развивающимися производительными силами и совершенствующимися производственными отношениями;

- уровень жизни населения, формирование непроизводственных потребностей, объем и структура потребления, динамика и структура доходов населения;

- социальная структура общества, социальная организация и управление, рабочее и свободное время, отношения личности и общества, браки и семья, города и деревни;

- развитие международных отношений;

- территориальное размещение производства, освоение природных ресурсов и развитие экономических районов, формирование территориально-производственных комплексов, межрайонных хозяйственных связей, прогнозы культурного развития и т.д.;

- совершенствование управления народным хозяйством в планировании.

Этим направлениям экономического прогноза развития народного хозяйства предшествует оценка перспектив научно-технического прогресса, демографический прогноз природных ресурсов и частично социальные прогнозы (рис.3).

Рис.3. Схема разработки и использования материалов экономического прогнозирования

В процессе экономического прогнозирования разрабатывается система показателей, характеризующих динамику развития народного хозяйства. При этом задача состоит в том, чтобы система показателей всесторонне и комплексно отражала НТП, его цели и социально-экономические последствия на разных уровнях народного хозяйства и на различных этапах реализации научно-технических достижений; согласовывала отдельные социально-экономические прогнозы НТП; обеспечивала их взаимосвязь с программами и планами НТП, создавала возможность сравнения эффективности реализации прогнозных вариантов развития с эффективностью имеющихся и ожидаемых тенденций в соответствующих областях общественного производства за рубежом, а также возможности получения достоверной и представительной статистической информации и данных непосредственного наблюдения.

Наряду с ними при прогнозировании используются и специфические показатели. Последними служат перечень фундаментальных исследований, и некоторые виды научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, технические характеристики рассматриваемых достижений, подготовка кадров по новым специальностям, охрана природной среды, условия быта, воспитание и образование и т.д.

Приведенный перечень является схематичным, а перечисленные в нем показатели наиболее общими. На их основе может быть сформировано прогнозирование технико-экономического развития производства различных уровней хозяйственной иерархии, народного хозяйства в целом, отрасли, подотраслей предприятия

В разработке прогнозов необходимо уделить особое внимание их комплексности. Методологические основы комплексного экономического прогнозирования составляют принципы экономического прогнозирования.

Практическое составление комплексного прогноза на основе принципа системного подхода предполагает создание методов и моделей, которые соответствовали бы содержанию каждого отдельного блока и одновременно позволяли строить целостную картину возможного развития народного хозяйства. Целостность обусловливается унификацией моделей, совершенствованием вычислительных методов, тогда как специфика отдельных экономических объектов может быть эквивалентна внутренним особенностям отдельных блоков прогнозирования.

Для реализации принципа системности при сохранении приоритета экономического содержания целесообразно использовать блочный метод построения комплексного прогноза (рис.4).

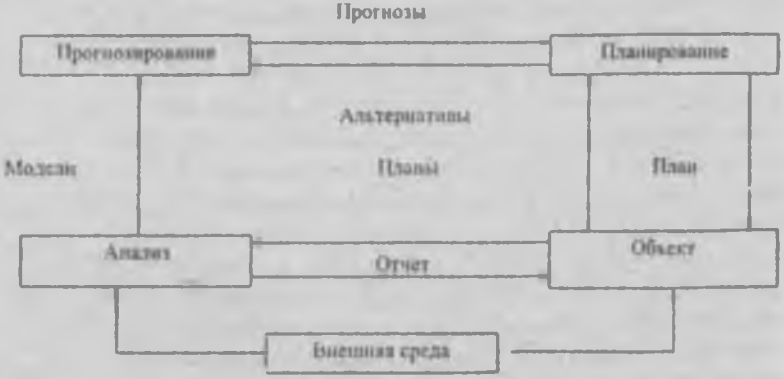

Рис.4. Блочный метод построения комплексного прогноза

Принцип системности требует анализа экономического прогнозирования как системы взаимосвязанных характеристик объектов и прогностического фона с позиций целей и задач прогнозного исследования.

Принцип системности и комплексности - необходимое условие составления научных прогнозов и его значение еще более усиливается при современных быстрых темпах развития науки и техники, усложнения межотраслевых и межрегиональных связей, возникновения новых факторов и условий производства и т.д.

Лишь при комплексном, едином и взаимосвязанном охвате факторов и результатов производства могут быть определены наиболее вероятные и приемлемые направления будущей социально-экономической системы. Принцип

комплексности должен не только реализовать исследование в рамках прогнозируемого объекта, но и определить характер и степень его связи с внешним прогнозным фоном, выявить возможные варианты изменения и возникновения новых факторов и условий производства.

Принцип непрерывности прогнозирования вытекает из объективного процесса производства, который, по существу, является непрерывным, а система разработки прогнозов, если вообще можно говорить о системе, строится так, чтобы прогнозы составлялись один раз на весь перспективный период.

Сущность непрерывности прогнозирования как своеобразной формы познания будущего состоит в том, что в прогнозах необходимо обеспечить сквозную связь оперативных годовых и перспективных планов. Данный принцип экономического прогнозирования создает потребность в применении специального метода, позволяющего обеспечивать реализацию построенного уточнения разработанной информации о будущем. Принцип непрерывности прогнозирования наиболее органически связывает его с перспективным и текущим планированием.

Использование требований закона планомерного развития народного хозяйства предполагает пропорциональность и согласованность между основными показателями прогноза (национальным доходом, фондом потребления и накопления, объемом капитального строительства и вводом основных фондов и т.д).

При прогнозировании экономики учитываются достижения науки и техники и возможности их применения в народном хозяйстве в прогнозируемый период, выводы, вытекающие из демографических процессов, а также данные других прогнозов - ресурсов, потребления, изменения в соотношении формы собственности и т.д.

Из принципа научности прогноза вытекают общие методологические требования достоверности разработанного прогноза путем сопоставления значений прогнозов одного и того же параметра, полученных специально разными методами, а также подтверждения комплексных и качественных показателей разработанного прогноза ссылками на показатели других прогнозов и литературные источники.

Принципы адекватности предполагают выявление и количественное изменение в первую очередь установленных тенденций и взаимосвязей в развитии народного хозяйства, создание на этой основе теоретической аналогии реальных экономических процессов. Использование данного принципа при разработке прогнозов предполагает апробацию методов и моделей прогнозирования с точки зрения их способности имитировать уже сложившиеся тенденции.

Принцип целенаправленности прогнозирования определяет активный характер прогнозирования современной экономики. Структура народнохозяйст-

венного прогноза и его составные части прогнозируются с учетом выделения тех элементов, отдельных параметров и переменных, через которые может оказывать управляющее воздействие на ход экономического развития.

Принцип альтернативности прогнозирования связан с возможностью развития народного хозяйства и его отдельных звеньев по разным траекторням, при разных взаимосвязях и структурных соотношениях. Вероятностный характер прогнозирования отражает наличие случайных процессов и отклонений при сохранении количественной однородности, устойчивости прогнозируемых тенденций; альтернативность же исходит из предположения о возможности качественно различных вариантов развития экономики.

Основной метод определения реалистичности отдельных альтернатив развития народного хозяйства - проверка их сбалансированности во всех главных аспектах. При формировании комплексного регионального экономического прогноза на первый план выдвигается согласование и сбалансированность прогнозных параметров отдельных элементов общей комплексной системы прогноза. Принцип сбалансированности и согласованности требует широкого использования балансового метода прогнозирования и планирования на всех уровнях иерархии экономической системы.

Принцип оптимизации прогнозирования вызывает необходимость разработки такого описания объекта, в результате которого обеспечиваются заданная достоверность и точность прогноза при минимальных суммарных затратах на его разработку. При этом понимается трудоемкость анализа и прогнозирования в человеко-часах.

Этот обобщенный принцип можно делить на ряд частных принципов оптимизации:

- принцип оптимизации формализованного описания, в котором используются экономико-математические модели в соотношениях с неформальными интуитивными способами, обеспечивающими решение задач с минимальными затратами;

- принцип минимизации размерности описания, который стремится к описанию объекта с минимальным числом переменных и параметров, обеспечивающим заданную точность и достоверность прогноза;

- принцип оптимального измерения показателей, требующий выбора для измерения каждого показателя такой шкалы, которая при минимальных затратах обеспечивала бы извлечение достаточной для прогноза информации из переменной применительно к качеству информации;

- принцип дисконтирования данных, требующий применения в прогнозе ретроспективной информации, а также новой информации об объекте. При этом меньшее значение отводится более устаревшей по времени информации. Этот принцип реализуется путем введения различных функций дисконтирова-

ния исходных данных. Применение при построении метода движущейся (скользящей) средней и метода экспоненциального сглаживания;

- реализация принципа оптимальности и комплексности тесно связана с принципом вариантности. Экономический прогноз, особенно целевой, необходимо составлять во многих вариантах для выявления наиболее эффективной траектории развития экономики на перспективу;

- принцип аналогичности направлен, с одной стороны, на минимизацию затрат, анализ моделей, а с другой стороны, обеспечивает верификацию прогнозов путем сопоставления с прогнозами объектов - аналогов;

- принцип увязки показателей по всему контуру системы реализуется путем установления единой системы показателей, по которым формируется темп отрасли, отчитываются предприятия и отрасль в целом, которая может быть заложена в основу экономического анализа деятельности предприятий и отрасли;

- принцип вариантности вытекает из вариантности разработки прогнозов. Основным отличием прогноза от плана является его вариантность, т.е. прогноз должен представлять для планирующего органа наиболее вероятные варианты развития объекта.

Следует отметить также методологическое значение и таких принципов прогнозирования, как принцип вложения, скольжения, сочетания, универсальности и комплексности.

Организация и использование информации являются одной из важнейших проблем анализа и прогнозирования объекта, а в более широком смысле - всего комплекса проблем, связанного с совершенствованием планирования и управления в системе народного хозяйства. Важно, чтобы анализируемые и намечаемые на будущее показатели определялись по единой системе и методологии в соответствии с единой квалификацией отраслей народного хозяйства в сопоставимых ценах.

Анализ исходного уровня и прогноз экономического развития научно-технического процесса предполагает не только конкретизацию народнохозяйственных процессов и выявление их специфики, но и учет взаимосвязей с аналогичными процессами в масштабе всей страны.

Комплексность и динамичность научно-технического прогресса выступают, с одной стороны, объективной необходимостью усиления таких основных свойств планирования, как целенаправленность, долгосрочность, комплексность, концентрация ресурсов по основным направлениям социально-экономического развития и т.д., с другой, выдвигают на первое место программно-целевые методы. Они все в большей степени становятся решающим звеном в планировании, в том числе повышения научно-технического уровня производства в масштабах народного хозяйства и отдельных его отраслей.

Расширение роли долгосрочных планов и возрастающее в связи с этим значение народнохозяйственных прогнозов соответственно усиливают действие принципа практической направленности прогнозных расчетов. Их достоверность и эффективность проверяются в практике разработки государственных планов.

Многообразие факторов, влияющих на изменение прогнозируемой экономической системы, усложнение взаимосвязей и взаимодействий между элементами на любом уровне иерархии народного хозяйства, а также исторические и организационные трудности формирования прогнозных параметров обусловливают действие принципа вероятностного характера прогнозов. Они не могут опираться на абсолютное и точное знание действия систем экономических законов, поскольку их абсолютное познание весьма сложно. Совокупность всех функций и принципов образует основной механизм и непосредственно процесс прогнозирования.

Экономическое прогнозирование может рассматривать создание и использование новой техники только в комплексе, в связи с чем экономический прогноз научно-технического прогноза отрасли всегда будет иметь межотраслевой характер. При этом для каждой отрасли мера взаимосвязи с другими отраслями различна, следовательно, межотраслевой характер прогноза той или другой отрасли будет не одинаковым. Это обусловливает необходимость дифференцированного подхода.

Теоретической основой работ по экономическому прогнозированию являются выводы политической экономии как науки об объективных законах развития общественного производства, особенно теории расширенного воспроизводства, в которой глубоко раскрывается содержание таких фундаментальных категорий, как труд, предметы труда, средства труда, производительные силы, производственные отношения.

Теоретические принципы прогнозирования ориентируются на действие объективных законов развития рыночной экономики. Изучая их содержание и механизм действия, выявляются главные причинно-следственные связи между явлениями, определяющими направление экономического развития на перспективу. Тем самым познается закон генетической связи экономических явлений, который раскрывает объективное сцепление причин и следствий, связи и взаимодействия явлений, обусловливает закономерный переход от одной ступени развития к следующей, более высокой.

Экономическое прогнозирование процесса воспроизводства включает такие сферы общественного производства, как национальный доход, валовой общественный продукт, структура народного хозяйства, объем и структура топливно-сырьевой базы, финансы и цены, потребление и жизненный уровень, трудовые ресурсы, внешнеэкономические отношения и т.д.

Экономические прогнозы научно-технического прогресса в части сводной оценки связаны прямыми и обратными связями с прогнозами темпов и пропорций развития хозяйства. В частности, экономический прогноз научно-технического прогресса на уровне народного хозяйства в целом должен характеризовать возможный вклад научно-технического прогресса в динамику ВВП.

В экономическом прогнозе научно-технического прогресса желательная и достижимая величина вклада научно-технического развития в экономический рост будет рассматриваться как цель научно-технического прогресса и служить отправным моментом поиска средства ее реализации, т.е. отбора конкретных научно-технических направлений. Аналогичная взаимосвязь существует между экономическим прогнозом научно-технического прогресса, с одной стороны, и прогнозами трудовых ресурсов, капиталовложений основных фондов, объемов производства отраслей, с другой.

Научно-технический прогресс, как известно, оказывает заметное влияние на размер потребности в ресурсах живого труда, капиталовложений, основных фондов, сырья и материалов. В то же время его осуществление зависит от наличия этих хозяйственных ресурсов, следовательно, уже на стадии прогнозирования необходима взаимная увязка между перечисленными прогнозами.

Экономическое прогнозирование охватывает начальные этапы плановой работы. Оно призвано выявить тенденции развития и дать необходимые материалы для научного обоснования хозяйственно-политической концепции плана, обеспечивающего достижение поставленных социально-экономических целей.

Прогнозирование научно-технического прогресса теснейшим образом взаимосвязано с остальными направлениями народнохозяйственного прогнозирования, главным образом составляя важнейшую информационную базу для разработки большинства прогнозов, необходимых в процессе планирования. Однако при прогнозировании НТП требуется учитывать существование не только прямых, но и обратных связей с другими областями прогнозирования, которые влияют на темпы и направления научно-технического прогресса.

Характеризуя систему экономического прогнозирования в целом, следует отметить:

1. Региональное экономическое прогнозирование образует целостную систему, состоящую из относительно независимых частей локальных прогнозных разработок, объединенных между собой прямыми и обратными связями. Последние в свою очередь состоят из множества элементов и требуют прогноза и регулирования большого количества показателей.

2. Каждый из объектных ресурсов прогнозирования - отраслевой, территориальный и межотраслевой - обеспечивает реализацию определенного экономического эффекта.

3. Для получения эффекта целостности необходимы взаимосвязанные разработки отдельного прогноза, особенно тех из них, которые наиболее тесно связаны между собой. Например, прогнозы развития и специализации отдельных предприятий и промышленных узлов, прогнозы развития, размещения и специализации производства и развития территориально-производственных комплексов, в состав которых они входят.

4. Прогноз народного хозяйства республики, его отраслевых и территориальных подсистем должен быть увязан с прогнозом функциональных подсистем, поскольку последние оказывают влияние на все стороны расширенного воспроизводства. Этим обусловлено требование взаимной и комплексной корректировки результатов всех разработок.

5. Система регионального экономического прогнозирования является системой декомпозиционного типа, где на каждом последующем уровне меняется объем и соответственно задачи и содержание прогнозирования.

Комплексное региональное прогнозирование должно обеспечивать формирование единого народнохозяйственного прогноза путем объединения и согласования основных показателей долгосрочного развития региона.

Объектами регионального отраслевого экономического прогнозирования НТП становятся стадии научно-технического цикла: прикладные изыскания, конструкторские и технические разработки, создание опытных образцов новой техники, ее промышленное производство и эксплуатация.

Задачи такого рода прогнозирования можно объединить в две функциональные группы:

- обоснование научно-технического потенциала отрасли, составляющего информационную базу для планирования развития науки и техники;

- определение влияния научно-технического прогресса на экономические показатели развития отрасли.

Региональные отраслевые прогнозы НТП должны дать ответы на следующие вопросы:

- о наиболее рациональных направлениях научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок, промышленного производства новой техники;

- об оптимальном варианте внедрения научных достижений в производство;

- об изменении экономических показателей развития отрасли в зависимости от ее научно-технического уровня;

- о влиянии научно-технического прогресса отрасли на основные экономические показатели развития народного хозяйства.

Процесс экономического прогнозирования наиболее важных направлений НТП в отрасли и основные виды экономических прогнозов схематически пред-

ставлен на рис.5. Прогноз важнейших направлений НТП разрабатывается с целью определения возможного срока осуществления ключевых научно-технических проблем отрасли. В нем должны быть отражены описательная характеристика общей цели развития отрасли и наиболее вероятные пути ее достижения, оценка значимости прогнозируемого и определение возможной эффективности в процессе его реализации, предвидение эффективных путей использования имеющихся ресурсов.

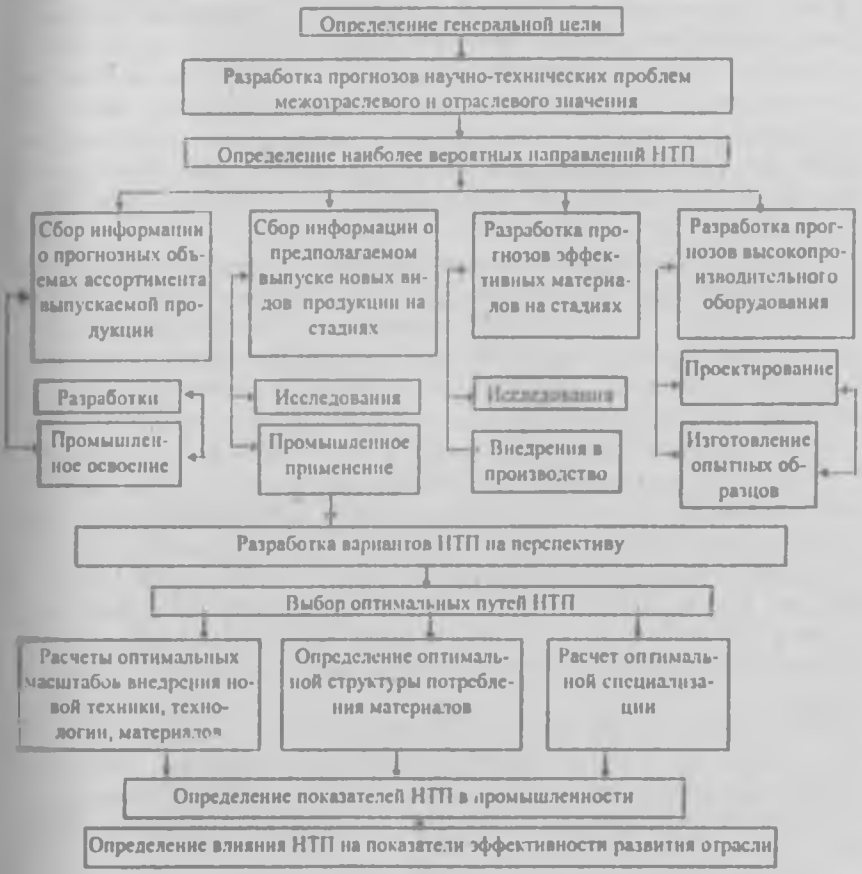

Рис. 5. Экономическое прогнозирование основных направлений НТП

На стадии внедрения новой техники в производство экономическое прогнозирование НТП должно обеспечивать: определение рациональных масшта-

бов внедрения оборудования; прогрессивных технических процессов, освоение новых видов продукции, оптимальных путей совершенствования производства; эффективных методов управления. На основании перечисленных выше видов прогнозов составляется ряд прогнозов, завершающих цикл экономического прогнозирования научно-технического прогресса в отрасли.

В этих прогнозах определяются влияние НТП, показатели эффективности и оптимальные пути научно-технического развития отрасли. Первоначально проводятся предварительный прогноз динамики народнохозяйственных показателей национального дохода, ресурсов для потребления и производственного накопления и оптимальной доли производственного накопления, позволяющей максимизировать темпы роста или суммарные ресурсы для потребления за большой промежуток времени. Исходной информацией для использования моделей служат демографические прогнозы, управление оценки вовлекаемых природных, ресурсов, прогнозы уровня эффективности накопления и использования ресурсов.

Получение в результате прогноза информации о планах национального дохода (конечного продукта), динамике ресурсов для регионального потребления и для расширенного воспроизводства используется, с одной стороны, для разработки гипотезы о структуре потребления, с другой, для разработки предварительной гипотезы развития отраслей промышленности. На основе этих гипотез определяются исходные данные для вариантных расчетов укреплений динамической модели межотраслевого баланса.

В результате расчетов модели выявляются валовой внутренний продукт, национальный доход, валовая и конечная продукция основных отраслей материального производства, капитальные вложения и их распределение в отрасли, потребности народного хозяйства и отраслей в необходимых производственных ресурсах. Эти данные служат базой для разработки социально-экономической концепции развития народного хозяйства, на основе которой формируются цели и задачи развития отраслей, определяются общественные потребности в их продукции.

На втором этапе прогнозирования данные, получаемые в результате расчетов динамической модели и разработки социально-экономической концепции развития экономики, используются для разработки целевых, комплексных программ развития народного хозяйства и комплексных прогнозов развития отраслей.

Разработка регионального отраслевого прогноза на этой стадии заключается в определении основных направлений и закономерностей НТП в отрасли, их влияния на важнейшие технологические показатели развития, в постановке целей и задач, выявлении важнейших проблем развития и путей их решения, а

также в разработке на этой основе альтернатив развития отраслей с учетом материальных и трудовых ресурсов и др. (рис.6).

Прогноз региональной отраслевой структуры народного хозяйства составляется в разрезе наиболее крупных отраслей материального производства. Каждое предприятие разрабатывает свои предложения по перспективному плану, исходя из установленных объемов и лимитов, анализа предшествующего плана и прогностических оценок собственных возможностей развития производства на длительный период.

Разработка таких предложений возможна при условии, что предприятие понимает важность стратегических решений руководства отраслью промышленности, и в этом смысле ни одно из них не должно быть освобождено от прогностической деятельности. Отсюда следует, что обоснование важности построения системы информации, с помощью которой предприятия могли бы своевременно и в оптимальных пределах получать сведения о концепциях развития и решения в интересующей отрасли промышленности. Принимаемые в каждой отрасли промышленности решения о полученной прогностической информации, средствах ее переноса и переработки представляют собой важный элемент стабилизации системы управления.

Прогноз региональной отраслевой структуры экономики ставит перед собой задачи конкретизации результатов народнохозяйственного прогноза, определения требований, предъявляемых развитием народного хозяйства к отраслевой структуре, выявления основных факторов воздействия на развитие отдельных отраслей в связи с изменением народнохозяйственных ресурсов, определения отраслевой структуры на народнохозяйственную динамику, учета развития отдельных отраслей в качестве активного элемента в формировании факторов и темпов роста экономики, а также установления возможных альтернатив формирования отраслевой структуры и предпосылки активного на нее воздействия.

Использование достижений НТП и основные направления его совершенствования, нацеленные на создание единой методики отраслевого прогнозирования НТП, должны базироваться, на следующем:

1. НТП необходимо рассматривать как ресурс особого рода, неразрывно связанный со всеми основными ресурсами экономики на всех уровнях агрегирования.

2. В отраслевом научно-техническом прогнозе должны быть разработаны концепции предполагаемого развития отрасли и представлены возможные альтернативы развития, для каждой концепции должны быть указаны цель разработки, технические требования и неопределенности в разработке с указанием требований к смежным отраслям. При этом должно учитываться развитие смежных отраслей.

Рис. 6. Схема связи экономических прогнозов на уровне республики

3. Научно-технический прогноз должен включать в себя проектировку развития производства и производственного потенциала отрасли, отражать предполагаемые изменения в процессе образования производственного потенциала отрасли, изменения в составе и качестве отраслевых ресурсов и в выпускаемой продукции.

4. Прогноз научно-технического развития отрасли должен отражать предполагаемые изменения на всех уровнях иерархии, что очевидно, приводит к необходимости использования моделей прогнозирования НТП как на микроуровне, так и на макроуровне.

5. Научно-технические прогнозы должны более полно прослеживать связи по цепочке "наука - техника - производство - потребление". Особое внимание должно уделяться проблемам экспорта и импорта научно-технических идей, изобретений, нововведений.

Указанные направления совершенствования системы отраслевых прогнозов не могут, очевидно, претендовать на полноту охвата. Названные задачи решаются в разной мере в зависимости от того, являются ли исходными те факторы формирования структуры, которые можно учесть непосредственно на народнохозяйственном уровне, или же в расчет принимаются факторы, действующие на уровне отдельных отраслей. Факторы, характеризующие результаты деятельности отрасли, можно разделить на несколько групп, что вызвано их различной ролью в осуществлении процесса производства.

Совокупность зависимых и независимых переменных подразделяется на:

- эндогенные, определяемые внутренней логикой развития отрасли,

- экзогенные, формирующиеся вне непосредственной деятельности отрасли, которые определяют эту деятельность и ее эффективность. Эти переменные не объясняются в рамках конкретной модели, но влияют на значение переменных предыдущей группы.

Эндогенными переменными, например, являются производительность труда, себестоимость, фондоотдача, рентабельность и т.д. К экзогенным переменным относятся капитальные вложения, трудовые ресурсы, электровооруженность, количество, качество и цены сырья, цены на продукцию, отрасли, квалификация работников, занятых на производстве, технический прогресс. Это деление условно, ибо эндогенные переменные одной экономической модели могут оказаться экзогенными переменными другой.

Прогноз на основе данных, собранных за некоторый прошедший период, возможен только в том случае, если существует уверенность, что система будет развиваться в рассмотренном промежутке времени согласно прошлому опыту без существенных качественных изменений. Однако в таких условиях прогнозы, построенные на ретроспективных данных, должны подвергаться уточнению

для оценки в них осознанных и целесообразных изменений развития производственных систем.

Однако чаще всего при прогнозировании необходимо учитывать нововведения, изменение условий деятельности и структуры продукции. Важную роль здесь призвана сыграть современная ЭВМ. Основной принцип отраслевого прогнозирования заключается в том, что, как и любой частный прогноз, отраслевой прогноз выступает составной частью общего народнохозяйственного прогноза.

Принцип единства целей и ресурсов, включающий единство социально-политического, экономического и научно-технического прогнозирования, сочетание подхода от потребности с подходом от производственных возможностей и ресурсов а также принцип комплектности, непрерывности и оптимальности, во-первых, означают, что социально-количественные и социально-экономические цели в значительной степени определяют пути экономического и научно-технического развития, а также те средства и усилия, которые необходимы для достижения целей, во-вторых, что наличные ресурсы, доступные пути экономического и научно-технического развития накладывает некоторые качественные и количественные ограничения на выбор целей и их уровень.

Используемая в системе комплексного сбалансированного планирования НТП в промышленности методика прогнозирования подготовлена на основе использования имитационного моделирования и модификации известных методов прогнозных расчетов: скользящих средних, экспоненциального сглаживания, расчета экстраполяции тенденций, множественного регрессионного анализа, аналитических, прогнозных расчетов и экспертных оценок (рис.7).

По каждому методу при помощи имитационного моделирования составляются прогнозы в виде интервалов или плотностей распределения вероятностей. В итоге получается спектр вариантов развития прогнозируемого явления. Сравнение результатов прогнозов, полученных разными методами, оценка доверительных интервалов и ошибок прогноза позволяют наиболее объективно предвидеть уровень прогнозируемого явления.

Рассмотрим подход к синтезу результатов прогнозирования показателя Y, для которого имеется полный набор значений, соответствующий всем видам прогнозных расчетов. Приемы синтеза не меняются, если отсутствует тот или иной вид расчетов.

Прогнозируемый процесс описывается рядом плотностей распределения вероятностей. Придав одинаковую значимость прогнозам, полученным разными методами, вероятность (γ_i) реализации в будущем некоторого Y_i^* из интервала $[d_1, d_2]$, $\gamma = P\{d_1 \le y^* < d_2\}$ можно согласно теореме о полной вероятности найти:

$$\gamma_i = \frac{1}{n}\left[\int_{d_1}^{d_2} P_i^1(Y_i)\,dy + \int_{d_1}^{d_2} P_i^2(Y_i)\,dy + \dots + \int_{d_1}^{d_2} P_i^n(Y_i)\,dy\right].$$

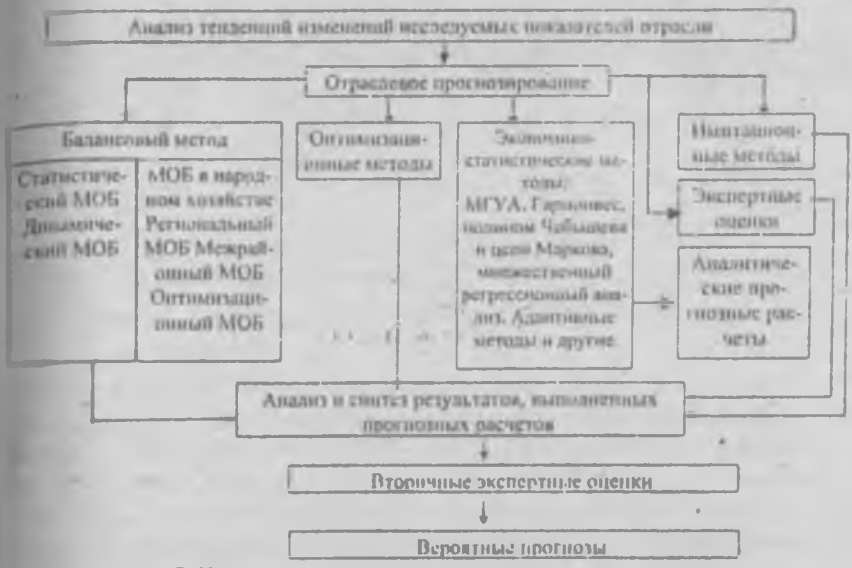

Рис.7. Комплексная процедура отраслевого прогнозирования

где $P_1^j(Y_1),...P_n^j(Y_1)$ - плотности распределения вероятностей, выявленные по j-ому ($j=\overline{1,n}$) методу прогнозирования .

В принципе становится возможным вычислить вероятности (γ_i), а также границы реализации прогнозируемого процесса с заданной вероятностью δ. Достоверность прогнозов может быть в значительной степени оценена уровнем и характером рассеивания синтезированных вероятностей. На практике встречаются случаи:

а) совмещенного распределения вероятностей по всем видам прогнозных расчетов;

б) совмещенного распределения вероятностей по большинству видов прогнозных расчетов при явном отклонении вероятностей по одному из вариантов;

в) распределения вероятностей в случае, когда они не совмещают синтезированное распределение вероятностей, приближаются к равномерному в довольно большом интервале.

Случай а) свидетельствует о высокой достоверности прогнозов. Здесь вероятность реализации $Y_{t+\tau}^*$ из достаточно узкого интервала $[d_1,d_2]\ \gamma_i = P_i[d_1 \le y^* < d_2]$ довольно большая. Анализ множества результатов практических прогнозных расчетов показывает, что вероятность реализации значений прогнозов из десяти процентного интервала в данном случае равняется 0,75+0,90:

$$\gamma_{T+Q} = P\left\{0{,}9\bar{Y}_{T+Q} \le Y^*_{T+Q} < 1{,}1\bar{Y}_{T+Q}\right\} = 0{,}75 + 0{,}90$$

где $\bar{Y}_{T+Q}$ - оценка математического ожидания на $(T+Q)$-й год.

Следовательно, с вероятностью δ_i можно утверждать, что прогнозируемый показатель Y_i будет реализовываться в границах:

$$\delta_i = P\left\{Y_i - L^*_i \le Y_i \le L^*_i\right\}$$

где L^*_i - вероятное отклонение от математического ожидания, оцененное в соответствии с заданными γ и α.

В случае б) синтезированные распределения вероятностей имеют двух-, трехвершинный или равномерный вид. Вероятность реализации Y^*_{T+Q} из узкого интервала (d_1, d_2) снижается. По накопленному опыту можно заключить что

$$\gamma_{T+Q} = P\left\{0{,}9\bar{Y}_{T+Q} \le Y^*_{T+Q} < 1{,}1\bar{Y}_{T+Q}\right\} = 0{,}3 + 0{,}74$$

В случае $\gamma_{T+Q} < 0{,}3$ Это свидетельствует о высокой степени неопределенности прогнозируемого процесса, о несогласованности между собой всех видов прогнозных расчетов. Сравнивая (100 - α)%-ные (например, 90%-ные) границы реализации при нормированном нормальном распределении вероятностей с (100 - α)%-ными границами реализации Y^*_i в соответствии с полученной плотностью вероятностей (γ_i), можно оценить достоверность прогнозов. Отношение $\varphi = L/L^*_i$ показывает степень достоверности совокупности вариантов прогнозов.

В качестве меры достоверности прогнозов в дополнение к критерию φ можно использовать критерий:

$$\mu_i = \frac{\sum_{j=1}^{n} C_j\left(\omega^j_2 - \omega^j_1\right)}{\omega_{i2} - \omega_{i1}},$$

где ω^j_1, ω^j_2 - доверительные интервалы прогнозов, полученные по j-ому методу прогнозирования;

ω_{i1}, ω_{i2} - синтезированные доверительные интервалы прогнозов:

$$C_j = \frac{1}{S^2_{ji} \sum_{j=1}^{n} 1/S^2_{ji}}$$

- весовые множители значимости прогнозов, полученных различными методами, найденные из соотношений дисперсий.

Если $\mu = \min \mu_i \le 1/n$ при $n > 1$, то прогнозные оценки, полученные в итоге синтеза результатов всех вариантов прогноза, обладают малой предсказательной силой.

Значения критерия $\varphi \ge 0{,}65$ для 90% -ных границ свидетельствуют о высокой достоверности прогнозов Значения $0{,}50 \le \varphi < 0{,}65$ указывают на относительно высокую степень достоверности прогнозов, однако вторичные экспертные оценки имеют существенное значение. Значение $\varphi < 0{,}30$ свидетельствует

о том, что полученные варианты прогнозов не согласованы между собой и достоверность таких прогнозов весьма низка. Прогнозирование в данном случае проводится исключительно по повторным экспертным оценкам, т.е. с помощью объективных вероятностных оценок.

При разработке отраслевых прогнозов целесообразно применять экспертные оценки дважды. Первичные экспертные оценки собираются параллельно с использованием формализованных методов прогнозирования. Комплексное использование разных методов прогнозирования позволяет получить более объективную оценку прогнозируемого явления .

Вторичные экспертные оценки собираются после синтеза результатов прогнозов, полученных формализованными методами и в результате первичных экспертных оценок. Проводится анкетный опрос. Эксперты высказываются за одну из представленных тенденций или предлагают свою альтернативу. Окончательные отраслевые прогнозы с оценками их вероятностей получаются в результате взвешивания вероятностей альтернативных вариантов, полученных в итоге синтеза всех осуществленных прогнозных расчетов, согласно вторичным экспертным оценкам.

Для того, чтобы суммарная вероятность вариантов прогноза с учетом вторичных экспертных оценок осталась неизменной, осуществляется нормирование простого распределения вероятностей. С этой целью, согласно вторичным экспертным оценкам, вычисляются взвешенные удельные веса C_d по вариантам прогнозов $d, d=1,2,3,\ldots,D$. Вероятности реализации вариантов прогнозов γ_d, представляющие вторичные экспертные оценки, умножаются на соответствующее C_d. Полученные $\gamma_i^* C_d$ нормируются с тем, чтобы

$$\sum_{d=1}^{D} \gamma^* C_d = \sum_{d=1}^{D} \gamma_i^*$$

Вычислительные $\beta_i^* = \gamma_i^* C_d$ и есть окончательные вероятностные оценки вариантов прогнозов.

В результате прогнозирования получается не один, а целый ряд возможных вариантов с оценкой относительных вероятностей их реализации. Разработанная методика вероятностного регионального отраслевого прогнозирования, которая приводит к результатам прогнозирования в виде плотностей распределения вероятностей, позволяет оценить относительную вероятность реализации альтернативных вариантов прогнозов, определить границы остаточной неопределенности и достоверность всего спектра прогнозов, оценить однородность условий протекания прогнозируемого процесса в прошлом, учитывать присущую прогнозированию внутреннюю неопределенность (рис.8).

Прогноз ресурсов и производственных возможностей предполагает использование результатов прогноза общеэкономических ограничений по ресур-

сам, оценок предварительного распределения ресурсов (капитальных вложений и рабочей силы) по отраслям, а также оценок уровня производства в основных отраслях. Однако имеются также ограничения внутреннего для отрасли характера; сроки освоения новой техники и технологии вновь введенных мощностей, сроки капитального строительства. Эти ограничения определяют возможности овладения основными ресурсами, уровень эффективности их использования. Последний зависит также от уровня развития других отраслей и народного хозяйства в целом, а также от темпов НТП в других отраслях.

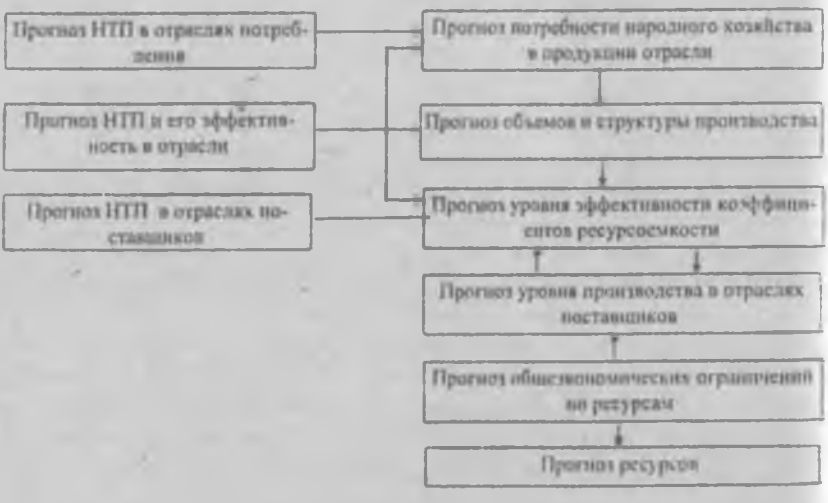

Рис.8. Схема взаимосвязи основных путей отраслевого прогнозирования

Эта схема отражает объективные взаимосвязи таких показателей прогнозирования, как общественная потребность в продукции отрасли, объемы и структуры производства, уровень эффективности и коэффициенты ресурсоемкости, потребность в производственных ресурсах, уровень производства в отраслях - поставщиках и отраслях - потребителях (рис.8).

Повышение уровня эффективности использования трудовых ресурсов достигается рядом технологических, экономических и организационных мероприятий по более полному использованию сырья и его отходов, экономии материалов в технологических процессах, внедрению более производительного оборудования, улучшению использования наличных фондов, снижению трудоемкости.

6. Оценка достоверности прогнозов на основе экономико-математических методов прогнозирования

Условимся, что под достоверностью прогноза (адекватностью, интенсивностью, вероятностью) будем понимать степень приближения, соответствия между действительными количественными отношениями и их отражением в результатах прогноза. Достоверность прогнозов является одним из способов оценки их качества, при этом она предопределяется реальностью осуществления их в будущем, которое зависит от наличия средств для достижения желаемых результатов, учета факторов, влияющих на их осуществление.

Неверно представлять достоверность прогнозов как оценку только результатов прогнозирования, ибо она являет собой оценку самого процесса прогнозирования и его эффективность. Необходимо остановиться прежде всего на достоверности исходных данных (экономических показателях). Если судить об оценке достоверности того или иного прогноза, то следует обратить внимание на ошибки измерения, определения, полноты, точности и устойчивости показателей

О точности показателя принято судить по величине погрешности (ошибки) в расхождении между фактическими значениями и расчетной величиной. Величины погрешности (ошибки), с точки зрения возможности их выявления, обычно различаются как систематические и случайные. Существуют разновидности ошибок - это грубые ошибки, промахи и тенденциозные ошибки. Учет всех перечисленных ранее требований и условий: полноты, достоверности, дисконтирования экономических показателей, дает возможность избежать ошибки при точном представлении об объекте или системе объектов, а также при планировании и прогнозировании принятии решений. С целью учета всех совокупных погрешностей можно оценить достоверность следующим образом:

$$L_{ij} = \frac{A_{ij}}{B_{ij}}; \quad K_{ij} = \frac{A_{ij}}{B_{ij}} \cdot 100\%, \quad D_{ij} = B_{ij} - A_{ij} \to 0,$$

где L_{ij} -относительная степень достоверности i -го показателя j -го вида ошибки $(0<L_{ij}<1)$;

A_{ij} - истинное состояние;

B_{ij} - расчетное состояние;

K_{ij}, L_{ij} -абсолютная и относительная степень достоверности;

D_{ij} -отклонение расчетного значения от истинного.

Критерием достоверности прогноза должна быть степень его осуществления, т.е. сопоставление с последующим реальным развитием экономики. Критерий достоверности расчетов, связанных с научными исследованиями, должен устанавливаться в зависимости от того, на каком уровне абстракции ведется ис-

следование. Прямое сопоставление идеализированных объектов науки с реальным развитием экономики не всегда возможно. Поэтому, кроме сравнения с реальными данными, т.е. с непосредственными критериями правильности и точности научных выводов, большое значение приобретают непосредственные критерии, вытекающие из логики самой науки.

В формальных аксиоматических науках, таких как математика, это критерии строгости определений, доказуемости, внутренней непротиворечивости, проверки выполнимости на моделях и другие. В содержательных науках критерием правильности и точности, достоверности в целом научных вычислений является соответствие полученных результатов основным закономерностям науки, их подтверждение или дальнейшее уточнение и развитие.

Вычисления являются одним из этапов моделирования этого важного средства научного познания. Результаты вычислений могут быть основанием для качественных выводов о правильности теории или гипотезы. Вычисления по различным моделям экономического роста и другим абстрактным моделям экономического развития служат главным образом задаче подтверждения теории и в лучшем случае могут определять лишь приближенные оценки норм эффективности, пропорций в распределении национального дохода и других параметров.

Делом будущего является создание объективных, в том числе и формальных критериев достоверности вновь разрабатываемых положений экономической науки. Таким, например, критерием для теории цен является равенство цен сумме стоимости товаров, исчисленных с учетом различных модификаций. Этот критерий вытекает из трудовой теории стоимости, проверенной опытом всего экономического развития.

Познавательные модели имеют разную степень общности, охвата факторов, основываются на более сильных или слабых посылках. Если модели имеют общую сферу применения (взаимно пересекаются), то результат расчета по той модели, которая более полно охватывает явление, может стать относительным критерием для количественной оценки погрешности более абстрактной модели. В особо сложных конкретизированных моделях иногда для качественного анализа задачи целесообразно прибегать к построению упрощенной модели (прием "двойного моделирования"). Лишь когда научное исследование доводится до уровня практического использования, как методика прогноза, тогда в качестве критерия достоверности выдвигаются соответственно показатели реального развития экономики, оправдавшиеся предвидения.

Прогнозирование развития народного хозяйства ЭВМ характеризуется следующими методами: методикой получения необходимых исходных данных и постановки проблемы, механизмом обработки информации, принятия решения и прочие.

Методика получения необходимых исходных данных, характеризуется рядом взаимосвязей и зависимостей, что небезошибочно отражается на экономико-математической модели прогнозирования. В свою очередь построение теоретической модели, сбор и обработка исходных данных, параметризация модели на всех перечисленных выше стадиях в полной мере отражаются на достоверности прогнозов. Например, от выбора ретроспективного периода зависят в полной мере перспективные расчеты при проверке адекватности модели.

При использовании модели прогнозист может по различным причинам допустить ошибки, что отразится на достоверности получаемых прогнозов по модели И наконец, при адаптации модели, проверке качества прогнозов, реконструкции модели и при проведении повторных расчетов может быть принято неправильное решение, что отражается на конечном результате прогноза

Если говорить о достоверности прогнозов по экономико-математическим моделям, необходимо создать такие приближенные методы и правила, чтобы этот приближенный прогноз отличался высокой достоверностью и наименьшим допустимым отклонением от истинного значения, т е.:

$$C_y \to A_y,$$

где C_y -значение высокой достоверности;

A_y- истинное наступающее значение.

Средние значения C_y и A_y будут:

$$\bar{A}_y = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} A_{yi}; \quad \bar{C}_y = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} C_{yi}.$$

Коэффициент корреляции характеризуется следующей величиной:

$$R = \frac{\frac{1}{n}\sum (C_{yi} - \bar{C}_y)(A_{yi} - \bar{A}_y)}{\sqrt{\frac{1}{n}\sum (C_{yi} - \bar{C}_y)^2 \cdot \frac{1}{n}\sum (A_{yi} - \bar{A}_y)^2}}$$

Одним из серьезных недостатков использования коэффициента корреляции в качестве измерителя достоверности прогнозов является то, что полная положительная корреляция не предполагает совершенного прогноза, а говорит лишь об осуществлении линейной зависимости между рядами прогнозных и реальных величин. Иначе говоря, если R=1, то, следовательно, существуют такие константы α и β для выражения $C_{yi} = \alpha + \beta A_{yi}$, при этом $\beta = 1$ Вследствие этого коэффициент корреляции наиболее пригоден для анализа прогнозов циклически развивающихся переменных. Кроме того, коэффициент корреляции является инвариантным по отношению к суммарной вариации рассматриваемых рядов, а нам хотелось, чтобы показатель учитывал абсолютную величину прогнозируемой переменной.

Один из показателей расхождения можно вычислить по Тейлу:

$$U = \frac{\sqrt{\frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n}(C_{pt} - A_{pt})^2}}{\sqrt{\frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n}C_{pt}^2} + \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n}A_{pt}^2}}.$$

Коэффициент расхождения равен нулю в случае совершенного прогноза и равен единице (максимум расхождения), если одна из переменных равна нулю для всех t.

К качественным показателям достоверности отнесены такие, которые позволяют провести некоторый анализ видов ошибок прогнозов, разложить их на какие-либо составляющие. Особенно такой анализ важен для циклических изменяющихся переменных. Одним из методов этого анализа является диаграмма "прогноз - реализация", суть которой состоит в построении облака точечных прогнозов, при этом в координатах по одной оси откладывается реальное значение переменной, по другой - прогнозируемое.

Для анализа общих видов прогнозов может быть использована иная классификация по источникам ошибок. Г. Тейл разложил ошибку прогноза на доли несоответствия. Все рассмотренные нами показатели качества содержат в своей основе среднеквадратичную ошибку

$$\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(B_i - A_i)^2 = (\bar{B} - \bar{A})^2 + (D_b + D_a)^2 + 2(1 - R)D_bD_a, \qquad (1)$$

где A и B - средние значения прогнозов и реализации;

R- коэффициент корреляции между прогнозами и реализациями;

D_b, D_a - дисперсия прогнозов и реализации.

$$D_b = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(B_i - \bar{B})^2} \quad (2); \qquad D_a = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(A_i - \bar{A})^2}. \qquad (2')$$

Такое разложение среднеквадратичной ошибки позволяет исследовать ее природу. Разделив правую часть уравнения (1) на левую (2) и (2') по первым и вторым членам уравнений, получим:

$$C = \frac{(\bar{B} - \bar{A})^2}{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(B_i - A_i)^2}; \quad D = \frac{(D_b - D_a)^2}{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(B_i - A_i)^2}; \quad K = \frac{2(1 - R)D_bD_a}{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(B_i - A_i)^2}, \quad C + D + K = 1.$$

Сумма коэффициентов несоответствия составляет единицу. Доля смещения показывает наличие ошибки в оценке центральной тенденции, т.е. $C>0$ в том случае, когда среднее арифметическое значение прогнозов отличается от среднего арифметического значения реализации.

Доля дисперсии отражает степень совпадения стандартных отклонений прогноза и $D=0$ реализации и в том случае, когда $D_b = D_a$.

Таким образом, данный показатель отражает степень соответствия неустойчивости прогнозных значений неустойчивости реальной динамики.

Доля ковариации равна нулю, когда коэффициент корреляции между прогнозными и реальными значениями равен единице. Анализ данного критерия позволяет выделить те случаи, когда прогноз, будучи удовлетворительным по двум первым критериям, имеет взаимную компенсацию ошибок для различных наблюдений.

Одним из сравнительных типов показателей достоверности прогнозов являются показатели, которые основаны на сравнении ошибки рассматриваемого прогноза с эталонными прогнозами определенного вида, и может быть в общем виде представлен следующим образом:

$$N = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(b_i - a_i)^2}{\sum_{i=1}^{n}(b_i^* - a_i)^2}},$$

где b_i , a_i - соответственно прогнозируемые и реальные изменения переменной;

b^*_i - изменение эталонного прогноза.

В качестве эталонного прогноза могут быть выбраны простая экстраполяция, постоянный темп прироста и т.п. Частным случаем показателей такого вида является коэффициент несоответствия (N_k), в котором B_i для всех i:

$$N_k = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(b_i - a_i)^2}{\sum_{i=1}^{n}a^2}}$$

Очевидно, что $N_k = 0$ в случае совершенного прогноза и $N_k = 1$, когда прогноз имеет ту же ошибку, что и "наивная" экстраполяция неизменности. N_k не имеет верхней конечной границы.

В процессе прогнозирования ограничимся анализом достоверности прогнозирования лишь одного макроэкономического показателя - объема национального дохода в сопоставимых ценах для сокращения объема приводимого числового материала, что представляется вполне достаточным для иллюстрации полученных результатов. Среднеквадратичная ошибка (δ) составит 0,967%; коэффициент корреляции (R) - 0,986; коэффициент несоответствия (N_k) - 0,674; доля смещения (С)- 0,315; доля дисперсии (Д) - 0,377; доля ковариации (К) - 0,304.

Прогнозист должен стремиться к тому, чтобы прогнозы были несмещенными. Важно также правильно предсказывать колебания прогнозируемой переменной, что ведет к снижению доли дисперсии.

Следует отметить, что доля несоответствия позволяет ранжировать причины ошибок прогнозов, но не сравнивать их величины. Прогноз может иметь большую среднеквадратичную ошибку и меньшее значение доли смещения и

наоборот. Однако это не дает возможность сравнивать качество различных прогнозов.

Проверка адекватности модели. Прежде чем использовать модель для аналитических и прогнозно-плановых расчетов, необходимо проверить степень соответствия модели реальной действительности. Это вызвано следующими обстоятельствами:

1. Упрощенным отображением в модели реальных взаимосвязей НТП в промышленности, и том числе линейным характером некоторых взаимосвязей, входящих в систему уравнений модели.

2. Учетом только наиболее существенных и крупноагрегированных факторов.

3. Неточностью и расчетным характером некоторых исходных данных.

4 Возможными ошибками как принципиального, так и технического характера, допущенными при построении и параметризации модели.

Целью проверки является получение качественного представления о функционировании модели, а также количественных оценок условий и упрощений, связанных с разработкой модели, подготовкой исходных данных и оценок ее параметров.

Качественный анализ поведения модели может проводиться, например, путем расчета вариантов развития отраслей промышленности по моделям с заданными произвольными значениями некоторых экзогенных переменных и параметров. Если результаты расчетов при этом соответствуют теоретическим выводам о возможных изменениях в развитии отраслей, функционирование модели можно считать правильным.

Качественная проверка адекватности модели, как правило, осуществляется посредством расчетов на прошлый (ретроспективный) и перспективный периоды.

Ретроспективные расчеты. Цель ретроспективных расчетов состоит в сопоставлении фактических значений показателей со значениями, полученными в результате расчетов по модели.

Этапы ретроспективной проверки включают четыре процедуры:

- выбор критерия для оценки адекватности модели;
- расчет отклонения фактических показателей от расчетных;
- оценку причин отклонений и возможных путей их устранения;
- адаптацию модели.

В качестве критерия для оценки адекватности модели могут использоваться абсолютные и относительные отклонения расчетных показателей от фактических, среднеквадратичных отклонений, средний процент ошибок и др.

В процессе анализа причин отклонений требуется установить, в какой мере они связаны со структурой модели, а также со сбором и обработкой информа-

ний. Исследование знаков абсолютных отклонений по годам дает возможность выявить тенденции изменения показателей в последнее время.

При наличии явных тенденций следует ввести в уравнение дополнительные факторы или изменить длину временного ряда.

Адаптация модели заключается в повторной оценке параметров скорректированных зависимостей в измененных временных рядах, а также в проведении дополнительных расчетов.

Результатом конечного итога ретроспективного анализа должен стать вывод о правильном отражении моделью тенденций и закономерностей прошедшего периода.

Перспективные расчеты Проверить адекватность модели можно не только на прошлый период, но и на будущий. Для этого требуется наличие плановых показателей или прогнозов, полученных иными методами.

Технология проверки аналогична предыдущей.

Для проверки адекватности модели на основе перспективных расчетов можно воспользоваться как усредненными показателями, так и абсолютными отклонениями по годам перспективного периода. Во всех случаях перспективные расчеты показателей могут быть использованы для прогнозов лишь нормативных вариантов, т.е. предполагающих применение сложившихся показателей эффективности производства на основе реальных гипотез и предложений.

Оценка качества прогнозов определяется :

1. Результатами прогнозирования, т е. его выходом, обусловливающим будущее состояние и динамику промышленного производства.

2. Процессом прогнозирования, принятым порядком, методологией и технологией его разработки.

3. Эффективностью прогнозирования, оцениваемой соотношением затрат и результатов.

4. Оформлением прогноза, позволяющим его оценить и проверить.

Оценка результатов прогнозирования зависит от того, какие прогнозы разрабатываются: инерционные или нормативные. Так как инерционные прогнозы базируются на действующих тенденциях, оценками их качества могут служить точность и надежность результатов.

Точность прогнозов определяется показателями абсолютного отклонения расчетных значений от фактических, величинами среднеквадратичных отклонений и средних ошибок прогноза. Кроме того, точность прогноза может измеряться доверительными границами, показывающими возможные пределы прогнозируемых показателей.

Надежность прогноза характеризуется вероятностью попадания значений прогнозируемых показателей в установленные доверительные границы. Как

правило, прогнозы надежны, если на основе различных методов получены идентичные или близкие результаты.

Оценка процесса прогнозирования - важный способ проверки качества прогнозов, зачастую заменяющий оценку его результатов. Действительно, если прогнозирование организовано безупречно, на базе современных методов, с использованием глубоко разработанной теории, методологически верно поставлено, то уверенность в правильности результатов, их точности и надежности существенно возрастает, а вместе с ней растет и полезность прогнозов для принятия плановых решений. Совершенствование прогнозирования выступает как основное, а иногда единственное средство повышения качества прогнозов. Важно также то, что это средство действительно находится в распоряжении разработчиков прогнозов и не имеет предела улучшения.

Преимущество оценки процесса прогнозирования заключается в том, что она, во-первых, может осуществляться одновременно с разработкой прогнозов, не ожидая его практической реализации; во-вторых, позволяет адаптировать прогноз на основе знаний о его "узких местах", новейших теоретических представлениях, методологических и методических средствах прогнозирования.

Исследования оценки достоверности прогнозов показывают перспективность и необходимость последующего их изучения. Одной из важных проблем является дальнейшее совершенствование экономико-математических методов прогнозирования, которое должно состоять в более глубокой, теоретической разработке самих моделей, улучшении процедуры прогнозирования на основе сочетания количественного аппарата прогнозирования с качественным анализом прогнозируемых процессов другими методами современной экономической науки.

Степень достоверности и точности результатов прогноза будет тем выше, чем полнее, с одной стороны, выполняются условия реализации прогноза, установления в плане решения задач прогнозирования технико-экономического показателя объекта, а с другой, чем полнее реализуются основные методологические принципы разработки прогноза:

-принцип комплексности - одновременная разработка прогноза ТЭП объекта в их единстве и взаимосвязи между собой и с параметрами прогнозного фона;

-принцип совместимости результатов прогноза развития системы, подсистемы и элементов, т.е. развития прогнозного фона, объекта и его элементов (ТЭП);

-принцип последовательности разработки прогнозов, т.е. разработка прогноза развития объекта должна начинаться с разработки прогноза развития его элементов;

-принцип непрерывности прогнозирования, требующий корректирования прогноза по мере поступления новых данных об объекте прогнозирования и прогнозном фоне;

-принцип природной специфичности объекта прогнозирования, который заключается в данном случае в том, что при прогнозировании ТЭП объекта необходимо учитывать ограничительное действие естественных запасов, устанавливающих пределы развития параметров (показателей) объекта в рамках данного технического принципа.

Решение задач прогнозирования оптимального ТЭП объекта осуществляется в следующей последовательности:

-системный анализ объекта;

-выявление обобщённых характеристик системы - "объект-прогнозный фон", выделение наиболее существенных показателей системы и её элементов, выбор критериев оптимизации системы;

-сбор, обработка и анализ информации об объекте, её функциональных элементах и состоянии прогнозного фона в прошлом и настоящем;

-анализ тенденций и темпов развития объекта и прогнозного фона, разработка прогнозной модели объекта;

-исследование на прогнозной модели различных вариантов развития объекта;

-определение периода упреждения прогноза;

-технико-экономическая оценка вариантов развития объектов и выбор оптимального варианта, уточнение периода упреждения прогноза, оценка оптимальной периодичности смены моделей объекта в производстве;

-оценка достоверности и точности результатов прогноза;

-выработка рекомендаций по дальнейшему использованию результатов прогноза.

Оценка достоверности и точности результатов прогноза отражает один из основных методологических принципов прогнозирования - принцип его верифицируемости. Хотя верификация и не отвечает на вопрос, истинен или ложен прогноз, но с её помощью разработчик прогноза получает возможность оценить вероятность осуществления прогноза для заданного доверительного интервала.

Собственно необходимость верификации результатов прогноза предопределена самим его определением как научно обоснованного суждения о возможных состояниях объекта в будущем или об альтернативных путях и сроках их осуществления. Таким образом, варификация прогноза - одна из важных методологических и практических задач, решаемых в процессе разработки прогноза.

Верификация прогнозов ТЭП объекта может быть осуществлена несколькими методами:

-прямая верификация - получение того же ТЭП объекта, что и верифицируемый, но другим методом прогнозирования;

-косвенная верификация - подтверждение прогноза ссылкой на проведённый в литературе прогноз того же объекта;

-косвенная верификация - получение прогнозируемой величины как следствия из уже известных прогнозов;

-инверсная верификация, заключающаяся в инверсной экстраполяции верифицируемого прогноза, т е. использования прогнозной модели ТЭП объекта для получения его значений для некоторого интервала периода ретроспекции и сопоставления их с фактическими значениями, соответствующими этому периоду;

-верификация путем минимизации систематических ошибок, которая состоит в проверке учета систематических ошибок в процессе разработки прогноза.

Последний метод верификации требует определения источников ошибок прогноза. При прогнозировании оптимального ТЭП объекта наиболее существенными источниками ошибок прогноза являются исходные данные, метод прогноза и модель прогноза. Ошибки исходных данных - это ошибки измерения, определения, полноты и достоверности, недоучёт уменьшения значимости ретроспективной информации по мере удаления моментов её измерений в прошлое, ошибки используемых прогнозов развития прогнозного фона.

Ошибки метода прогнозирования связаны прежде всего с тем, что этот метод не адекватен объекту прогнозирования. Ошибки модели прогноза возникают вследствие упрощения и несовершенства теоретических представлений об объекте прогнозирования. Прогностическая модель должна как можно более точно отражать поведение и развитие реального объекта. Она должна: - удовлетворять требованиям полноты, адаптивности и эволюционности, позволять включать в достаточно широком диапазоне изменения, добавления, чтобы было возможно последовательное ее приближение к модели, удовлетворяющей по точности воспроизведения объекта;

- строиться с использованием установившейся терминологии;

- быть оптимизационной, т.е. должна позволять оптимизировать моделируемый объект и процесс его развития;

- предусматривать возможность проверки её истинности, соответствия оригиналу.

Эти требования к модели, и особенно последнее, предусматривают необходимость всестороннего исследования объекта прогнозирования, выявления закономерностей, внешних и внутренних факторов, определяющих типы и тенденции развития объекта прогнозирования. Только такой подход позволит установить наиболее существенные взаимосвязи объекта и прогнозного фона,

выделить ограничения, что необходимо для разработки адекватной анализируемому объекту прогнозной модели. Для обеспечения требования достоверности и точности прогноза необходимо определить следующий подход:

во-первых, всестороннее исследование объекта и прогнозного фона на основе системного анализа, выделение наиболее существенных внутренних и внешних факторов, определяющих темпы и тенденции развития объектов, что позволяет выявить основные закономерности этого развития, найти обобщённые характеристики системы "объект -прогнозный фон";

во-вторых, выявление основных условий реализации прогноза ТЭП объекта и формирование на их основе ограничений к прогнозной модели.

в-третьих, отбор, систематизация и проверка исходной информации с точки зрения её точности, достоверности и значимости для прогнозирования.

в-четвёртых, в процессе разработки прогноза ТЭП объекта проводится как бы его прямая верификация, поскольку при построении прогнозной модели используются дополняющие друг друга методы прогнозирования.

в-пятых, использование критериев оптимизации при оценке вариантов прогноза ТЭП объекта.

При прогнозировании количественных характеристик, если при этом используются экономико-математические или статистические модели, оценка точности может проводиться с помощью показателей, используемых для обычных аппроксимационных моделей - дисперсия, корреляционное отношение, критерий Фишера и Стьюдента. Практически оценка точности прогноза сводится к оценке точности модели, которая используется для его разработки.

Так, при использовании для построения прогнозных моделей метода корреляций для оценки достоверности и точности этих моделей применяется ряд статистических характеристик:

оценка стандартной ошибки:

$$S_{ост} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (y_i - y_i)^2}{n - P}},$$

где n - число наблюдений;

P- число определяемых коэффициентов модели;

средняя ошибка аппроксимации

$$E_{ап} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} \frac{y_i - y_i}{y_i},$$

полная дисперсия зависимой переменной

$$S_y^2 = \sum_{i=1}^{n} \frac{(y_i - \bar{y})^2}{n - 1},$$

где $\bar{y}$ -средняя арифметическая зависимой переменной.

Корреляционное отношение

$$\eta = \sqrt{1 - S_{пп}^2 / S_1^2}$$

близость корреляционного отношения η к единице позволяет судить о надежности модели и существенности связей между переменными.

При использовании статистических оценок точности прогнозной модели следует иметь в виду, что их значение будет изменяться по мере увеличения периода упреждения прогноза. Точность прогноза снижается обратно пропорционально квадрату периода упреждения.

Снижение точности прогноза при использовании экстраполяционной модели может быть учтено, например, изменением средней ошибки аппроксимации $\varepsilon_{ср}$ в зависимости от длительности периода упреждения $T_у$

$$\varepsilon_t = \varepsilon_{ср} + 0{,}01\, T_у\, (1 + \varepsilon_{ср})^2.$$

Как и любая научно-исследовательская работа разработка прогноза должна подвергаться экономической оценку.

При определении экономической эффективности прогноза обычно могут решаться три задачи.

Первая - оценка экономической эффективности того или иного альтернативного прогнозного решения, т.е. экономической эффективности реализации вероятных направлений развития объекта прогнозирования.

Вторая - оценка экономической эффективности применения того или иного метода, группы методов, методом прогнозирования или той или иной прогнозирующей системы.

Третья - оценка экономического эффекта от самого факта разработки прогноза (по сравнению с тем случаем, если бы прогноз не разрабатывался).

Первая задача-это обычная задача технико-экономического анализа, т.е. задача выбора наиболее эффективного варианта хозяйственного и технического решения.

Для решения этой задача могут использоваться существенные методы и методики оценки экономической эффективности, но при этом необходимо учитывать специфические особенности прогнозной информации и динамику развития объекта прогнозирования и прогнозного фона. Например, в качестве одного из условий сопоставимости вариантов следует учитывать условие равенства периодов упреждения при прогнозе развития различных вариантов. Так, при прогнозировании ТЭП объекта в качестве критерия для оценки экономической эффективности реализации вариантов прогноза может использоваться показатель минимальных удельных суммарных приведенных затрат:

$$(\ldots)_{пп} = \min_{i=1,n} \left\{ \frac{1}{B_{ср\,i}} \left[\left(\frac{E_н (K_{пр\,i} + K_{пп\,i})}{A_{ср\,i}} + C_{ср\,i} \right) (P_i + E_н) + U^{c}_{ср\,i} + E_н K_{эi} \right] \right\}.$$

где $B_{ср\,i}$ -средняя годовая эксплутационная производительность i-го варианта

$B_{ср\,i} = \frac{1}{T_{пр\,i}} \sum_{t=1}^{T_{пр\,i}} B_{п}$, здесь $B_{п}$ прогнозируемая годовая эксплутационная производительность i-го варианта в t-й год эксплуатации);

$C_{ср\,i}$ -средняя себестоимость производства i-го варианта ($C_{ср\,i} = \frac{1}{T_{пр\,i}} \sum_{t=1}^{T_{пр\,i}} C_{п}$,

где $T_{пр\,i}$ -прогнозируемый период производства i-го варианта в t-й год производства);

$K_{пп\,i}$, $K_{пр\,i}$ - соответственно прогнозируемые константы вложения в техническую подготовку производства и производственные фонды при освоении i -го варианта ТЭП объекта, в том числе затраты на разработку прогноза;

$A_{ср\,i}$ - среднегодовой выпуск изделий i-го варианта ($A_{ср\,i} = \frac{1}{T_{пр\,i}} \sum_{t=1}^{T_{пр\,i}} A_{п}$, здесь $A_{п}$ - прогнозируемый выпуск оборудования i-го варианта в t-год производства);

$U_{ср\,i}$ -среднегодовые затраты на эксплуатацию i-го варианта изделия ($U'_{ср\,i} = \frac{1}{T_{пр\,i}} \sum_{t=1}^{T_{пр\,i}} U'_{п}$, при $U'_{п}$ - прогнозируемые годовые затраты на эксплуатацию i-го варианта в i-год эксплуатации);

$K_{эi}$ -прогнозируемые капитальные вложения в сфере эксплуатации, обусловленные применением i-го варианта объекта (в расчете на одно изделие или машины или оборудования).

Решение второй задачи позволяет определить области эффективного применения тех или иных методов, методик прогнозирования и прогнозирующих систем в зависимости от типа объекта прогнозирования, целей и задач прогноза и выработать рекомендации по их применению.

Решение третей задачи позволяет оценить необходимую степень разработки прогноза и его полноты, исходя из требований к точности и достоверности прогноза длительности, периода упреждения и целей прогноза. Поскольку время и стоимость разработки прогноза развития одного и того же объекта зависят от степени полноты и детализации этой разработки, точности и длительности периода упреждения, то в этом аспекте решение третьей задачи представляет большой практический интерес. Поэтому третья задача может быть сформулирована и как определение относительной степени полноты, детализации и точности разработки прогноза и оптимальной длительности периода упреждения. В этом случае для оценки вариантов может быть применён критерий минимальных приведённых затрат в таком виде:

$$Э_{пп} = \min_{i=1,n} \left\{ \sum_{t=1}^{T_{пр}} Э_{пр\,i}\, \alpha_i - Э_{пр\,i} F_n \right\},$$

где $T_{пр}$ -время, требуемое на разработку n-го варианта прогноза;

$Э_{пр\,i}$ -затраты на разработку n-го варианта прогноза в t -й год его разработки;

α_t -коэффициент приведения разновременных затрат к расчетному году;

F_n -коэффициент суммирования годовых эффектов $Э_{пр}$, за срок использования n- го варианта прогноза;

Годовой экономический эффект $Э_{пр}$, определяется как разность приведённых затрат от использования объекта прогнозирования в исходном состоянии, т.е. на момент начала разработки прогноза и в прогнозируемом состоянии.

ГЛАВА II. МЕТОДЫ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

1. Общие понятия

Поставленная задача требует совершенствования научного инструментария разработки прогнозирования планов, а также принятия планово-экономических решений, которые должны в максимальной мере способствовать повышению качества и научной обоснованности планов, их действенности в реализации прогнозов в условиях рынка.

Совокупность методов прогнозов планирования должна дать возможность переломить складывающиеся неблагоприятные тенденции в сторону более полной реализации требований основного закона рынка за счёт изменения пропорций воспроизводства, привести систему производственных отношений в большее соответствие с уровнем развития производительных сил, перестроить формы и методы управления. Кроме того, они должны позволить плановым органам оценивать сложившуюся ситуацию, конкретизировать ее в соответствии с социально-экономическими целями, определять необходимые для их достижения ресурсы и пути. Для каждого из этапов принятия решений должны быть разработаны свои методы плановой работы.

Выбор метода определяется прежде всего содержанием плановых проблем, решаемых при формировании научно-технических, экономических и социальных пропорций на длительную, средне- или краткосрочную перспективу. Вместе с тем, они в значительной степени зависят от наличного математического аппарата, а также компьютерной техники. Несмотря на быстрый прогресс, техника пока не даёт возможности плановым органам использовать ряд уже отработанных методов в реальном режиме выработки плановых решений. Наконец, новые плановые задачи и новые методы решения, как правило, требуют привлечения новой информации. Однако организация её формирования и сбора в плановых органах, подготовка к применению в ряде случаев вызывают расходы, превышающие эффект от новых методов.

Подготовка плана начинается с анализа реализации действующих планов, выявления и оценки последствий, складывающихся тенденций развития. Эта работа осуществляется с помощью методов прогнозирования, а её результатом служит совокупность прогнозов, которые образуют предварительную стадию составления плана, иногда называемую предплановой.

Прогноз описывает возможные будущие состояния объекта при предвидимых вариантах его развития в определённом временном интервале. Обычно различают пассивные и активные прогнозы. В первом случае предсказание делается на основе анализа собственных тенденций объекта - внутренних и внеш-

них, неуправляемых факторов, во втором - с учётом предполагаемого изменения тех или иных управляемых факторов. Таким образом, активный прогноз в совокупность условий включает возможные направленные воздействия системы планирования, и поэтому он доминирует в научно-техническом и социально-экономическом прогнозировании. Принципиальное отличие такого прогноза от проекта плана состоит в том, что вводимые в него вероятные изменения условий не обосновываются с позиций реальности их осуществления. Тем самым в результате прогноза вырабатывается определённое множество возможных и теоретически допустимых решений для изменения сложившейся тенденции в нужную сторону. Задача плановых органов - отобрать из этого множества наиболее эффективное решение. Часто пассивный и активный прогнозы последовательно используются как две стадии прогнозирования развития одного и того же объекта.

Прогнозы делятся также на изыскательские и нормативные. Изыскательский прогноз показывает, к каким состояниям придёт объект при определённых начальных условиях. Он также может быть пассивным и активным. Во втором случае, в комплексе начальных условий рассматриваются те или иные управляющие воздействия. Нормативный прогноз указывает возможные пути достижения заданного конечного состояния прогнозируемого объекта.

Исходными в системе народнохозяйственного прогнозирования являются прогнозы первичных факторов развития общества - населения и естественных ресурсов. Важнейшая роль принадлежит прогнозированию основных направлений научно-технического прогресса. В становлении находятся прогнозы социальных изменений в состоянии окружающей среды, внешнеэкономические, демографические и др.

При составлении прогнозов в зависимости от конкретного объекта применяются разные методы прогнозирования с дублированием и взаимной проверкой результатов, полученных с помощью различных методов для одного и того же объекта прогнозирования. Часть этих методов, в особенности для долгосрочных прогнозов, пока не формализована и использует эвристические процедуры, облегчающие и упорядочивающие работу экспертов. Многие методы, преимущественно для текущих прогнозов, носят более строгий характер и основаны на математическом аппарате (главным образом МГУА корреляционно-регрессионного анализа), однако предъявляют весьма жесткие требования к исходной информации.

Поскольку прогнозы разрабатываются в системе уже действующих планов, для оценки их выполнения и выявления проблем для плановой проработки на последующий период используется также значительная часть собственно планового инструментария, например, балансовые методы.

Следует подчеркнуть, что прогнозирование, выявляя тенденции научно-технических, экономических и социальных процессов, не устраняет существующую в них неупорядоченность, не вырабатывает мер по устранению заложенных в этих процессах негативных, сдерживающих моментов и стимулированию позитивных, развивающихся. В связи с этим прогнозирование не влияет непосредственно на повышение их организованности. Отражая наиболее вероятные направления развития, прогнозы, говоря языком теории информации, не уменьшают энтропии системы, её неопределенности. Вместе с тем совокупность прогнозов сокращает эту неопределённость, выявляя как сам круг проблем, требующих решения, так и область допустимых решений по каждой из них.

3. Классификация методов прогнозирования

В последние десятилетия одним из признаков быстрого развития прогностики является возникновение все новых и новых методов прогнозирования. Это не случайно, если учесть, что наличие отработанного и проверенного метода как раз и позволяет отличить научно обоснованный прогноз от чистой фантастики или волюнтаризма. Специалисты подсчитали, что описано уже свыше 150 различных методов прогнозирования. Если отбросить частности и детали и выделить лишь базовые методы, то их число будет гораздо меньше. Но и при таком подходе многочисленность и разнообразие методов прогнозирования не исчезают и сохраняется потребность в их упорядочении и классификации.

Большое число и разнообразие методов прогнозирования привели к тому, что единая общепринятая их классификация пока отсутствует, в каждой работе по прогностике, включая и учебные пособия, предлагается своя классификация, заметно отличная от других.

Как следует из рис.9, методы прогнозирования можно разделить на две большие группы — логико-эвристические и методы моделирования. Логико-эвристические методы базируются на широко известной общенаучной теории логики и на эвристике, которая определяется словарями, как искусство нахождения истины. Отличие этой группы методов состоит в том, что они опираются в основном на качественные приемы анализа, на логику, рассуждение, здравый смысл, на знания и опыт специалистов, не исключая при этом их интуицию и догадки. Ведь не случайно эвристику определяют как "искусство", но вместе с тем наименование этой группы методов требует тесного сочетания искусства, интуиции со строгой логичностью прогнозируемых положений. В этой группе выделим четыре подгруппы методов: формальной логики, аналогии, экспертных оценок и специальные эвристические.

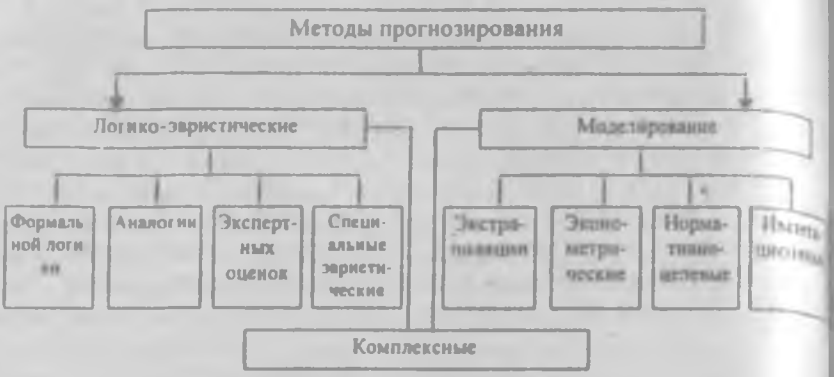

Рис. 9. Классификация методов прогнозирования

Методы моделирования основаны прежде всего на количественных, математических и статистических исследованиях, на выявлении формальных зависимостей и тенденций развития, на построении прогностических моделей и экспериментировании с ними на базе компьютерной техники. В качестве подклассов выделяются модели экстраполяции, эконометрические, нормативно-целевые и имитационные.

Отдельно в классификации представлены комплексные методы, в которых сочетаются как логико-эвристические подходы, так и моделирование.

Прогнозирование как процедура предвидения существует, конечно, столетия, но фактически до нашего века оно ориентировалось только на одну группу методов — на логико-эвристические. И логика и эвристика тоже существуют уже ряд столетий, чего о моделировании сказать нельзя. Развитие примерно с середины века математических моделей в сочетании с ЭВМ вначале породило у ученых и специалистов большие надежды на существенное усиление глубины и надежности всевозможных исследований в области гуманитарных наук, включая и прогностику. По сравнению с неопределенным, неформализованным качественным анализом, опытом и интуицией специалистов внедрение в прогнозирование методов таких точных наук, как математика, кибернетика должно было как будто привести к поразительно эффективным результатам. Однако этого не произошло. Конечно, моделирование намного усовершенствовало методические основы прогнозирования, но все вопросы не решило. Объекты прогнозирования, включающие человека, настолько сложны, что полное описание и предвидение их функционирования оказывается не по силам даже высшей математике. Иными словами, реальные возможности моделирования отнюдь не безграничны, хотя и весьма велики. Высказывается такой подход: если прогно-

зируемая ситуация вполне проста и понятна, то достаточно использовать логико-эвристический метод, не затрачивая усилий на моделирование; если ситуация характеризуется многими показателями и взаимосвязями, то для их полного охвата лучше попытаться построить и проиграть на ЭВМ математическую модель; если же прогнозируемый процесс отличается весьма высокой сложностью, новизной, неопределенными и ненадежными данными, то придется снова обратиться к логико-эвристическим методам.

Построение модели осуществляется с единственной целью - вскрыть закономерности или тенденции развития изучаемого объекта. Если модель построена правильно и адекватно отражает связи и свойства реального объекта, то она может служить средством для экстраполяции, т.е. перенесения некоторых выводов о поведении модели на объект. Это и есть прогнозирование поведения объекта путем экстраполяции тенденций, выявляемых моделей.

Австрийский ученый Э.Янч [46] предложил классифицировать методы прогнозирования, разделяя их на четыре класса: исследовательские, нормативные, интуитивные и с обратной связью. Если исследовательские методы предполагают анализ тенденций, совпадающий с направлением хода времени, и переработку существующей информации, то нормативные методы исходят из анализа, направленного против хода времени. Нормативные методы основаны на формировании целей и определении класса задач, которые должны быть решены для реализации этих целей. Они ориентированы на информацию, которой еще нет. Третий класс методов - методы с обратной связью, интегрируют в себе оба направления анализа, предшествующего прогнозу как против, так и по ходу времени. Четвертый класс - интуитивные методы прогнозирования, которые представляют собой как бы "взгляд из вне", - вообще не поддается классификации по предложенной схеме, т.е. не выполняется первое требование - единство классификационного признака.

В классификации методов прогнозирования, предложенной В.А. Лисичкиным, основанием для методов прогнозирования выступает число наук, применяющих рассматриваемый период прогнозирования. Согласно данному признаку, методы прогнозирования разделены на три класса - частонаучные, интернаучные, общенаучные.

Класс частонаучных методов включает методы, применяемые для прогнозирования объектов только одной науки.

Класс интернаучных методов включает методы, применяемые для прогнозирования объектов не менее двух наук. Этот класс делится на три подкласса: а) интуитивные методы, б) методы, основанные на переработке различных видов научно-технической информации, в) методы, основанные на привлечении к прогнозированию различных категорий.

Класс общенаучных методов состоит из методов, применяемых для прогнозирования объектов всех без исключения наук. С формальных позиций теории классификации, данная классификационная схема верна, однако, ограничена в использовании, поскольку классифицируются только методы прогнозирования различных наук.

Классификации, предложенные В.А. Александровым и С.С.Корумовым, имеют общую принципиальную основу и классифицируются по четырем признакам: первым классификационным признаком является количество рабочих процедур. По этому признаку методы делятся на сингулярные (симплексные) и комплексные. По второму признаку - источнику исходной информации, методы подразделяются на экспертные и фактографические. Следующий признак - способ получения информации. В соответствии с ним экспертные методы подразделяются на интуитивные и аналитические, соответственно фактографические - на статистические и опережающие. Далее методы прогнозирования разделяются на группы согласно классификационному признаку "принцип работы группы методов".

Одним из недостатков данной анализируемой классификации, на наш взгляд, является неправильная детализация методов на 3-ем уровне. Как уже выше рассматривалось, методы аналогий и методы моделирования идентичны. Информация, получаемая для этих методов, фактическая. Методы моделирования (аналогий) являются составной частью, базой для экстраполяционных методов. Даже при детализации (членении) по признаку "способ получения информации" группу аналитических методов целесообразнее отнести к классу фактографических методов, либо детализировать на этом этапе по признаку "общий принцип действия". По предлагаемой нами детализации, экспертные методы делятся на индивидуальные и коллективные экспертные оценки, а по предлагаемому авторами признаку, они подразделяются на интуитивные и аналитические, это в то время, когда все экспертные методы строятся на интуиции плюс опыте.

Задача классификации методов прогнозирования в основном пока не решена. Между тем, поскольку под прогностикой понимается наука, изучающая общие принципы построения методов прогнозирования объектов различной природы и закономерности процессов производства прогнозов, и в качестве объекта ее исследования выступает совокупность методов прогнозирования, то задача классификации методов прогнозирования имеет большое значение. Необходимо подчеркнуть, что научно обоснованная классификация методов прогнозирования дает возможность увеличить число приемов (модификаций) на нижних уровнях классификации, где будут зафиксированы новые элементы моделей прогнозирования.

3. Логико-эвристические методы

Систематизированный перечень методов прогнозирования начинается с методов общенаучного характера, прежде всего с формальной логики. В процессе познания действительности можно четко выделить два этапа. Первый ведет от опытного, эмпирического исследования конкретных объектов к обобщению, абстрагированию, созданию отвлеченных общих представлений о совокупностях таких объектов или процессов. Это этап аналитический, или индуктивный (вспомним, что логика кратко характеризует индукцию как познание от частного к общему).

Второй этап познания отражает переход от обобщенных, абстрактных представлений к конкретным, детализированным знаниям об изучаемых объектах, процессах. По своей сути это синтетический или дедуктивный этап. Дедукция воспринимается в логике как движение от общего к частному по принципу: то, что утверждается о всем классе каких-либо объектов, утверждается и о каждом из объектов, входящих в этот класс.

В ходе научных исследований вообще, прогнозирования в частности, дедукция и индукция тесно между собой взаимосвязаны. Без индукции, строго говоря, возникновение дедукции становится невозможным. Диалектика не позволяет беспрепятственно отделять анализ от синтеза, индукцию от дедукции. Более того и в своем сочетании они могут оказаться недостаточными для полного обоснования прогноза, а часто служат дополнением и подкреплением при использовании более специализированных методов прогнозирования.

Близок к логике и метод аналогии, хотя в научном истолковании этих методов подчеркивается, что вывод по аналогии не имеет доказательной силы в отличие от строгих заключений по индукции или дедукции. Аналогия представляет собой сходство объектов по тем или иным признакам, функциям, отношениям. Вывод по аналогу складывается так. Предположим, имеем объекты A и B, которые сходны по некоторым четко определенным признакам P. Вместе с тем известно, что объект A характеризуется еще другими признаками Q. Метод аналогии приводит к заключению, что и сходный объект B также располагает признаками Q. Нетрудно видеть, что такое заключение не несет в себе силы доказательства, но для логико-эвристических методов оно и не требуется.

К ведущей подгруппе логико-эвристических методов относятся методы экспертных оценок. Уже отмечалось, что логико-эвристический подход к прогнозированию во многом опирается на знания, опыт, интуицию специалистов. Но ведь эти качества специалистов надо суметь выявить, реализовать для решения конкретной прогнозной проблемы. Такую цель и преследуют методы экспертных оценок. Они достаточно эффективны, но вместе с тем обычно трудоемки, дороговаты, продолжительны по времени. Поэтому методы экспертных

оценок используются в основном тогда, когда объект прогнозирования либо очень сложен в качественном и количественном отношениях, либо отличается большой новизной, неизвестностью, либо располагаемая нами информация характеризуется явной неполнотой и недостоверностью, в общем, когда объект относится к весьма труднопредсказуемым. Но эти свойства не так уж редки для социально-экономических систем.

Четвертой подгруппой логико-эвристических методов являются специальные эвристические методы. Эти методы ориентируются на конкретные особенности различных объектов прогнозирования, на специфику происходящих в них процессов, поэтому, хотя число таких методов весьма велико, они не поддаются строгой классификации, обобщенным характеристикам. Рассмотрим в качестве примера лишь один из специальных эвристических методов.

В научно-техническом прогнозировании немалое значение имеет метод анализа патентной информации. Патентными правилами предусмотрено, что изобретением можно признать такой объект науки и техники, который отличается несколькими существенными признаками: является новым, неизвестным не только в нашей стране, но и за рубежом; обеспечивает решение конкретной технической задачи, а не общую идею или поиск; возможен для использования в промышленности или другой отрасли народного хозяйства; содержит заметный уровень научно-технического творчества; дает экономический эффект.

Патентная информация анализируется как количественно, так и качественно. Количественный анализ относится прежде всего к числу патентов, выданных за определенное время в исследуемой научно-технической области. Качественный анализ определяет технический уровень, значимость изобретений и ведущие их характеристики: широту решаемой проблемы, сложность изобретения, область его применения и эффективность. Эти особенности можно оценивать не только качественно, но и с помощью соответствующих коэффициентов. Проведенный анализ позволяет в конечном счете судить о перспективах развития данного раздела техники, что и требуется для научно-технического прогнозирования.

Казалось бы, ту информацию, какую дают патенты, проще и легче получить из более общедоступных источников — журнальных статей, монографий и т. п. Однако патентная информация обладает заметными преимуществами, к ним относятся полнота сведений, новизна и конкретность технических решений, однотипность структуры патентных документов и их упорядоченность, точность и четкость. В журнальных же статьях научно-технический материал часто не отличается новизной, недостаточно конкретен, носит сугубо описательный характер, предлагает лишь постановку, а не решение вопросов и т. д. Отсюда и вытекает целесообразность использования метода анализа патентной информации.

4. Метод моделирования

Метод моделирования является важнейшим универсальным методом исследования. Используя его, не мешает помнить и о методе аналогии. Модель может во многих отношениях отличаться от самого объекта исследования, но непременно должна иметь подобие, аналогию с этим объектом, прежде всего в части тех характеристик, которые подлежат изучению и прогнозированию.

Модель какой-либо сложной системы тоже представляет собой систему (и нередко весьма сложную), имеющую физическое воплощение либо записанную с помощью слов, цифр, математических обозначений, графических изображений и т. д. Таким образом, можно сказать, что модель — это физическая или знаковая система, имеющая объективное подобие с исследуемой системой в отношении функциональных, а часто и структурных характеристик, являющихся предметом исследования.

Для построения знаковых моделей может использоваться, в принципе, любой язык — естественный, алгоритмический, графический, математический. Наибольшее значение и распространение имеют математические модели в силу универсальности, строгости, точности математического языка. Математическая модель представляет собой совокупность уравнений, неравенств, функционалов, логических условий и других соотношений, отражающих взаимосвязи и зависимости основных характеристик моделируемой системы. Применительно к прогнозированию будут рассматриваться преимущественно математические модели, хотя не исключены и другие, в частности алгоритмические.

Одно из важных преимуществ модели состоит в том, что необъятная, с точки зрения полного описания, реальная социально-экономическая система заменяется пусть тоже непростой, но вполне доступной для анализа и расчетов моделью, которая вместе с тем сохраняет в себе все существенное, что интересует исследователя. Это существенное выступает в модели даже более четко и рельефно, не будучи затемнено всевозможными незначащими частностями и деталями, посторонними и случайными факторами.

С построением модели исследователь получает широкое поле для экспериментальной деятельности: он может изменять различные параметры, переменные величины, условия и ограничения и выяснять, к каким прогнозным результатам это приводит. В итоге многовариантных экспериментов с моделью (обычно на ЭВМ) вырабатывается ответ на кардинальный вопрос: при каких конкретных условиях следует ожидать в будущем наилучшего функционирования объекта с точки зрения поставленных перед ним целей? Аналогичное экспериментирование с самим реальным объектом чаще всего сильно затруднено или вообще невозможно; легко понять, например, что беспрерывное экспериментирование на "живых" предприятиях неприемлемо как в социальном, так и

в чисто экономическом смысле. Модель же никаких ограничений в этом смысле не ставит.

Формируемые для прогнозирования модели различаются по ряду признаков. Прежде всего отметим различия по степени определенности используемой информации. Обратимся к теории принятия решений, имея в виду, что большинство положений этой теории вполне можно распространять и на прогностику.

Задачи принятия решений подразделяют на три группы:

- в условиях полной определенности, или детерминированные задачи;
- в условиях вероятностной определенности, или стохастические задачи;
- в условиях неопределенности.

В детерминированных задачах принятие решения производится на основе полной, достоверной информации, относящейся к проблемной ситуации, ограничениям, критериям оптимальности. Точность исходных условий и данных приводит к однозначности принимаемого решения.

Стохастические задачи принятия решений учитывают случайный характер некоторых (или всех) явлений, процессов, относящихся к изучаемой проблеме. Здесь действуют случайные факторы, законы распределения, вероятности которых нам известны. Скажем, ежегодный естественный прирост населения в республиках, областях страны есть в строго математическом смысле величина случайная, но его (прироста) вероятностные характеристики специалистам по демографии хорошо известны. Знание законов распределения случайных величин и определяет название соответствующих задач, как задач в условиях вероятностной определенности.

Задачам в условиях неопределенности свойственна большая неполнота и недостоверность используемой информации, влияние многообразных и очень слабо детерминированных факторов. Действующие здесь случайные события не характеризуются известными распределениями их вероятностей.

Соответственно этой дифференциации задач, модели социально-экономических процессов можно разделить на два больших класса — модели детерминированные и стохастические. В первых из них все зависимости, отношения, исходные информации определены полно и однозначно. Каждому набору исходных параметров и переменных величин соответствует единственный вариант расчетного прогноза.

В моделях стохастических каждому набору исходных величин соответствует лишь известное распределение вероятностей случайных событий прогнозируемого процесса. Решение по такой модели не теряет своей определенности, но определенности уже вероятной, а не детерминированной.

Сложнее обстоит дело с задачами в условиях неопределенности. Для них, в сущности, исключена возможность построения адекватных математических

моделей и отыскания четких количественных решений. Такие прогнозные задачи лучше исследовать не методами моделирования, а средствами логико эвристического анализа, в частности методами экспертных оценок.

Модели прогнозирования разделяются также на статические и динамические. В статических моделях не учитывается время как фактор, изменяющий основные характеристики изучаемого объекта. Динамические модели включают фактор времени: время может фигурировать в них как самостоятельная переменная величина, влияющая на конечные результаты; параметры и переменные показатели также могут выступать как функции времени.

В статической постановке задачи нас вполне устраивает получение прогнозных решений в виде оптимальных состояний, справедливых независимо от различных моментов времени. В динамических моделях приходится искать не оптимальное состояние (как бы фотоснимок), а оптимальное поведение во времени (как бы киноленту). Нетрудно понять, что в прогнозировании динамическая задача носит более общий характер, статическая модель — ее частный случай.

В прогнозировании следует разделять также модели изыскательские и нормативные. Уже отмечалось различие между поисковыми (изыскательскими, исследовательскими) и нормативными прогнозами. Первые основаны на продолжении в будущем тенденций взаимосвязей, зависимостей, сложившихся в прошлом и настоящем. Вторые определяют пути, ресурсы, сроки достижения в будущем возможных состояний объекта, отвечающих поставленным целям.

Такова же сущность двух видов моделей: изыскательские формализуют на базе статистики сложившиеся процедуры развития объекта и моделируют движение от прошлого к будущему; нормативные устанавливают сначала целевые состояния, а затем строят соединяющие пути от будущего к настоящему.

Из четырех разновидностей моделей прогнозирования, приводимых в классификации, модели экстраполяции и экономические относятся к классу изыскательских. С их помощью выявляются сложившиеся тенденции и зависимости, используются в основном методы математической статистики. К нормативным относятся модели третьей подгруппы, об этом прямо говорит и их название — нормативно-целевые. Последняя подгруппа — имитационные модели сочетают в себе как изыскательские, так и нормативные подходы, но по своей конечной (целевой) направленности большинство из них относится к моделям нормативным.

5. Методы экспертных оценок

Уровень научной обоснованности, достоверности любого прогноза во многом зависит от того, в какой степени при прогнозировании было учтено мнение

специалистов по изучаемой проблематике. Как правило, незаменимы знания, опыт, логическое мышление, интуиция специалистов, особенно когда речь идет о предсказании будущего. Но недостаточно только лишь понимать полезность привлечения специалистов; важно знать, как с ними работать в процессе прогнозирования. Рекомендации по этому вопросу содержат разработанные в последние десятилетия методы экспертных оценок.

Термин "эксперт" переводится с латинского языка как "опытный". Эксперт, безусловно, должен быть опытным специалистом, причем не обязательно только по изучаемой проблеме, но и в более широких аспектах. Ведь замечено, например, что крупные научные достижения в наше время происходят чаще всего на "пересечениях" различных наук, да и программно-целевые разработки в экономике больше ориентируются на межотраслевые и межрегиональные подходы. Исходя из этих и ряда других соображений, в качестве экспертов стараются привлечь достаточно крупных ученых и специалистов-практиков.

Понятно, что крупных специалистов трудно заставить надолго переключиться от своей основной работы на последовательное и трудоемкое выполнение всех этапов процесса прогнозирования. Гораздо реалистичнее сделать следующее: заранее тщательно продумать и подготовить перечень задаваемых вопросов, затем попросить экспертов на эти вопросы добросовестно и квалифицированно ответить, и, наконец, провести обработку и обобщение экспертных ответов, оценок для использования их при окончательном составлении и оформлении прогнозов. В этом коротко и состоит метод экспертных оценок.

Следовательно, процедура экспертной оценки включает в себя три главных этапа: подготовка к экспертизе, проведение опроса экспертов, обработка результатов опроса. Сами эксперты могут непосредственно участвовать лишь во втором этапе, а кто же выполнит все остальное? Естественно, что для этого лучше всего создать отдельную группу, состоящую тоже из специалистов, причем как владеющих изучаемой проблемой, так и знатоков метода экспертных оценок. В литературных источниках такую группу называют группой аналитиков, группой управления, консультативной группой.

Нетрудно понять, что практическое осуществление опроса экспертов, включая организацию и использование сначала группы аналитиков, затем группы самих экспертов — это солидная работа, требующая немалых затрат как времени, так и средств. Такие усилия нельзя, конечно, рекомендовать при составлении любого прогноза. Необходимость привлечения экспертов как генераторов идей, прогнозных ситуаций и измерителей их характеристик возникает в основном в трех случаях. Во-первых, когда исследуемая проблема отличается существенной новизной, нетрадиционна, ранее практически не возникала. Примером может служить прогноз путей развития новых научных направлений. Научно-технический прогресс существенно отличается новизной, не-

обычностью, нестандартной оригинальной характеристикой происходящих процессов; возможно поэтому наиболее широкое использование метод экспертных оценок получил именно в научно-техническом прогнозировании.

Во-вторых, проблема может не относиться к числу неизвестных, но отличаться в то же время большой сложностью, значительным числом альтернатив и критериев эффективности, отсутствием конструктивных теоретических разработок. Сложность при этом базируется не столько на количественных преобразованиях и расчетах, сколько на трудностях качественных предсказаний. С развитием ЭВМ не вызывают уже опасений даже колоссальные объемы вычислений, но в проведении сложного качественного анализа и сейчас необходимо пользоваться опытом и знаниями, даже интуицией и догадками хороших специалистов-экспертов.

Наконец, в-третьих, опрос экспертов может понадобиться тогда, когда задача составления прогноза не обеспечена полной и достоверной информацией. Не исключено, что общая теория какого-либо процесса неплохо изучена, но отсутствуют достаточно надежные статистические данные, прогнозирование проводится в условиях неопределенности, большой неполноты имеющейся информации. При ограниченном объеме и достоверности исходных данных опять возникает потребность в ознакомлении с мнением экспертов.

При опросе экспертов проводится многогранная и трудоемкая подготовительная работа. Выделим из нее и рассмотрим лишь три наиболее важных составных части: выбор и конкретизация формы опроса; подготовка и продуманная формулировка перечня вопросов; персональное избрание и привлечение участвующих в опросе экспертов.

На практике испытаны и применяются разнообразные формы опроса. Назовем лишь основные их виды — это интервьюирование, дискуссия, совещание, генерация идей, деловая игра, анкетирование, метод Дельфы. Об особенностях каждого вида будет рассказано в дальнейшем, а пока проведем их разграничение по двум общим признакам. Во-первых, методы могут быть ориентированы на индивидуальные или групповые опросы. Во-вторых, опрос может проводиться очно при личном контакте экспертов, или заочно, когда каждый эксперт отвечает на вопросы самостоятельно, "без свидетелей".

Индивидуальный характер носят такие методы, как интервьюирование, анкетирование, остальные из названных методов по сути своей групповые. При интервьюировании эксперт отвечает на вопросы устно в присутствии организатора опроса (ведущего, консультанта), при анкетировании ответы излагаются письменно. Индивидуальность этих форм опроса не означает, конечно, что всегда ограничиваются ответами одного эксперта. Интервью, а тем более анкетирование можно, конечно, распространить на ряд специалистов, и это всегда рекомендуется.

Оценки, рекомендации, решения одного, даже очень крупного, ведущего в данной области исследований специалиста чаще всего, как показывает практика, оказывается далеко не наилучшими, а порой и просто ошибочными. Субъективный подход к анализу проблемы, упущение некоторых важных факторов, своеобразие в разборе других, недоучет альтернатив, вариантов позволяют отрицать научную состоятельность "одиночных" экспертиз и считать теоретически обоснованными только групповые экспертные оценки (хотя в конкретных случаях и они могут оказаться далеко не идеальными).

Представляет интерес и разделение методов экспертизы на очные и заочные. Из названных видов проводятся очно, при личном участии экспертов, - интервьюирование, дискуссия, совещание, генерация идей, деловая игра; заочный характер носят анкетирование, метод Дельфы. Каждая из этих групп имеет свои отдельные достоинства и недостатки, но в общем и целом преимущество нужно отдать опросам заочной формы.

Личный контакт экспертов позволяет, конечно, в условиях состязания мнений, живой дискуссии всесторонне обсудить поставленную проблему, не упустить каких-либо ее существенных особенностей. Но личное обсуждение имеет и другую сторону - отрицательную: в группе возникает, как правило, "доминирующая" личность, которая в конце концов навязывает остальным участникам свое собственное мнение о проблеме. Лидер появляется по разным причинам: либо человек занимает высокую руководящую должность и некоторые члены группы от него зависят (пусть даже не прямо, а косвенно); либо он крупный авторитетный ученый, глава влиятельной научной школы; либо кто-то доминирует своими личными качествами — силой воли, неотразимым умственным воздействием, ораторским искусством.

При очном обсуждении происходят явления и противоположного характера: кое-кто из экспертов в ходе дискуссии убеждается, что ранее выдвинутые им идеи, мнения ошибочны, но по своей натуре он обидчив, не способен публично отказаться от собственных высказываний, поэтому такой эксперт в дальнейшем в обсуждении просто не участвует, как говорится, выходит из игры.

Появление, с одной стороны, лидера, самоисключение, с другой стороны, "обиженных" приводят в конечном счете к тому, что принятое решение, прогноз формируется фактически одним человеком, а выдается как решение коллективное, разработанное солидной группой уважаемых экспертов. Недопустимость такой "экспертизы" совершенно очевидна. Чтобы этого избежать, следует отдавать предпочтение заочным опросам, когда никто не оказывает давления на эксперта, да и пересматривать свое мнение совсем не обидно. С той же целью рекомендуется заочность связи с экспертами дополнять анонимностью их ответов. Если в ответе не указано, кто его составлял, можно ожидать, что его содержание окажется наиболее непредвзятым, объективным, на нем не отразятся ни

высокое положение автора, ни его стремление к лидерству, ни боязнь разоблачений за свои необычные идеи.

При любой форме опроса его организаторам необходимо заранее подготовить и сформулировать те вопросы, которые будут заданы экспертам — устно, в случае интервьюирования, или письменно, при анкетировании. От четкой, ясной, недвусмысленной формулировки вопросов во многом зависит удачное осуществление всей экспертизы. Отметим, прежде всего, наличие двух разновидностей вопросов: вопросы открытого типа, ответы на которые даются в произвольной форме, и вопросы закрытого типа с ответом заранее предусмотренной непроизвольной формы.

Открытый вопрос дает возможность эксперту построить свой ответ совершенно самостоятельно, без какой-либо регламентации.

Как открытые, так и закрытые вопросы имеют свои преимущества и недостатки. Нерегламентированная сущность открытых вопросов положительна тем, что в ответах могут полностью раскрыться знания, творческие возможности, даже догадки и интуиция специалистов. В вопросах закрытого типа все это сильно ограничивается. Но не следует забывать и другое. Полученные от группы экспертов ответы необходимо затем обработать и в результате вывести обобщенный, усредненный ответ на каждый из вопросов. Получение сводных групповых оценок при закрытых вопросах обычно не вызывает трудностей, а обобщать ответы на открытые вопросы иногда просто невозможно. Для окончательной формулировки прогноза желательно располагать экспертными оценками, выраженными усредненными цифрами, а по открытым вопросам такие оценки вряд ли можно получить. Чтобы сочетать достоинства двух типов вопросов, нередко в анкетах просят основной ответ выразить, скажем, количественно, но при желании дополнить его произвольными качественными соображениями относительно обсуждаемой проблемы.

6. Подбор экспертов

Эффективность метода экспертных опросов во многом зависит от подбора самих экспертов в группе, от ее состава по специальностям, профессиональным качествам, от личных особенностей, характеристик каждого из экспертов. Но все же главным следует считать компетентность эксперта, степень его квалификации в изучаемой и близких к ней областях знаний.

Составить группу из действительно компетентных специалистов сложно. Рекомендуется, например, прием, называемый принципом "снежного кома".

Составляется первый список специалистов, например, из 10 человек. Затем организаторы-консультанты обращаются к каждому из этих 10 специалистов с

одной просьбой: назвать 10 ведущих экспертов по интересующей нас области знаний. В полученных ответах будут, видимо, содержаться 10 фамилий исходного списка, но появятся и новые. Этих новых (уже второй тур) опять просят назвать 10 ведущих специалистов по проблеме; выявляют раньше не встречавшиеся фамилии и проводят с их обладателями третий тур. Ясно, что перечень возможных экспертов растет, как снежный ком. Завершается эта процедура сужением кома: если для опроса решено, скажем, составить группу из 15 экспертов, то в список включают те 15 фамилий, которые во всей массе ответов встречаются чаще других, т. е. набрали наибольшее число голосов.

Оценку компетентности экспертов по результатам этого метода можно дать исчислением относительных коэффициентов компетентности. По итогам опроса составим матрицу, в которой строки и столбцы обозначают фамилии специалистов, а в пересечениях проставляются переменные X_{ij}, причем

$$X_{ij}\begin{cases}1, & \text{если } j\text{-й эксперт назвал } i\text{-го эксперта;}\\ 0, & \text{если } j\text{-й эксперт не назвал } i\text{-го эксперта}\end{cases}$$

На основе матрицы для каждого эксперта исчисляются коэффициенты компетентности первого порядка по формуле:

$$K_i^1 = \frac{\sum_{j=1}^{n} X_{ij}}{\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} X_{ij}} \quad (i = 1,2,\ldots m).$$

Таким образом, в числителе подсчитывается сумма единиц (голосов), поданных за 1-го эксперта, и она делится на общую сумму всех единиц матрицы. Значит, коэффициент компетентности первого порядка равен доле всех голосов, которую получил 1-й эксперт.

Затем исчисляются относительные коэффициенты компетентности второго порядка:

$$K_i^2 = \frac{\sum_{j=1}^{n} X_{ij} K_j^1}{\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} X_{ij} K_j^1} \quad (i = 1,2,\ldots m).$$

К расчету уже подключены ранее полученные коэффициенты компетентности первого порядка, т. е. голос каждого эксперта оценивается уже не единицей, а величиной его собственного коэффициента компетентности. Чем компетентнее эксперт, тем больше вес его голоса за других экспертов.

Заменив в последней формуле у коэффициентов компетенции 2 на 3, а 1 на 2, получим выражение для расчета относительных коэффициентов компетентности третьего порядка. Рекомендуется последовательное исчисление коэффициентов компетентности все более высоких порядков, но следует учитывать

что после 3—4 этапов расчета относительные коэффициенты компетентности стабилизируются и вполне можно остановиться. Полученные коэффициенты используются затем для решения основных вопросов, связанных с формированием группы экспертов.

Есть и другие способы выявления наиболее компетентных экспертов. Один из них - способ самооценки. Претендентов просят оценить свою собственную компетентность в названных проблемах, например, по 5-балльной системе. Кандидаты на экспертизу, как правило, весьма солидные, честные и добросовестные ученые или практики, поэтому не следует опасаться, что они будут ставить себе исключительно "пятерки". Наряду с компетентностью можно попытаться оценить и другие свойства предполагаемых участников экспертизы.

Важным свойством является оригинальность и широта мышления, способность выдвигать и решать действительно творческие задачи, отсутствие профессиональной односторонности. Выделяется и конструктивность мышления, т. е. прагматический аспект, способность оценивать практические трудности и реальные возможности решения проблемы.

Целесообразно выявить отношение специалиста к экспертизе как вообще (верит ли в полезность и эффективность метода экспертных оценок), так и в частности (решение данного конкретного круга проблем).

Выделяется и такое качество, как конформизм — подверженность воздействию, влиянию всевозможных авторитетов, непостоянство, неустойчивость собственного мнения. Конформизм особенно негативно сказывается на экспертизе в форме открытой дискуссии. Здесь же приобретает особую роль такое качество, как психологическая совместимость в коллективе.

Можно отметить и такие положительные свойства, как искренность, непредвзятость мнений, гибкость, самокритичность.

С точки зрения качественного и количественного состава, формулируется определенная характеристика всей группы экспертов с двумя основными показателями: достоверность экспертизы и затраты на ее проведение. При небольшом числе экспертов в группе затраты будут невелики, но и достоверность экспертизы может оказаться совершенно недостаточной. С увеличением группы растут достоверность и затраты.

На количество экспертов в группе влияют и другие факторы, в частности способ опроса (очный или заочный). При групповом очном обсуждении излишне большая величина группы часто приводит к ее организационной неуправляемости, появлению "секций", большим сложностям для группы аналитиков. Не только общие рассуждения, но и экспериментальные исследования показали, что наиболее продуктивные результаты дискуссий обеспечиваются группами из 10—15 экспертов. При заочных опросах опрашиваться могут и сотни специалистов, но делается это довольно редко. Во-первых, по каждой серьезной

проблеме число настоящих специалистов обычно не измеряется сотнями, а лишь несколькими десятками. Во-вторых, не следует забывать и о таком немаловажном показателе, как затраты на экспертизу. С ростом числа экспертов затраты могут стать недопустимо большими.

Таким образом, на состав экспертной группы влияет довольно много факторов, вопрос решается специфически в каждом конкретном случае.

7. Коллективная генерация идей

Это характерный пример метода опроса экспертов в условиях их личных контактов. Его называют также методом мозговой атаки, мозгового штурма. Возник он в пятидесятые годы, получил широкое распространение в передовых государствах, как США и Япония. Основная цель метода — обеспечить появление новых идей, решений за счет хорошо организованного коллективного обсуждения проблемы.

На подготовительном этапе формируется группа участников мозговой атаки. Рекомендуется включать в нее не только узких специалистов по обсуждаемой проблеме, но и людей с достаточно широким диапазоном знаний, связанных с объектом изучения. Желательно привлекать экспертов, которые способны методически активизировать обсуждение, всесторонне анализировать общее состояние проблемы, постоянно выдвигать свои оригинальные идеи, быстро подхватывать и развивать идеи, предложенные другими. Группа генераторов идей образуется обычно в количестве 10—15 человек.

В процессе подготовки составляется краткая памятная записка для экспертов, в которой содержатся: приглашение принять участие в заседании, формулировка проблемной ситуации, центральный вопрос и подвопросы к обсуждению, просьба заранее подготовить некоторые свои предложения и идеи, основные правила проведения мозгового штурма.

Для реального проведения сеанса выделяется ведущий, функция которого состоит прежде всего в максимальном раскрытии и развитии творческой активности, инициативы, свободного порождения идей всеми участниками.

Ведущий открывает заседание, напоминает содержание памятной записки, знакомит с порядком проведения сеанса. На выступление эксперту дается обычно две-три минуты, поэтому идею нужно сформулировать и обосновать очень кратко. В ходе заседания каждый эксперт может выступать неоднократно, внося свои новые идеи и обсуждая другие. Метод мозговой атаки допускает только положительное обсуждение выдвигаемых идей; скептические замечания, критика, отклонение внесенных предложений категорически запрещаются (ведущий имеет право удалять критикующих с заседания). Все эти правила должны способствовать тому, чтобы сеанс действительно превращался в "ата-

ку", а не в полусонное бормотание нескольких членов группы с полным отстранением остальных (как обиженных за критику). Большая роль ведущего, особенно в начале заседания, когда нужно возбудить активность участников, "вести" их.

Обсуждение, тщательно фиксируемое стенографистками или магнитофоном, продолжается обычно от 15—20 до 40—45 минут, заканчивается вполне естественно — новые идеи больше не появляются. Их и так собирается достаточно много; специальные исследования эффективности метода показали, что групповые мозговые атаки выдвигают новых ценных идей на 70% больше, чем сумма идей экспертов того же состава, но работающих индивидуально.

Если участников заседания оказалось много, то предусмотрено право ведущего разделить их на две группы, выделив для второй группы другого ведущего. Иногда используют и такой прием: после кратковременного мозгового штурма в двух образовавшихся группах, каждая из них делится пополам и в ходе объявленного перерыва две половины разных групп меняются местами, а затем дискуссия продолжается. Это способствует лучшему выполнению одного из важнейших правил метода: количество и разнообразие выдвигаемых идей должно быть как можно больше.

На следующем этапе результаты сеанса подвергаются всесторонней обработке. Высказанные идеи систематизируются, классифицируются по группам в соответствии с выделенными признаками, одновременно отбрасываются явно неприемлемые и невыполнимые предложения. Затем систематизированные идеи подвергаются глубокому анализу уже другой группой специалистов — аналитиков, которым, в отличие от участников штурма, критика выдвинутых предложений не только не запрещается, но и полностью рекомендуется.

Аналитики проводят критический анализ высказанных идей, оценивают их новизну, полезность, осуществимость, по ходу дела выдвигают и контриден. Результатом этого процесса становится окончательный список идей, решений, которые теоретически наиболее новы, интересны, эффективны и практически приемлемы.

Даже это краткое описание метода мозгового штурма позволяет понять, что наиболее целесообразно использовать его в тех случаях когда в ходе подготовки прогноза выявляется явная нехватка новых идей, светких соображений, творческих подходов к поставленной проблеме. Более конкретно речь может идти о сессиях коллективной генерации идей, результаты которых распределяются по таким группам:

- получение окончательных обоснованных ответов на поставленные вопросы;
- формирование развернутого плана решения соответствующей задачи;

• выявление комплекса идей, целесообразных и эффективных для решения поставленной проблемы;

• формулировка новых, до этого неизвестных аспектов рассматриваемой проблемы.

Все это способствует правильности прогнозов, для обеспечения которой как раз необходимым условием является установление полной области возможных вариантов развития прогнозируемого процесса.

8. Метод Дельфы

Метод разработан в шестидесятые годы в американской консультативной фирме "РЭНД Корпорэйшн". Название его образно условное, оно напоминает о знаменитых с древних времен дельфийских оракулах. Метод нашел применение в ряде стран, особенно при исследовании проблем научно-технического прогресса.

Отличительными особенностями метода Дельфы являются полная заочность и анонимность опроса экспертов, проведение опроса в несколько туров, задействование обратной связи, когда перед каждым (кроме первого) туром эксперты получают подробную информацию о результатах тура предыдущего.

Вначале экспертам рассылаются анкеты, в которых формулируется проблема, содержится инструктаж о порядке проведения опроса и дается перечень вопросов, требующих четких количественных, реже качественных ответов. Свои ответы эксперт не подписывает, отсылает по почте или, если есть техническая возможность, передает через внешние устройства в память определенной ЭВМ.

Получив ответы экспертов, организаторы опроса обрабатывают их, определяют групповые оценки, содержащие как среднюю величину, так и крайние значения. Полученные оценки предназначены в основном не для итоговых выводов, а для информирования экспертов во втором туре.

Второй тур проводится примерно через месяц после первого. Экспертам снова рассылают вопросники — те же, что ранее, или несколько переработанные. К ним прилагаются описания результатов первого тура — как средние, так и крайние характеристики ответов на каждый вопрос. Эксперта просят снова ответить на вопросы с учетом материалов первого тура. При этом менять ответ совершенно необязательно. Эксперт может сохранить свою прежнюю оценку, его только просят дать словесное обоснование своей позиции, особенно в том случае, когда она была и остается на уровне крайних величин.

Результаты второго тура снова обрабатываются и обобщаются. Конечно, новые ответы являются в большинстве своем более продуманными, обоснованными, чем первые. Эксперт не может игнорировать мнение своих коллег, а это

как бы повысит его собственную компетентность. И хотя отдельные ответы останутся на прежнем, даже крайнем уровне, общая закономерность почти всегда одинакова: разброс, расхождение мнений в первом туре обычно весьма велики, а во втором туре они заметно сокращаются, оценки сближаются.

К третьему туру эксперты снова получают вопросы и информацию об итогах второго тура: средние и крайние значения ответов, а также аргументы, выдвинутые в пользу последних. Эксперт вновь анализирует свою позицию и фиксирует пересмотренные оценки. Опять далеко не все откажутся от крайних позиций, но в целом мнения еще больше сблизятся. Если расхождение оценок после третьего тура можно считать несущественным, то опрос заканчивается, если же требуется дальнейшее уточнение мнений экспертов, то проводится еще четвертый тур. Групповые оценочные характеристики заключительного тура оформляются как результат всей экспертизы.

Итак, метод Дельфы позволяет выявить обоснованное преобладающее мнение специалистов по интересующей нас проблеме в обстановке, когда личная дискуссия (и давление авторитетов) не происходит, но каждый эксперт периодически взвешивает свои оценки с учетом позиции и аргументации других. К преимуществам заочного опроса добавляются некоторые плюсы открытых дискуссий, что несвойственно простому анкетированию.

Метод Дельфы имеет и недостатки, основным из которых является слишком большая затрата времени на проведение трех-четырех туров экспертизы. Выход состоит в создании автоматизированной системы сбора и обработки информации на базе ЭВМ. ЭВМ с внешними терминальными устройствами обеспечивает каждому эксперту возможность получения и передачи информации при сохранении анонимности. Программа для ЭВМ предусматривает выдачу вопросов экспертам, сбор ответов, их обработку, запрос у экспертов аргументации, предоставление им аргументов и других необходимых сведений, анализ и обработку результатов опроса. Естественно, что при автоматизации происходит резкое сокращение процесса многомесячного ручного опроса экспертов.

Разработаны некоторые модификации метода Дельфы, из которых отметим метод ЗЕЕК — система оценки и обзора события, основные особенности которого состоят в следующем.

Метод ЗЕЕК применялся для прогнозирования на 15 лет техники обработки информации. Предусмотрены лишь два тура опроса, причем разных групп экспертов. Первый тур охватывает группу специалистов фирм — производителей технических средств и математического обеспечения, группа второго тура включает экспертов — специалистов высшей квалификации по проблемам информатики, работающих в организациях, которые принимают решения, а также ученых.

В первом туре составляется банк данных об ожидаемых достижениях и новых разработках в отрасли. Эксперты оценивают желательность событий для потребителя, технические и экономические возможности и вероятные сроки совершения событий.

Вторая группа экспертов уже во втором туре осуществляет переоценку и обогащение банка данных, выявляет наиболее важные события, их взаимное влияние и совершенствует технический прогноз. Формируется список потенциально возможных и желательных событий. Список событий кладется в основу графа взаимодействия процедур достижения долгосрочных, среднесрочных и краткосрочных целей. Граф предоставляется уже потребителю, т. е. учреждению, которое осуществляет планирование научно-технического развития в изучаемой области.

9. Обработка результатов опроса

Уже отмечалось, что в качестве общегруппового мнения часто используют средние величины, но при этом не забывают отразить и степень отклонений от средних. Применение статистических средних как результатов опроса наиболее оправдано тогда, когда проблема относится к числу достаточно изученных, характеризуется надежной информацией. Тогда появляется уверенность, что усреднение экспертных оценок как раз и приближает нас к оценке истинной. Но изучаться может и проблема, ранее почти не известная, по которой информационная база не накоплена. В таких случаях мнения экспертов обычно заметно расходятся, истинным может оказаться как раз одно из ушедших от середины мнений, поэтому подводить результаты опроса лучше качественными, а не статистическими методами. Запомнив это, вернемся к статистике.

Один из простейших вариантов количественных ответов экспертов — это ранжирование объектов, когда нужно указать, какой объект занимает, по мнению эксперта, первое место, какой второе и т. д. Обратимся к примеру. Изучается на перспективу проблема экономии материальных ресурсов. Чтобы разработать систему конкретных мероприятий по экономии, надо прежде всего охватить, сформулировать перечень основных направлений для решения этой проблемы.

Предположим, что на основе как практического опыта, так и литературных источников был составлен перечень "Основные направления экономии материальных ресурсов", приведенный в рис. 10.

Как видим, основных направлений оказалось 16. Теперь в интересующей нас производственной системе предстоит составить конкретный перспективный план организационно-технических мероприятий по экономии ресурсов. На реализацию такого плана потребуются затраты труда, средств, времени. Желатель-

но, при меньших затратах получить возможно больший эффект. А для этого необходимо знать, какие из 16 приведенных направлений наиболее важны, наиболее эффективны в условиях нашей производственной системы. Значит, требуется эти направления ранжировать, ведь их номера в табл.1 чисто порядковые, рангами они не являются.

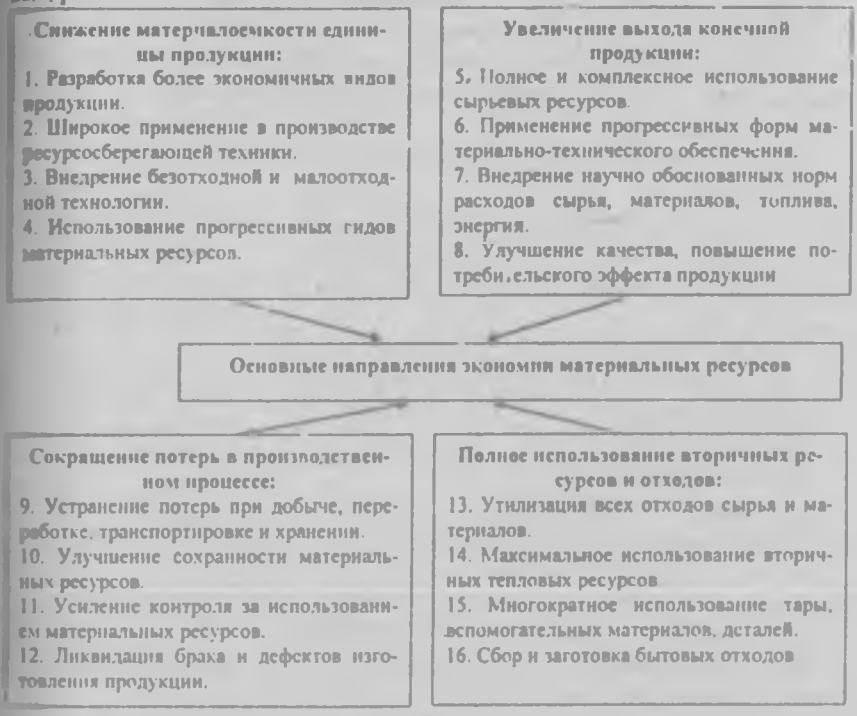

Рис.10. Направления экономии материальных ресурсов

Предположим, подобрана группа из 10 экспертов. Каждый из них получил перечень из 16 направлений и его задача — расположить эти направления по степени их важности, эффективности (в наших конкретных условиях) и соответственно пронумеровать, ранжировать.

Ясно, что разными экспертами направления будут упорядочены по-разному, но нужно получить обобщенные оценки. Составляется сводная таблица ранжирования направлений всеми десятью экспертами. Допустим, начало ее выглядит так, как показано в табл. 1. В каждой строке (по каждому направлению) вычисляется сумма мест, записанная в предпоследнем столбце.

Как видим, направление № 1 "Разработка более экономичных видов продукции" тремя экспертами поставлена на 1-е место (из 16), четырьмя экспертами - на 2-е, двумя - на 3-е, одним - на 4-е место. В сумме это дает 21 место на 10 экспертов. Направление № 3 "Внедрение безотходной и малоотходной технологии" также получило высокие ранги, причем сумма мест составила 18 - меньше, чем направление № 1. Поэтому в графе "Окончательный ранг" место направления № 3 будет выше, чем направления № 1, а какими именно окажутся эти места, будет зависеть от суммы мест для каждого из 16 направлений.

Таблица 1

Результаты ранжирования направлений экономии ресурсов

№ п/п	Направление	Эксперты										Сумма мест
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1.	Разработка более экономичных видов продукции	3	1	2	2	1	4	1	2	3	2	21
2.	Широкое применение в производстве ресурсосберегающей техники	5	6	5	7	4	6	7	5	6	4	55
3.	Внедрение безотходной и малоотходной технологии	1	2	3	1	2	2	3	1	2	1	18

В общем имеем по типу величин из табл. 1 матрицу ранжировок Г1, где 1- индекс объектов (в нашем примере - направлений экономии ресурсов), 1=1, 2,..., *n*; *j*—индекс экспертов, *i*=1, 2,..,т. Для каждого *i*-го объекта определяется сумма рангов (мест):

$$r_i = \sum_{j=1}^{m} r_{ij} \qquad i = 1,2,\ldots,n.$$

В конечном счете упорядочение объектов производится по цепочке:

$$r_1 \leq r_2 \ldots \leq r_n.$$

Ранжирование можно несколько усовершенствовать с учетом компетентности экспертов. Если для *j*-го эксперта известен коэффициент компетентности K_j, то:

$$r_i = \sum_{j=1}^{m} r_{ij} K_j \qquad i = 1,2,\ldots,n.$$

Перейдем к приемам обобщения экспертных ответов, содержащих количественную оценку изучаемого явления или процесса. Эта оценка может быть выражена размерной величиной, баллом, вероятностью, процентом, годом

Наиболее известным и распространенным способом "усреднения" однотипных величин является определение средней арифметической. Однако методы экспертных оценок, в частности, метод Дельфы предусматривают использование для обобщенной оценки так называемой медианы, а не средней арифметической. Если составить из экспертов упорядоченный ряд с возрастанием величины установленных ими оценок, то медианой будет величина оценки, относящаяся к среднему в этом ряду эксперту. Предположим, что мы обратились к трем экспертов с просьбой указать год, когда начнется реализация важного научного технического достижения. Было названо: 1-й эксперт — 2010 г., 2-й эксперт — 2000, г., 3-й эксперт — 2050 г. Упорядоченный ряд выглядит так: 2000 г., 2010 г., 2050 г.

Средним в этом ряду экспертом назван 2010 год, он и является медианой и служит обобщенной оценкой мнения трех экспертов.

Разумеется, из трех указанных лет можно найти и среднюю арифметическую величину, она составит:

$$\frac{2000 + 2010 + 2050}{3} = 2020 .$$

Значит, если судить по средней арифметической, то интересующее нас событие произойдет в 2020-м году. Но заметим, что этот год не был назван ни одним из экспертов. К тому же оценка — 2020 г. оказалась заметно "сдвинутой" от мнений 1-го и 2-го экспертов из-за того, что 3-й эксперт проявил может быть излишнюю осторожность и назвал резко отличную от мнений своих коллег цифру. Медиана как раз и лишена этих двух недостатков средней арифметической: она (медиана) совпадает с мнением конкретного эксперта и на нее не влияют резко отклоняющиеся от общего мнения оценки. Ведь если бы 3-й эксперт назвал даже 2100-й год, то медиана все равно составила бы 2010 год, а средняя арифметическая (2036,7) вообще потеряла бы смысловое значение.

С учетом изложенного можно уточнить описание процедуры опроса по методу Дельфы. Во втором туре экспертам сообщают полученные по итогам первого тура значения медианы, первой и третьей квартилей и просят пересмотреть свои оценки, особенно если они оказались меньше первой квартили или больше третьей. При отказе изменить оценку эксперт должен его обосновать. В третьем туре экспертам сообщают медиану и квартили второго тура, аргументацию по поводу экстремальных оценок, и процедура повторяется. Возможен, как уже отмечалось, и четвертый тур. Медиана по итогам последнего тура считается групповым мнением всего коллектива экспертов.

ГЛАВА III. ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В ПРОГНОЗИРОВАНИИ

1. Общие определения

Модели экстраполяции характеризуются тем, что изменение прогнозируемого показателя исследуется в них в зависимости только от времени. Но время само по себе не является причинным фактором, определяющим величину этого показателя, хотя оно и "вбирает" в себя воздействие многих факторов. Представляется естественным явное введение в модели действительных факторов, отражающих причинно-следственные взаимосвязи в прогнозируемых процессах. Это приводит к разработке эконометрических моделей.

В общем смысле эконометрическая модель представляет собой систему уравнений (в основном уравнений регрессии), которые отображают взаимозависимости всевозможных показателей, факторов, характеристик сложного объекта прогнозирования. Эти взаимозависимости в эконометрической модели определены в результате статистических изменений, что существенно отличает ее, скажем, от нормативно-целевой модели. В экономической модели исследуем математически "как оно происходит", в нормативно-целевой —"как оно должно происходить". Такие различия уже подчеркивались при рассмотрении классификации методов прогнозирования.

В дальнейшем перейдем к более подробному анализу систем эконометрических уравнений, пока же остановимся на частном случае одного уравнения. Наиболее распространенным в научных и прикладных исследованиях эконометрического уравнения является производственная функция. Цель построения производственных функций — количественно оценить, измерить характер и степень влияния различных факторов на результат процесса производства.

Одним из наиболее важных направлений использования аппарата производственных функций является анализ эффективности ресурсов производства. С помощью производственных функций можно исследовать эффективность трудовых затрат, производственных фондов, природных и других ресурсов не изолированно, а в их взаимодействии, выявить границы взаимозаменяемости ресурсов и наиболее рациональные их пропорции с точки зрения конечного результата производства. Широкие возможности открывают производственные функции для анализа научно-технического прогресса и его влияния на общественное производство, на общие темпы экономического развития. Существенную роль играют производственные функции как инструмент прогнозирования конечных результатов производственной деятельности. На основе анализа количественного роста и повышения эффективности ресурсов общественного производства, типа и темпа научно-технического прогресса производственные

функций дают возможность рассчитать прогнозируемые величины национального дохода и других результативных экономических показателей как на ближайшую, так и достаточно отдаленную перспективу.

С учетом содержания изучаемой зависимости, целей и задач исследования применяются различные формы производственных функций. В простейшем случае изменение результативного показателя ставится в зависимость от изменения одного из показателей-факторов (например, изучается влияние глубины орошения на урожайность культуры). Тогда производственная функция представляет собой уравнение $y=f(x)$ с двумя переменными — независимой x (показатель—фактор) и зависимой y (результативный показатель).

Чаще строятся многофакторные производственные функции, позволяющие измерить характер и силу совместного, комбинированного влияния нескольких показателей-факторов $x_1, x_2, \ldots, x_n$ на величину изучаемого результативного показателя y производственной деятельности. Уравнение многофакторной производственной функции имеет общий вид:

$$y = f(x_1, x_2, \ldots, x_n).$$

Наличие неучтенных факторов и неоднозначность действия учтенных делают производственную функцию лишь функцией в статистическом смысле, соответственно и в аппарате исследования - использование методов математической статистики.

2. Основные характеристики производственной функции

Экономико-математическое исследование производственных функций позволяет получить ряд показателей, связанных с содержанием и формой функции и дающих широкие возможности для анализа и выводов о характере изучаемой зависимости.

Рассмотрим эти показатели вначале на примере одной из распространенных производственных функций — функции Кобба-Дугласа.

Предположим, что в масштабах народного хозяйства изучается зависимость величины созданного общественного продукта от двух важнейших факторов: совокупных затрат живого труда в материальном производстве и суммарного объема применяемых производственных фондов. Зависимость исследуется с помощью производственной функции вида:

$$y = a_0 x_1^{a_1} x_2^{a_2} \qquad (1)$$

Здесь y, x_1, x_2 — переменные величины, причем y обозначает величину общественного продукта, x_1 — затраты труда, x_2 — объем производственных фондов (обычно y и x_2 измеряются в стоимостных единицах, x_1 — в человеко-часах или количестве среднегодовых работников). Величины a_0, a_1, a_2 — это

параметры (постоянные величины, константы) производственной функции; их конкретные числовые значения определяются на основе статистических данных с помощью корреляционных методов. Забегая несколько вперед, отметим, что в соответствии со своим экономическим содержанием коэффициенты регрессии a_1 и a_2 по величине заключены внутри интервала от нуля до единицы, т. е. для функции (1) соблюдается условие $0 < a_i < 1$, где $i=1,2$.

По своей математической форме уравнение (1) является степенной функцией, если функция становится линейной. Действительно, прологарифмировав выражение (1), имеем линейно-логарифмическое уравнение

$$\log y = \log a_0 + a_1 \log x_1 + a_2 \log x_2 . \qquad (2)$$

Прежде всего определим на основании производственной функции (1) показатель производительности труда как отношение величины общественного продукта к совокупным затратам труда. Имеем:

$$\frac{y}{x_1} = a_0 x_1^{a_1 - 1} x_2^{a_2} . \qquad (3)$$

Выражение (3) характеризует среднюю производительность труда, т.е. показывает среднее количество продукции, приходящееся на единицу отработанного времени. Поскольку коэффициент a_1 больше нуля и меньше единицы, показатель степени $(a_1 - 1)$ при x_1 в правой части уравнения (3) является отрицательной величиной, следовательно, с увеличением затрат труда (величины x_1) средняя производительность труда снижается.

Заметим, что согласно уравнению (3) производительность труда снижается с ростом трудовых затрат лишь при прочих равных условиях, т. е. при неизменном объеме других ресурсов, в том числе производственных фондов x_2. Увеличение используемых производственных фондов, как показывает уравнение 3, ведет к росту производительности труда.

В анализе производственных функций наряду со средними показателями существенную роль играют предельные величины. Так, предельная производительность труда показывает, сколько дополнительных единиц продукции приносит дополнительная единица затраченного труда. Уравнение предельной производительности труда для функции (1) есть частная производная выпуска продукции по затратам труда:

$$\frac{dy}{dx_1} = a_0 a_1 x_1^{a_1 - 1} x_2^{a_2} . \qquad (4)$$

Из выражения (4) следует, что предельная производительность труда, так же как и средняя, зависит от общей величины трудовых затрат x_1 и объема используемых производственных фондов x_2. С увеличением затрат труда при неизменных фондах предельная производительность труда снижается. С увеличением объема фондов предельная производительность труда возрастает.

Сопоставляя выражения (3) и (4), получим:

$$\frac{dy}{dx_1} = a_1 \frac{y}{x_1}. \qquad (5)$$

Поскольку $0 < a_1 < 1$, можно сделать вывод, что в производственной функции вида (5) предельная производительность труда всегда ниже средней выработки.

Наряду с исчислением абсолютного прироста продукции на единицу прироста затрат представляет интерес определение показателя, характеризующего относительный прирост объема производства на единицу относительного увеличения ресурсов труда. Для этой цели необходимо предельную производительность труда разделить на объем продукции y и умножить на величину трудовых затрат x_1. Пользуясь выражением (5), легко получим:

$$\frac{dy}{dx_1} \cdot \frac{x_1}{y} = a_1. \qquad (6)$$

Полученный показатель называется эластичностью выпуска продукции по затратам труда. Он показывает, на сколько процентов увеличивается выпуск при увеличении затрат труда на 1%. Как видим, в отличие от абсолютной предельной производительности труда относительная предельная производительность от объемов ресурсов не зависит и при любом их сочетании увеличение трудовых затрат на 1% приводит к росту объема производства на a_1%. Этот вывод относится, конечно, не ко всем производственным функциям вообще, а только к рассматриваемой функции вида (1).

Аналогичные показатели можно рассчитать по отношению ко второму фактору функции (1) — производственным фондам. Объем продукции в расчете на единицу используемых фондов назовем фондоотдачей и определим прежде всего среднюю фондоотдачу из выражения (1):

$$\frac{y}{x_1} = a_0 x_1^{a_1 - 1} x_2^{a_2}. \qquad (7)$$

Уравнение (7) показывает, что средняя фондоотдача всегда увеличивается с увеличением ресурсов труда (при неизменных фондах) и уменьшается с увеличением самих фондов (при неизменных трудовых ресурсах).

Показатель предельной фондоотдачи определяется как частная производная выпуска продукции по объему фондов:

$$\frac{dy}{dx_1} = a_0 a_2 x_1^{a_1} x_2^{a_2 - 1}. \qquad (8)$$

Предельная фондоотдача отличается от средней лишь сомножителем a_2. Поскольку положительный коэффициент a_2 меньше единицы, предельная фондоотдача в производственной функции (1) всегда ниже средней.

Относительная предельная фондоотдача или эластичность выпуска продукции по объему производственных фондов определяется выражением:

$$\frac{dy}{dx_2} \cdot \frac{x_2}{y} = a_2. \qquad (9)$$

Как и по отношению к затратам труда, эластичность выпуска по фондам есть величина постоянная, равная коэффициенту регрессии a_2.

Производственная функция позволяет рассчитать (в частности, для вариантов прогноза) потребность в одном из ресурсов при заданных объеме производства и величине другого ресурса. Из уравнения (1) следует, что потребность в ресурсах труда равна:

$$x_1 = \left(\frac{y}{a_0 x_2^{a_2}}\right)^{\frac{1}{a_1}}.$$

Аналогично определяется потребность в фондах при заданных объеме продукции и ресурсах труда.

До сих пор были рассмотрены показатели, каждый из которых относился к одному из ресурсов. Производственная функция позволяет исследовать и вопросы соотношения, замещения, взаимодействия ресурсов. Рассчитав отношение x_2 к x_1, найдем такой важный экономический показатель, как фондовооруженность труда. В известном смысле взаимодействующие ресурсы могут замещать друг друга. Это означает, что единицу одного ресурса можно было бы заменить некоторым количеством другого ресурса так, что объем производства при этом не изменится. На основе производственной функции можно рассчитать предельную норму замещения ресурсов. Так, предельная норма замещения затрат труда производственными фондами для функции вида (1) равна:

$$\frac{dx_2}{dx_1} = -\frac{a_1 x_2}{a_2 x_1}. \qquad (10)$$

Правая часть выражения (10) по абсолютной величине равняется частному от деления предельной производительности труда (4) на предельную фондоотдачу (8). Это и понятно: если предельный продукт в расчете на единицу одного фактора, скажем, вдвое больше предельного продукта на единицу другого фактора, то и предельная норма замещения первого фактора вторым равна 2. Знак минус в выражении (10) означает, что при фиксированном объеме производства увеличению одного ресурса соответствует уменьшение другого.

Как видим, предельная норма замещения ресурсов для функции (1) зависит не только от параметров a_1 и a_2, но и от соотношения объемов ресурсов. Чем выше фондовооруженность труда, тем выше и норма замещения затрат живого труда производственными фондами.

Важной характеристикой производственной функции вида (1) является также сумма коэффициентов эластичности выпуска по затратам, т. е. величина $A = a_1 + a_2$. Уже отмечалось, что значение каждого из этих коэффициентов лежит внутри промежутка от нуля до единицы. Экономически такое предположение вполне оправдано. Действительно, если бы, например, коэффициент a_1 был отрицательным, это означало бы, что с увеличением объема трудовых затрат объем продукции абсолютно снижается. Нереально и допущение, что коэффициент a_1 равен или больше единицы: это означало бы, что увеличение только трудовых ресурсов, скажем, в два раза при неизменном количестве остальных производственных ресурсов обеспечивает прирост продукции в два раза (если $a_1 = 1$) или даже более чем в два раза (если $a_1 > 1$). Аналогичные соображения относятся и к величине коэффициента a_2.

Но хотя каждый из коэффициентов a_1 и a_2 меньше единицы, их сумма A может быть меньше, равна или больше единицы. Эта сумма показывает эффект одновременного пропорционального увеличения объема как ресурсов труда, так и производственных фондов. Предположим, что объем каждого из ресурсов увеличивается в m раз. Тогда в соответствии с функцией (1) новый объем продукции y^* составит:

$$y^* = a_0(mx_1)^{a_1}(mx_2)^{a_2} = m^{a_1+a_2}a_0x_1^{a_1}x_2^{a_2} = m^A y.$$

Итак, при расширении масштабов производства (пропорциональном увеличении обоих ресурсов) можно в зависимости от величины $A = a_1 + a_2$ получить три прогнозных варианта результатов:

1. Если $A = 1$, то увеличение ресурсов в m раз приводит к увеличению объема производства также в m раз. Экономически это отвечает предположению, что, скажем, удвоение числа предприятий какой-либо отрасли приводит и к удвоению выпускаемой отраслью продукции. Нередко условие $A=1$ ставится заранее при исчислении параметров производственной функции. Функция (1) в этом случае является так называемым однородным уравнением первой степени.

2. Если $A > 1$, то увеличение ресурсов в m раз приводит к росту объема продукции более чем в m раз. Экономически в этом случае можно говорить о положительном эффекте расширения масштабов производства.

3. Если $A < 1$, то увеличение ресурсов в m раз приводит к возрастанию объема производства менее чем в m раз. В этом случае имеет место отрицательный эффект расширения масштабов или укрупнения производства.

Производственные функции исследуются не только в статическом виде, но и в динамическом варианте, когда некоторые либо все переменные величины и параметры модели рассматриваются как функции времени. Приведем динамизированный вариант функции Кобба-Дугласа, при котором все переменные и параметр a_0 зависят от времени t. Тогда на основе выражения (1) имеем:

$$y(t) = a_0(t)[x_1(t)]^{a_1}[x_2(t)]^{a_2}. \qquad (11)$$

Динамизированная функция наряду с анализом всех показателей, исчисляемых и в статистическом случае, позволяет исследовать закономерность изменения и взаимосвязи показателей во времени. Определим темпы прироста показателей функции (11) как отношения приращений этих показателей во времени к их абсолютному уровню. Обозначая темпы прироста через g, получим следующие выражения для темпов прироста переменных во времени показателей уравнения (11):

$$g_y = \frac{dy}{dt}\cdot\frac{1}{y},\quad g_{a_0} = \frac{da_0}{dt}\cdot\frac{1}{a_0},\quad g_{x_1} = \frac{dx_1}{dt}\cdot\frac{1}{x_1},\quad g_{x_2} = \frac{dx_2}{dt}\cdot\frac{1}{x_2}.$$

Продифференцировав выражение (11) по времени, определив частные производные выпуска y, произведя другие математические преобразования, окончательно получим зависимость:

$$g_y = g_{a_0} + a_1 g_{x_1} + a_2 g_{x_2}. \qquad (12)$$

Это уравнение устанавливает простую зависимость темпа прироста выпуска продукции от темпов прироста обоих ресурсов и параметра a_0. Исследование подобных соотношений представляет значительный интерес не только для анализа происшедших изменений в экономике, но и для целей планирования и прогнозирования экономического развития.

3. Виды производственных функций

Анализ конкретной производственной функции вида (1) позволяет сделать некоторые общие замечания и выводы. Производственная функция дает количественную характеристику влияния на результат производства различных показателей-факторов, в том числе трудовых затрат, производственных фондов, используемых земельных площадей и т. д. В рамках производственной функции изучается взаимодействие факторов, мера их замещения, определяются аналитические показатели, в числе которых предельная эффективность факторов, предельная норма замещения ресурсов и др.

Учитывая характеристики, полученные ранее для функции вида (1), дадим обобщенное описание производственной функции. При n показателях-факторах производственная функция имеет общий вид:

$$y = f(x_1, x_2, \ldots, x_n)$$

В процессе анализа производственной функции получают ряд важных расчетных показателей. Для любого ресурса i можно определить его среднюю производительность (отдачу, эффективность) при фиксированных объемах остальных ресурсов:

$$\frac{y}{x_i} = \frac{f(x_1, x_2, \ldots x_n)}{x_i}$$

Предельная производительность (отдача, эффективность) *i*-го ресурса, характеризующая приращение результата производства на единицу приращения i-го ресурса, определяется выражением:

$$\frac{dy}{dx_i} = f_{x_i}'(x_1, x_2, \ldots x_n)$$

Обычно представляет интерес выяснение характера изменения предельной производительности с изменением объема i-го ресурса при неизменном объеме других ресурсов. Для этого можно рассчитать вторую частную производную зависимой переменной *y* по *i*-му ресурсу:

$$\frac{d^2y}{dx_i^2} = f_{x_i}''(x_1, x_2, \ldots x_n).$$

Если эта производная положительна, то предельная отдача i-го ресурса возрастает; если вторая производная отрицательна, то предельная производительность является убывающей; в случае знакопеременной производной кривая предельной отдачи фактора имеет восходящий и нисходящий участки, причем в некоторой точке достигается максимум предельной производительности. Для отыскания точки максимума достаточно приравнять вторую производную к нулю:

$$f_{x_i}''(x_1, x_2, \ldots x_n) = 0.$$

Характеристику относительного изменения результата производства на единицу относительного изменения затрат *i*-го ресурса дает показатель эластичности выпуска по затратам *i*-го ресурса:

$$E_i = \frac{dy}{dx_i} \cdot \frac{x_i}{y} = \frac{x_i f_{x_i}(x_1, x_2, \ldots, x_n)}{f(x_1, x_2, \ldots x_n)}.$$

Потребность в *i*-м ресурсе как функция величины выпуска и объемов других ресурсов определяется выражением $x_i = f(y, x_1, x_2, \ldots x_n)$.

Для любой пары ресурсов *i* и *j* можно определить предельную норму h_{ij} замещения *j*-го ресурса *i*-м ресурсом. Эта норма равна взятому со знаком минус отношению предельных производительностей *j*-го и *i*-го ресурсов:

$$h_{ij} = \frac{dx_i}{dx_j} = -\frac{dy/dx_j}{dy/dx_i}.$$

При выборе вида производственной функции необходимо учитывать закономерности изменения средних и предельных продуктов, норм замещения, коэффициентов эластичности. Нередко приемлемую, на первый взгляд, форму функции приходится отвергать, так как соответствующие ей уравнения указанных показателей противоречат выводам качественного экономического анализа или наблюдаемым тенденциям.

Рассмотрим некоторые типичные виды производственных функций и соответствующие им производные показатели.

Вначале обратимся к однофакторным функциям, в которых результат производства (зависимая переменная) ставится в зависимость от единственной независимой переменной. Последняя обозначает либо суммарные производственные затраты, выраженные в рублях, либо затраты какого-то специфического ресурса, особенно в производственных функциях, основанных на экспериментальных данных, когда по самим условиям опыта варьирует лишь один вид затрат (например, внесение удобрений) при неизменной величине всех остальных ресурсов.

Простейшей формой однофакторной производственной функции является линейное уравнение вида $y = a_0 + a_1x$. При этой форме зависимости предельная производительность ресурса является постоянной величиной, равной коэффициенту a_1.

Однофакторная производственная функция может быть, конечно, и нелинейной, включая такие формы, как квадратическая, кубическая, гиперболическая, степенная, показательная, экспоненциальная и др.

Производственная функция, включающая не один, а несколько показателей-факторов, позволяет измерять характер и силу их совместного влияния на результативный производственный показатель. Многофакторная функция позволяет исследовать и влияние каждого фактора в отдельности, но уже с учетом действия других факторов, тогда как однофакторная функция игнорирует, по сути дела, прочие факторы. Применение многофакторных производственных функций расширяет круг аналитических показателей за счет появления показателей замещения ресурсов. Рассматривая виды многофакторных функций, будем ограничиваться пока лишь двумя факторами, имея в виду, что увеличение их числа делает все выкладки более громоздкими, ничего не меняя в принципиальном отношении.

Как и в однофакторном случае, простейшим уравнением многофакторной производственной функции является линейное уравнение, имеющее для двух факторов вид:

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2. \qquad (13)$$

Показатели производительности определим для первого ресурса, имея в виду, что точно так же они определяются и для второго ресурса. Средняя производительность характеризуется соотношением

$$\frac{y}{x_1} = \frac{a_0 + a_1x_1 + a_2x_2}{x_1} = a_1 + \frac{a_0 + a_2x_2}{x_1}$$

Средняя производительность с ростом x_1 снижается по гиперболическому закону, асимптотически приближаясь к величине a_1.

Предельная производительность первого ресурса постоянна и равна коэффициенту при x_1:

$$\frac{dy}{dx_1} = a_1.$$

Эластичность выпуска по затратам первого ресурса определяется выражением:

$$E_1 = \frac{dy}{dx_1} \cdot \frac{x_1}{y} = \frac{a_1 x_1}{a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2}.$$

Эластичность положительна (при положительных параметрах уравнения) и возрастает от нуля при $x_1 = 0$ до значений, близких к единице, при неограниченном увеличении x_1.

Определим из уравнения (13) потребность в ресурсе первого вида:

$$x_1 = \frac{y - a_0 - a_2 x_2}{a_1}.$$

Предельная норма замещения первого ресурса вторым определяется отношением:

$$\frac{dx_2}{dx_1} = -\frac{dy/dx_1}{dy/dx_2} = -\frac{a_1}{a_2}.$$

Как видим, линейная производственная функция вида (13) характеризуется постоянной нормой замещения, не зависящей от объемов и соотношения ресурсов. Ресурсы могут в постоянной пропорции замещать друг друга без всяких ограничений. Даже при равенстве одного из ресурсов нулю можно получить любую величину выпуска за счет увеличения «затрат другого ресурса». В связи с этим свойством линейная форма производственной функции часто оказывается непригодной при моделировании реальных зависимостей.

Многофакторная производственная функция часто строится в форме степенного уравнения. Характеристики такой двухресурсной функции Кобба-Дугласа нами рассмотрены выше.

Производственные функции различаются не только по их математической форме, но и по экономическому содержанию, охвату объектов исследования. Наряду с моделями народнохозяйственного масштаба разрабатываются производственные функции отраслей, регионов, объединений и предприятий. Приведем для примера рассчитанную по статистическим данным за 1965—1998 годы производственную функцию зависимости объема чистой продукции y химической и нефтехимической промышленности Узбекистана от численности x_1 промышленно-производственного персонала отрасли, объема x_2 ее материальных затрат и времени t:

$$y = 3.1772 \cdot x_1^{1.0497} \cdot x_2^{0.1336} \cdot t^{0.2336}$$

Кроме рассмотренных функций типа "затраты-выпуск" исследуется и применяется в планировании и прогнозировании широкий круг производственных функций, моделирующих такие показатели, как производительность труда, себестоимость продукции, прибыль и рентабельность, фондоотдача, урожайность сельскохозяйственных культур, продуктивность животноводства и др.

4. Системы эконометрических уравнений

Сложность и многогранность производственных взаимосвязей, объектов анализа и прогнозирования, специфика конкретной производственной структуры или особые цели и формы исследования часто обусловливают необходимость представления производственной функции не одним уравнением, а в виде системы уравнений.

Системы эконометрических уравнений можно условно подразделить на три вида.

К первому виду относятся системы независимых уравнений, каждое из которых решается самостоятельно, вне зависимости от других уравнений, но все они рассматриваются совместно в рамках единой экономико-математической модели, предназначенной для анализа, планирования или прогнозирования производства. Иными словами, интересы исследования производства в целом требуют совместного рассмотрения ряда функций, каждая из которых может характеризовать лишь одну из сторон этого производства.

Простейший вариант такой системы уравнений возникает при анализе выпуска продукции с применением определенной технологии, требующей строго фиксированных пропорций затрат различных ресурсов (непосредственная заменяемость ресурсов отсутствует). Тогда уровень затрат ресурса изменяется пропорционально изменению объема производства. Если рассматриваются два ресурса, причем возможен их расход сверх минимальной потребности на данный объем производства y, то производственная функция представляется системой неравенств:

$$x_1 \geq a_1 y; \quad x_2 \geq a_2 y.$$

Технологическая характеристика описываемого этой системой производственного процесса определяется коэффициентами затрат:

$$a_1 = \frac{x_1}{y} \quad \text{и} \quad a_2 = \frac{x_2}{y}$$

В экономико-математических моделях часто исследуется определенный набор технологических процессов, в которых затрачивается ряд видов ресурсов и производится различная продукция. Если сохраняются предположения о пропорциональности затрат выпуску и отсутствии взаимозаменяемости ресурсов в

рамках каждого производственного процесса, то основой модели служит система производственных функций вида:

$$x_{ij} = a_{ij} y_j,$$

где x_{ij} — уровень затрат i-го ресурса в j-м технологическом процессе; y_j — интенсивность j-го процесса или выпуск j-го вида продукции; a_{ij} — технологический коэффициент, норма затрат i-го ресурса на единицу интенсивности j-го процесса (или на единицу j-го вида продукции).

При m ресурсах и n производственных процессах эта система содержит, очевидно, mn уравнений. Такой вид производственных функций широко применяется в моделях межотраслевого баланса и линейных моделях оптимального планирования и прогнозирования.

Ко второму виду относятся системы зависимых уравнений статического характера. Можно выделить два случая зависимости уравнений. В одном случае уравнения описывают последовательную цепочку прямых причинно-следственных связей; при этом факторы, влияющие на анализируемый результативный производственный показатель, сами являются функциями иных факторов, последние также находятся в зависимости от своих показателей-факторов и т. д. Например, одно уравнение системы может представлять объем национального дохода y в зависимости от величины трудовых ресурсов x_1 и производственных фондов x_2, т. е. функцию $y = f(x_1, x_2)$. Другое уравнение определяет величину трудовых ресурсов x_1 как функцию общей численности населения L, т. е. $x_1 = \varphi(L)$. В такой системе уравнения решаются последовательно; сначала, например, определяется объем трудовых ресурсов на основе прогнозных данных о численности населения, а затем уже может рассчитываться национальный доход из первого уравнения.

В другом случае в цепи причинно-следственных зависимостей отражаются обратные связи, например, национальный доход y является функцией трудовых ресурсов и производственных фондов, т. е. $y = f(x_1, x_2)$, а величина производственных фондов x_2 ставится в зависимость от созданного национального дохода y и иных факторов Z, т. е. $X_2 = \varphi(y_1, Z)$. В такой системе уравнения должны решаться совместно, одновременно.

В обоих рассматриваемых случаях системы уравнений второго вида включают два типа переменных: эндогенные и экзогенные переменные. Эндогенными являются "внутренние" переменные — их значения рассчитываются в рамках самой системы уравнений. Экзогенные переменные влияют на эндогенные, но сами определяются за пределами данной системы уравнений; они являются как бы "внешними" переменными в том смысле, что воздействующие на них факторы данной системой уравнений не контролируются. Например, в только что приведенных примерах национальный доход, трудовые ресурсы, производственные фонды являются эндогенными переменными, а общая численность

населения — переменная экзогенная, ее величина определяется социально-демографическими факторами, лежащими вне рамок производственных функции. Для разрешимости системы уравнений необходимо, чтобы число эндогенных переменных в системе было равно числу уравнений.

К третьему виду относятся динамические системы уравнений, охватывающие ряд периодов времени и устанавливающие зависимость переменных не только в пределах каждого периода, но и в связи с их состоянием в предшествующие периоды. Обратимся к примеру. Предположим, что в задачу прогнозирования входит определение четырех взаимосвязанных переменных для некоторого периода t: x_{1t}, x_{2t}, x_{3t}, x_{4t}. В анализ включены не только их связи в самом периоде t, но и воздействие с запаздыванием, т. е. зависимости величин переменных в периоде t от состояния влияющих переменных в предыдущем (или еще более раннем) периоде. Такие влияния с запаздыванием вполне реальны; например, величина производственных фондов в народном хозяйстве в данном периоде в значительной степени зависит от объема капиталовложений предыдущего периода.

Взаимосвязи четырех переменных нашего примера схематически показаны на рис.11.

Как видим, переменная x_{1t} зависит от величины переменной x_2 в предыдущем (t-1)-м периоде и от переменной x_3 в периоде t. Переменная x_{1t} влияет на величину переменной x_{2t}, зависящей также от состояния переменной x_3 в (t-1)-м периоде. На переменную x_{3t} воздействуют переменные x_{2t} и $x_{4,t-1}$. Для переменной x_{4t} факторами являются переменные x_{2t} и $x_{3,t-1}$. Переменная x_{4t} отличается от других тем, что в рамках данной системы связей она не служит фактором для какой-либо другой переменной, представляя собой, очевидно, результирующий производственный показатель.

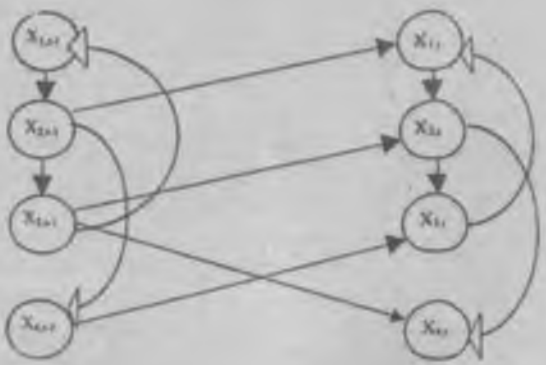

Рис. 11. Взаимосвязи переменных с учетом запаздывания

При построении системы уравнений нужно учитывать, что помимо влияний, показанных на рисунке, каждая анализируемая переменная может испытывать воздействие одной или нескольких экзогенных переменных. Пусть $Z_{1,}$ обозначает экзогенные факторы переменной $x_{1,}$; соответственно для $x_{2,}$, $x_{3,}$, $x_{4,}$ введем агрегированные экзогенные переменные $Z_{2,}$, $Z_{3,}$, $Z_{4,}$. Тогда с учетом всех взаимосвязей имеем в общем виде следующую систему уравнений:

$$x_{1,} = f_1(x_{3,}, x_{2,t-1}, Z_{1,})$$
$$x_{2,} = f_2(x_{1,}, x_{3,t-1}, Z_{2,})$$
$$x_{3,} = f_3(x_{2,}, x_{4,t-1}, Z_{3,})$$
$$x_{4,} = f_4(x_{2,t}, x_{3,t-1}, Z_{4,})$$

В этой системе четко различаются три группы переменных:

1) эндогенные переменные $x_{1,}$, $x_{2,}$, $x_{3,}$, $x_{4,}$, определение которых требует решения приведенной системы уравнений;

2) запаздывающие эндогенные переменные $X_{1,t-1}$, $x_{2,t-1}$, , $x_{3,t-1}$, $x_{4,t-1}$; для t-го периода они считаются известными, определенными либо на основе статистической информации, либо в результате решения аналогичной системы уравнений, составленной для $(t-1)$-го периода;

3) экзогенные переменные $Z_{1,}$, $Z_{2,}$, $Z_{3,}$, $Z_{4,}$, определяемые за рамками данной системы уравнений.

Переменные второй и третьей групп имеют то общее, что их значения предопределены внешними по отношению к системе уравнений факторами; влияя на переменные t-го периода, они сами не подвержены их обратному влиянию. Переменные второй и третьей групп будем называть предопределенными. Количество предопределенных переменных в уравнениях, как будет показано в следующем параграфе, имеет существенное значение для решения систем эконометрических уравнений. Частным случаем, упрощающим расчеты, является система уравнений в виде причинной цепочки зависимостей при отсутствии обратных связей между переменными. Пример такой системы зависимостей показан на рис. 12.

Как видим, любая цепочка связей приводит в конечном счете к переменной $x_{4,}$ последовательно и без возвратов.

Данная цепь взаимосвязей с добавлением экзогенных переменных дает систему уравнений:

$$x_{1,} = f_1(x_{2,t-1}, x_{3,t-1}, Z_{1,})$$
$$x_{2,} = f_2(x_{1,}, x_{3,t-1}, x_{4,t-1}, Z_{2,})$$
$$x_{3,} = f_3(x_{1,}, x_{2,}, x_{4,t-1}, Z_{3,})$$
$$x_{4,} = f_4(x_{2,}, x_{3,}, Z_{4,})$$

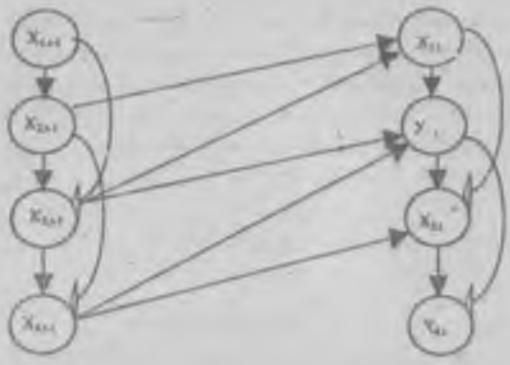

Рис. 12. Причинная цепь взаимосвязей переменных

Такие системы уравнений в виде однозначной причинной цепи называются рекурсивными (рекуррентными) системами. Уравнения в них решаются не одновременно, а последовательно. Так, в приведенной системе вначале решается первое уравнение - определение x_1, как функция только предопределенных переменных. Затем из второго уравнения получаем $x_{2,}$, как функцию предопределенных переменных и уже вычисленной $x_{1,}$. Далее последовательно получаем $x_{3,}$ из третьего уравнения и $x_{4,}$, из последнего уравнения системы. Здесь расчеты в первых трех уравнениях являются, в сущности, подготовительными этапами для решения четвертого уравнения, в котором переменная $x_{4,}$ может в конечном счете рассматриваться как сложная функция всех остальных переменных системы. В этом смысле рекурсивные системы занимают промежуточное положение между производственными функциями, состоящими из одного уравнения, и системы эконометрических уравнений, требующих одновременного решения.

5. Построение и расчет эконометрических моделей

Важным этапом построения эконометрической модели, в частности производственной функции, является отбор включаемых в нее показателей-факторов. Исследователь редко может назвать все факторы, в той или иной мере воздействующих на прогнозируемый показатель, но даже если он знает достаточно много факторов, включение их всех в функции либо невозможно, либо просто нецелесообразно: влияние одних факторов может быть заведомо весьма слабым, по другим отсутствуют необходимые данные, наконец, множество включаемых факторов делает производственную функцию слишком громоздкой, не-

удобной в анализе и применении, к тому же сильно затрудняются вычисления. По отношению к реально разрабатываемым функциям, комплекс показателей-факторов обычно можно представить в виде:

$$y = f(x_1, x_2, \ldots, x_k/x_{k+1}, x_{k+2}, \ldots x_m/x_{m+1}, x_{m+2}, \ldots, x_n).$$

Из n факторов, определяющих величину зависимой переменной y, первые k факторы являются переменными величинами, включаемыми в уравнение производственной функции; факторы от $(k+1)$-го до m-го в уравнение не входят, но каждый из них в наблюдаемой статистической совокупности фиксирован на определенном уровне, не варьирует и потому не влияет на колебания зависимой переменной; факторы от $(m+1)$-го до n-го являются переменными величинами, вариация которых влияет на изменения зависимой переменной, но в функцию эти факторы по тем или иным причинам не включены. На получение надежного уравнения производственной функции можно рассчитывать в том случае, когда первую группу составляет пусть небольшая по числу, но максимально мощная по силе воздействия на y совокупность важнейших факторов, а из остальных $(n-k)$ факторов возможно большее число принадлежит ко второй, контролируемой группе.

В уравнение не должны одновременно включаться факторы, находящиеся между собой в строгой функциональной зависимости; включается лишь один из них - по влиянию наиболее важный. Нежелательно и включение факторов, между которыми существует тесная корреляционная связь.

Специфика производственных функций состоит в том, что в качестве независимых переменных в них фигурируют в основном различные ресурсы производства. Построение производственной функции предполагает решение вопросов о перечне вводимых в функцию первичных ресурсов (труд, производственные фонды, природные ресурсы), о включении в модель промежуточных продуктов (сырье, материалы, топливо, энергия), об отражении качественных характеристик различных ресурсов. Практически в однопродуктовые эконометрические модели для народнохозяйственного уровня включают только первичные ресурсы либо двух видов (труд и производственные фонды), либо трех (добавляются природные ресурсы, чаще всего используемые земли). Особо важное значение имеет достижение качественной однородности вводимых в модель ресурсов.

На основе качественного анализа сущности изучаемой зависимости и списка переменных величин делаются предварительные предположения о виде эконометрической модели: будет она представлена одним уравнением или системой уравнений, какую математическую форму намечается применить, каково примерно будет количество параметров функции. Окончательно эти вопросы решаются в процессе расчета модели.

Наличие исходных статистических данных и выбранной формы уравнения позволяет перейти к расчету параметров производственной функции. Существует ряд методов расчета параметров, однако практически в большинстве случаев применяется метод наименьших квадратов, который позволяет получить параметры функции, удовлетворяющие требованию минимальной суммы квадратов отклонений фактических значений зависимой переменной от вычисленных по уравнению.

Метод наименьших квадратов может применяться и в случае, когда модель состоит не из одного уравнения производственной функции, а представляет собой систему уравнений. Однако расчет параметров для системы уравнений имеет некоторые особенности. Очень важное значение для расчетов имеет характеристика системы с точки зрения количества и "размещения" переменных в уравнениях.

Уже отмечалось, что переменные в системах эконометрических уравнений бывают двух видов - эндогенные и предопределенные (к последним относятся экзогенные и запаздывающие эндогенные переменные). Учитывая это, введем понятие идентификации уравнений. Обозначим через H число эндогенных переменных, входящих с ненулевыми коэффициентами в исследуемое уравнение системы. Через D обозначим число предопределенных (экзогенных и запаздывающих эндогенных) переменных, которые содержатся в системе, но не входят в данное уравнение. Уравнение называется точно идентифицированным, если число H на единицу больше числа D, т. е.:

$$D + 1 = H.$$

При условии $D+1>H$ уравнение называется сверхидентифицированным, а при $D+1<H$ - неидентифицированным.

При построении и расчете эконометрических моделей следует обращать внимание на явление мультиколлинеарности. Мультиколлинеарность проявляется в том, что наряду с изучаемой корреляционной связью — между зависимой переменной и независимыми — в исследуемой совокупности существуют и другие корреляционные связи — между самими независимыми переменными. Специфика эконометрических моделей, включая производственные функции, такова, что для них явление мультиколлинеарности весьма характерно.

Простейший способ проверки мультиколлинеарности заключается в вычислении и оценке величины коэффициентов корреляции для каждой пары включаемых в уравнение независимых переменных. Если для какой-либо пары переменных коэффициент корреляции оказывается достаточно большим (порядка 0,8 и более), то во избежание получения бессодержательных коэффициентов регрессии следует рассмотреть вопрос о возможности исключения из уравнения одной из этих переменных. Впрочем, условие исключения переменных не является строго обязательным и не применяется в тех случаях, когда

каждый из взаимосвязанных факторов оказывает на зависимую переменную достаточно сильное и специфическое воздействие.

6. Применение эконометрических моделей

Модель должна отражать те тенденции, зависимости, закономерности, которые свойственны экономике. В качестве тенденции выступает экономический рост, интегральным показателем которого служит динамика национального дохода или конечного общественного продукта. Ведущими факторами, обеспечивающими процесс производства и экономический рост, являются трудовые ресурсы, производственные фонды, природные ресурсы. Созданные национальный доход, конечный продукт состоит из фондов потребления и накопления, которые вкладываются в те же трудовые и природные ресурсы, производственные фонды для их воспроизводства и обеспечения дальнейшего экономического роста. Такая логическая модель экономического роста может быть представлена схемой (рис. 13).

Адекватным математическим выражением этой схемы могут служить производственные функции, основы построения которых были рассмотрены. Действительно, в макроэкономической функции вида $y = f(X_1, X_2, X_3)$ в качестве y может выступать национальный доход или конечный продукт, а в качестве X_1, X_2, X_3 — объемы трудовых ресурсов, производственных фондов, природных ресурсов.

Рис.13. Логическая модель экономического роста

С помощью макроэкономических производственных функций изучаются высоко агрегированные характеристики процесса производства на уровне отраслей, групп отраслей, народного хозяйства СНГ, республики, экономического района. Макроэкономические функции играют важную роль в анализе эффективности ресурсов и их замещения, влияния на экономический рост научно-технического прогресса, эффекта расширения масштабов производства. Помимо аналитических задач ставится целью получение на основе макроуравнений прогнозов экономического развития как краткосрочных, так и долгосрочных. Определенное значение имеют макроэкономические производственные функции и для решения проблем планирования, оптимального управления экономикой.

Долгое время господствующее место в исследованиях производственных функций на макроуровне занимала функция Кобба-Дугласа вида (1), не потерявшая своего значения и сейчас. В значительной мере это связано с тем, что при своей простоте, легкости расчета параметров функция Кобба-Дугласа достаточно хорошо согласуется с экономической действительностью. Поэтому многочисленные исследования были направлены не только на замену функции Кобба-Дугласа другими видами функций, но и на ее модификацию с целью лучшего отражения действительности.

Одним из существенных недостатков функций вида (1) и (11) является то, что они не отражают влияние на рост объема продукции прогрессивных изменений в составе рабочей силы, в технике, технологии и организации производства. Технологический прогресс как важную движущую силу экономического развития нельзя, очевидно, игнорировать при построении претендующих на практическую ценность моделей общественного производства. Однако технологический прогресс (включая научно-технический) — явление сложное и многогранное и адекватно отразить его с помощью одной или нескольких переменных величин чрезвычайно трудно. Поэтому в качестве "первого приближения" в производственные функции стали вводить экспоненциальную тенденцию, зависящую от времени, как показатель влияния технологического прогресса. С учетом этой модификации динамизированная функция Кобба-Дугласа имеет вид:

$$y(t) = a_0 L(t)^{a_1} K(t)^{a_2} e^{\Pi t}, \qquad (1)$$

где $L(t)$ — ресурсы труда; $K(t)$ — производственные фонды; e — основание натуральных логарифмов; Π — параметр, характеризующий скорость технологического прогресса; t - время.

Применение функции (1) позволяет дать хотя бы приближенную оценку темпа технологического прогресса и его влияния на рост объема производства.

Проведя по отношению к функции (1) определенные математические преобразования, получим следующее уравнение экономического роста:

$$g_y = a_1 g_L + a_2 g_k + \Pi. \qquad (2)$$

В этом уравнении g_y — темп прироста продукта (национального дохода, конечного продукта народного хозяйства, продукции отрасли, региона); он определяется темпами прироста трудовых затрат g_L и производственных фондов g_k, а также Π, отражающим развитие во времени технологического прогресса.

Технологический прогресс в функции (1) является нейтральным в том смысле, что он не изменяет относительную эффективность обоих ресурсов, повышая отдачу каждого из них в равной мере.

Введение в производственную функцию технологического прогресса как функции времени решает проблему лишь частично. Время само по себе не есть причина экономического роста, а технологический прогресс нельзя отделять от изменения самих ресурсов производства. Научно-технический и социальный прогресс в новых условиях приводит к систематическому повышению уровня образования, профессиональной подготовки, квалификации, физического и морального потенциала кадров, что в количественном плане может быть приравнено к дополнительному фонду рабочего времени (как сложный труд приравнивается к умноженному простому). Под влиянием технологического прогресса постоянно улучшается и качественный состав производственных фондов, более интенсивно происходит их обновление. Таким образом, можно сказать, что технологический прогресс в значительной степени материализуется в самих ресурсах, увеличивая их объем и продуктивность.

В связи с этим при построении производственных функций стал применяться принцип раздельного выражения двух форм технологического прогресса: материализованного и автономного. Материализованный технологический прогресс вводится в функцию через ресурсы производства путем формирования их состава и объема с учетом качественных различий и изменений. Тогда автономный технологический прогресс как тенденция, зависящая от времени, выражает в производственной функции совместное действие таких общих факторов роста, как совершенствование организации и управления производством, самостоятельности, хозрасчета, увеличение суммы накопленных научных знаний, повышение общеобразовательного и интеллектуального уровня трудящихся.

Применительно к функции типа (1) при учете материализованного и автономного технологического прогресса общее влияние технологического прогресса $Q(t)$ определяется как произведение трех компонент:

$$Q(t) = Q_L(t)\ Q_k(t)\ Q_A(t).$$

где $Q_L(t)$ и $Q_K(t)$ — компоненты, характеризующие влияние технологического прогресса, материализованного соответственно в трудовых и капитальных ресурсах; $Q_A(t)$ — характеристика автономного технологического прогресса.

Тогда скорректированные с учетом материализованного технологического прогресса объемы ресурсов составят:

$$L^*(t) = L(t)\,Q_L(t),$$
$$K^*(t) = K(t)\,Q_K(t)$$

Положив также $Q_A(t) = e^{\beta t}$, получим функцию (1) с отражением материализованного и автономного технологического прогресса в следующем виде:

$$y(t) = a_0 L^{*\alpha}(t) K^{*\gamma}(t) e^{\beta t}.$$

Предполагается, что характеристики материализованного прогресса $Q_L(t)$ и $Q_K(t)$ определяются экзогенно. Однако методы прямого расчета этих показателей отсутствуют и на практике пользуются различными приемами их косвенной оценки.

Применяя двухресурсные функции, исследователи допускали возможность объединения капитальных и природных ресурсов в одном показателе — агрегате. Шагом вперед является введение в производственную функцию природных ресурсов как самостоятельного фактора. Тремя видами ресурсов обычно исчерпывается их перечень в макроэкономических функциях для уровня народного хозяйства, а основные усилия направляются на лучшее отражение качественных характеристик ресурсов.

В составе природных ресурсов важнейшим компонентом является земля. Земельные массивы неоднородны по эффективности как в статическом, так и в динамическом аспектах. Кроме того, в объем природных ресурсов следует включать лесные и водные богатства, месторождения полезных ископаемых. Отсюда необходимость применения стоимостных измерителей при включении природных ресурсов в макроэкономическую производственную функцию. В принципе основой для денежной оценки природных ресурсов служит величина ренты, однако при отсутствии научно обоснованных расчетов ренты на практике возможно применение иных показателей оценки качества (баллов для земли и т. п.). Эффект расширения масштабов производства в модифицированных производственных функциях часто оценивается не по сумме показателей степени при факторах (эта сумма принимается равной единице), а с помощью самостоятельного параметра.

С учетом описанных модификаций динамизированная производственная функция, включающая материализованный и автономный технологический прогресс, приобретает вид:

$$y(t) = a_0 [L^*(t)^{\alpha} K^*(t)^{\gamma} S^*(t)^{\delta}] e^{\beta t + \varepsilon t^2}.$$

Здесь предполагается, что объемы трудовых затрат $L^*(t)$, производственных фондов $K^*(t)$ и природных ресурсов $S^*(t)$ определены с включением материализованного в них технологического прогресса; тенденция e^{nt} характеризует автономный технологический прогресс; параметр φ отражает эффект расширения масштабов производства; сумма $a_1 + a_2 + a_3 = 1$

Производственная функция в форме одного уравнения не в состоянии отразить всю сложность, многообразие социально-экономических зависимостей и процессов, поэтому в прогнозировании применяют эконометрические модели в виде систем уравнений. Остановимся на особенностях их реализации.

Эконометрическая модель в принципе охватывает те группы показателей, которые характеризуют объемы, структуру, темпы и пропорции расширенного воспроизводства. Сравнительно компактными представляют обычно однопродуктовые модели, не отражающие отраслевую структуру производства. Так, однопродуктовая эконометрическая модель "Узбекистан-1" включает следующие уравнения:

1) зависимость произведенного национального дохода от размеров трудовых ресурсов и их фондовооруженности;

2) уравнение динамики общей численности населения;

3) зависимость числа занятых в отраслях материального производства от общей численности населения;

4) уравнение фонда накопления как функции объема использованного в республике национального дохода;

5) зависимость величины использованного национального дохода от созданного в республике и от сальдо его ввоза-вывоза;

6) зависимость валового общественного продукта от величины конечного продукта;

7) равенство конечного продукта сумме национального дохода и амортизации и зависимость амортизации основных производственных фондов от их величины;

8) уравнение суммы основных производственных фондов как функции их объемов в предыдущем году и их чистого прироста в году анализируемом;

9) зависимость прироста основных производственных фондов в расчетном году от объемов капиталовложений в народное хозяйство в этом году и в предшествующие годы;

10) зависимость объема капитальных вложений от средств, направленных на прирост основных фондов, и от амортизационного фонда;

11) тождество для фонда потребления как разницы между использованным национальным доходом и фондом накопления.

Для проверки прогнозных возможностей модели и экономической интерпретации получаемых результатов предусмотрено кроме вошедших в модель

параметров определять ряд качественно характерных показателей таких, как уровень и динамика производительности и фондовооруженности труда, фондоотдача, материалоемкость и трудоемкость продукции, объем национального дохода и фонда потребления на душу населения и на одного работающего и др. Модель дает очень полезную научно-аналитическую информацию для разработки направлений экономического развития республики на среднесрочный период. Разработана и динамическая модель "Узбекистан-2", отражающая развитие народного хозяйства уже в отраслевом разрезе.

ГЛАВА IV. ИМИТАЦИОННЫЕ И КОМПЛЕКСНЫЕ МЕТОДЫ И МОДЕЛИ

1. Имитационные модели в прогнозировании

В ходе развития рыночного хозяйства практика требует постановки и решения все более сложных социально-экономических задач. Построение адекватных моделей таких задач и разработка методов их решения также усложняются. Особенно это касается задач, в которых необходимо одновременно учитывать факторы неопределенности, случайные величины, динамическую взаимную обусловленность текущих решений и последующих событий, комплексную взаимозависимость между многими исследуемыми факторами. Как правило, такие практические задачи обладают большой размерностью, имеют значительное число внутренних взаимосвязей, всевозможные вероятностные характеристики, поэтому их не удается свести к стандартным моделям типа математического программирования или применять для их решения другие традиционные аналитические методы. Для решения таких задач в последние годы получил широкое применение метод имитационного моделирования с использованием ЭВМ.

По сути своей имитация - это численная методика проведения на ЭВМ экспериментов с моделями, имитирующими поведение сложных систем в течение ряда предстоящих периодов времени. Имитационная модель в отличие от аналитической представляет собой не законченную систему уравнений, функционалов и т. п., а развернутую схему, детально описывающую структуру и поведение изучаемого объекта. Для имитационного моделирования характерно воспроизведение явлений, описываемых моделью, с сохранением их логической структуры, последовательности чередований во времени, взаимосвязей между параметрами и переменными исследуемой системы.

Аналитические модели предназначены, главным образом, для получения решения, определяющего в готовом виде значения искомых переменных на основе точно математически заложенной в модели информации о системе. Имитационные модели предназначены для получения информации о моделируемой системе и выработки в последующем соответствующих оценок, пригодных для формирования решений. Выработка окончательных решений производится, как правило, вне имитационной модели.

Таким образом, имитационная модель не решается в аналитическом смысле, в осуществляется именно эксперимент —"проигрывание", "прогон" модели. Отсюда в отличие от аналитических подходов имитационное моделирование — это не столько теория, сколько методология решения задач. Поэтому довольно

трудно подвести под имитационное моделирование строгие теоретические или математические основания, классификации, типовые решаемые задачи и т. п.

Имитационное моделирование по сравнению с аналитическим имеет ряд преимуществ: возможность применять более адекватные реально функционирующим объектам модели и почти неограниченно экспериментировать с моделью при различных допущениях; сравнительно легкое привнесение в модель факторов неопределенности, случайного характера многих переменных; также сравнительно легкое отражение динамики, процессов, временных параметров, сроков, запаздываний (отметим, что аналитическая оптимизация динамических вероятностных процессов наталкивается на очень большие трудности). В то же время разработка и программирование для ЭВМ имитационных моделей сопряжены обычно с весьма большими затратами труда и времени. Ведь каждая имитационная модель по-своему уникальна, в то время как аналитические модели носят типовой характер и для их решения на ЭВМ почти всегда можно воспользоваться готовыми пакетами прикладных программ.

Процесс прогнозирования на основе имитационного моделирования включает в себя несколько основных этапов:

-постановка задачи исследования, изучение прогнозируемой системы, сбор эмпирической информации, выделение основных проблем моделирования;

-формирование математической модели, выбор структуры и принципов описания модели и ее подмоделей, допустимых упрощений, измеряемых параметров и критериев оценки качества модели;

-разработка программного обеспечения решения модели или имитационного алгоритма, составление машинных программ;

-оценка адекватности математической модели и проверка достоверности и пригодности моделирующего алгоритма по степени согласованности и допустимости результатов контрольных экспериментов с входными данными;

-планирование многовариантных экспериментов, выбор функциональных характеристик прогнозируемой системы для исследования, определение методов обработки результатов экспериментов;

-работа с моделью, проведение расчетов и имитационных экспериментов;

-анализ результатов, формирование выводов по данным моделирования, окончательная разработка прогноза.

В качестве примера рассмотрим имитационную систему согласования производства и потребления в многоотраслевой экономике. Система имеет два формализованных блока - блок имитации сферы материального производства и блок имитации сферы потребления. В системе предусмотрен экспериментатор, который может распоряжаться несколькими параметрами управления: распределением между отраслями капиталовложений, темпами накопления, опла-

той труда - зарплатоемкостью единицы продукции, оптовыми и розничными ценами. Функциональная схема имитационной системы приведена на рис.14.

Рис.14. Схема имитационной системы

Экспериментатор осуществляет оперативный диалог с ЭВМ. Используется информация о корректировочных показателях — соотношениях расчетного спроса на вид продукции и его конечного производства отраслью. Если показатель превышает единицу, значит, спрос на продукт выше предложения, если меньше единицы, то наоборот. Корректировочные показатели и темпы роста валовой продукции по отраслям анализируются экспериментатором с позиций их допустимости. Если они нуждаются в изменении, экспериментатор может менять тот или иной параметр управления. Например, меняется распределение капиталовложений или совокупный доход населения (через отраслевые коэффициенты зарплатоемкости) или масштабы цен. Блоками определяются новые корректировочные показатели. Как только экспериментатор приходит к выводу о достижении удовлетворительного соотношения производства и потребления, он переводит систему к расчетам на следующий год.

Таким образом, работа человеко-машинной имитационной системы позволяет находить варианты прогноза, обеспечивающие наилучшее соответствие между денежными доходами населения и объемами предлагаемых товаров и услуг. Варьирование управляющих параметров, оценка промежуточных и выбор окончательного решения возлагаются на экспериментатора, множество возможных вариантов решения рассчитывает ЭВМ.

Следует отметить, что режим эксплуатации имитационной системы можно трансформировать в форму имитационной деловой игры. Для этого необходимо, чтобы, во-первых, в имитационном эксперименте участвовала группа экспертов-экспериментаторов, а во-вторых, были описаны и регламентированы

действия участников в виде некоторых правил игры. В имитационном эксперименте основной задачей каждого участника является конструирование или выбор из возможных вариантов некоторой стратегии, обеспечивающей, по его мнению, достижение наилучших результатов.

Имитационная деловая игра представляет собой дальнейшее развитие имитационной системы и включает наряду с основными ее элементами (имитационной моделью и средствами анализа и обработки результатов имитации) специальные инструктивные и другие средства, которые регламентируют взаимодействия экспертов - экспериментаторов, являющихся в игре лицами, принимающими решения и заинтересованными в достижении наилучших результатов функционирования моделируемой системы в будущем.

2. Комплексные методы прогнозирования*

Комплексные методы прогнозирования, несмотря на общность построения (сочетание 2 и более методов и методик), имеют между собой принципиальные различия, которые заключаются: в последовательности использования методов; в правилах их комплексирования и в участии средств прогнозирования. Прежде чем приступить к классификации комплексных методов, необходимо, на наш взгляд, определить различия между комплексными системами прогнозирования. Комплексными системами прогнозирования (КСП) называются системы методов прогнозирования и средства их реализации, функционирующие в соответствии с основными принципами прогнозирования. Комплексные системы прогнозирования могут быть автоматизированными и неавтоматизированными. К КСП относятся: метод прогнозирования графа; метод "двойного графа"; система ЦППО; метод взвешенных оценок; система Форкаст; система Квест; система РДЕ.

КСП могут содержать в себе как симплексные, так и комплексные методы. При этом системные методы используются в разных комбинациях. Порядок комбинации методов зависит от информационного потока, от характера работы методов, от цели прогнозного исследования и т.д. В отличие от симплексных методов комплексные методы синтезируют в себе 2 или более симплексных методов. Этим повышается точность и обоснованность прогнозных данных. Модификация существующих комплексных систем прогнозирования и даже их капитальная реконструкция отнюдь не является самой эффективной мерой при решении все более усложняющих задач прогнозирования. Лишь более гибко конструируемая КСП, не обладающая большим количеством жестких связей и ограничений в своей структуре и процедурной схеме реализации, позволяет

* Этот параграф написан совместно с доцентом Д.Расулевым

учитывать специфику цели и объекта прогнозирования, объем и характер имеющейся информационной базы.

При проведении комплексного анализа конкретной системы показателей и разработки прогнозов ее развития очень важно учитывать ее специфические особенности. При нарушениях этого требования, особенно часто возникающих при формальной экстраполяции процессов, ошибки могут достигать больших размеров, а прогнозы на базе формальных моделей зачастую просто нереальны.

Установленные в результате комплексного анализа системы закономерности нельзя непосредственно переносить на будущее, так как это было бы равносильно принятию гипотезы о том, что внешняя среда и научно-технический прогресс оказывают на систему в будущем такое же воздействие, какое они оказывали на нее в ретроспективном периоде. В процессе анализа системы необходимо установить, насколько устойчивы выявленные закономерности и на какой период будущего их можно распространить.

При разработке прогнозов (особенно это важно при разработке долгосрочных прогнозов) необходимо учитывать не только объективные закономерности изменения прогнозируемой системы экономических показателей, поддающиеся количественной оценке, но и качественные особенности ее развития: факторы процессы и явления, не поддающиеся количественной оценке. Важное значение при этом имеют мнения специалистов о возможных значениях экономических показателей в будущем. Такие значения могут быть получены на основе индивидуальных и групповых методов экспертных оценок. Получение экспертных прогнозных оценок основано на сборе, анализе и обработке мнений специалистов и во многом зависят от их знаний, объективности, умения принимать решения в сложных ситуациях, то есть от субъективных факторов.

Формализованные и неформализованные компоненты прогноза должны образовать логически непротиворечивое и связан единое целое, адекватно отражающее основные черты реальности. Лишь в этом случае прогнозы могут служить отправной точкой для принятия обоснованных экономических решений.

Для получения научно обоснованных прогнозов при их разработке необходимо в комплексе учитывать выявленные в результате анализа закономерности развития исследуемой системы.

Комплексный учет закономерностей при разработке прогноза означает, что прогнозные значения системы показателей определяются одновременно (совместно) на основе одновременного учета тех присущих исследуемой системе закономерностей, которые были выявлены в результате ее анализа и описаны при помощи математических выражений. Требование совместного определения прогнозных значений системы показателей основано на том, что все эти пока-

затели объективно взаимосвязаны между собой и при этом ни один из них не имеет преимущества перед другими в отношении очередности выполнения.

Проведенный анализ комплексного характера прогнозирования и практика разработки экономических прогнозов убеждает, что любая задача прогнозирования решается путем применения нескольких методов.

Например, что при прогнозировании фундаментальных и прикладных исследований применяются методы экспертных оценок, метод написания сценария, построения "дерева целей", морфологического анализа. Такое применение методов позволяет провести структуризацию проблем, найти целесообразную последовательность решений, получить вариант количественных оценок, выбрать лучшие направления исследований и др. Прогноз экономических и технических показателей новой продукции производится на основе применения комбинации методов экстраполяции, анализа патентной документации и научно-технической информации, экспертных методов. На стадиях подготовки, серийного производства и эксплуатации (реализации) применяются методы экспертных оценок, экстраполяции, секторного анализа, имитационное методы.

Информационной базой комплексных методов прогнозирования по признаку комплексирования методов служит континуальная классификация методов прогнозирования. Классификация комплексных методов (ККМ) прогнозирования состоит из 4-х принципиально разных классов.

I. Изокомплексные методы. К 1-му классу комплексных методов относится сочетание на самом низшем 4-м уровне методов одной подгруппы по континуальной классификации симплексных методов прогнозирования.

Например, для учета одновременного действия нескольких причинных факторов применяется множественная регрессия. Множественная регрессия позволяет исследовать влияние более чем одного причинного фактора на изменение перемечной. Наличие аппроксимирующего полинома с раздельными независимыми переменными - необходимое условие применения множественной регрессии. Другой пример сочетания методов одной подгруппы: для определения динамики производства некоторого вида продукции использовались линейные функции, полиномы и экспоненциальные функции.

Известно, что различные типы функции обладают неодинаковыми свойствами. Исчисленный полином стремится к максимуму, тогда как степенная функция не имеет экстремального значения. В то же время обе функции довольно хорошо соответствуют друг другу в эмпирическом поле рассеивания. Подобное сочетание часто может наблюдаться при экстраполяции на ближайшую перспективу.

Наблюдая за функционированием некоторых объектов приходим к выводу, что реальный процесс время от времени претерпевает коренные изменения. Изменяются уровень и динамические свойства ряда. Причем на одних участках

он сохраняет приблизительно постоянный уровень, на других растет с определенной скоростью или характеризуется появлением ускорения. Учитывать появление таких ситуаций весьма сложно. Одной из попыток создания подобных моделей является построение более гибких комбинированных моделей, которые включают в себя несколько более простых адаптивных изделий. Структура моделей селективного типа представляет собой организованный автоматический выбор по заданному критерию наилучшей модели из числа входящих в базовый набор. При этом адаптация происходит на двух уровнях: по структуре, по типу модели и по параметрам. В комбинированной гибридной модели прогноз формируется как взвешенная сумма прогнозов, полученных по альтернативным моделям. Для иллюстрации данной комбинации построена адаптивная комбинированная модель (АКМ), которая включает в себя полиномиальные модели Брауна нулевого, первого и второго порядков - модели многократного сглаживания с постоянной. Предлагаемая модель испытана на данных о курсе акций фирмы IBM и ценах на золото. Эти и другие примеры комплексирования методов иллюстрируют изокомплексный класс комплексных методов.

II. Псевдокомплексные методы прогнозирования. В этот класс методов входит сочетание групп методов одного подкласса. В методе прогнозирования с параметрической адаптацией, используются два метода одного подкласса: адаптивные метода прогнозирования и марковские модели. Другой пример: сочетание методов факторного анализа с моделями регрессионного анализа. В этом случае регрессия строится не на совокупности выходного показателя, а на главных компонентах, полученных в процессе факторного анализа. Преимущества регрессионных моделей, построенных на главных компонентах факторной структуры, в отличие от обычных моделей множественной регрессии сводятся к следующему: во-первых, размерность модели существенно меньше, чем регрессий на исходных переменных; во-вторых, отбор наиболее существенных компонент проводится по четкому количественному критерию; в-третьих, факторная модель исключает мультиколлинеарность за счет ортогональности главных факторов.

Также при построении прогностических моделей в сочетании используется метод регрессионного анализа и распознавания образов.

Наряду с преимуществами перед симплексными методами псевдокомплексный метод имеет ряд характерных этому классу недостатков:

- охват минимального количества факторов (переменных);
- отсутствие аппарата эвристического прогнозирования;
- слабая методологическая разработанность.

III. Квазикомплексные методы прогнозирования. Комплексация групп методов в двух или более подклассах одного класса по нашей классификации называются квазикомплексными методами.

При прогнозировании НТП некоторые факторы можно проиллюстрировать, проводя аналогию с биологической моделью. Например, в методе клеточной аналогии сопоставляется биологический рост клетки и научно-технические явления. В другом методе аналогии, предлагает прогнозировать рост научной информации на основе аналогии с взаимодействием между молекулами газа в процессе некоторой реакции. Все перечисленные сочетания методов относятся к одному классу. За счет увеличения количества методов прогнозирования увеличиваются возможности предиктора. Шире становится охват информационного поля.

IV. Действительно комплексные методы. В этот класс комплексных методов входят те методы, которые синтезируют в себе логико-математический аппарат 2-х или более классов методов (рис.15). Одним из примеров комплексного метода является матричный метод прогнозирования. Данный метод дает возможность ясно и достаточно проанализировать структурные изменения и проследить основные тенденции и в структуре производственной и непроизводственной сфер; влияние одной отрасли на развитие другой, изменения в спросе и предложениях на различные виды сырья и продукции и т.д.

В анализируемом методе используются матрицы: "затраты-выпуск", "наука-техника", "научные исследования-программы", "цели-материалы". Широко используются отраслевые прогнозы, научно-технические, полученные различными методами. Матричный метод может состоять из 2-х, 3-х-мерных матриц.

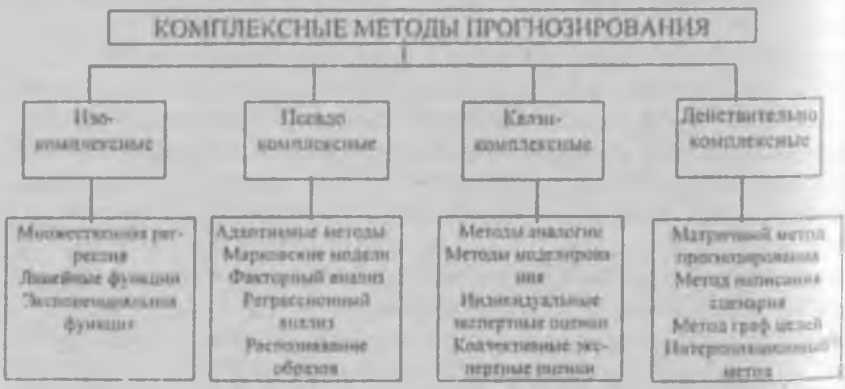

Рис.15. Схема классификации комплексных методов

В практике комплексного прогнозирования используются трехмерные матрицы. Одна из аэрокосмических корпораций США в своих научных исследованиях использовала данный метод, который отражал: первоначальную, про-

межуточную, конечную стадию прогнозирования. Трехмерная матрица имеет вид прямоугольной призмы. Широко известен матричный метод Леонтьева с помощью таблиц "затраты-выпуск", отражающих динамику межотраслевых связей.

Другим примером действенности комплексных методов является метод написания сценария. Основным назначением этого метода является определение генеральной цели развития объекта. При написании сценария используются данные предварительных прогнозов (экономических, научно-технических и т.д.), полученных разными классами методов. При отсутствии данной информации строится "дерево целей" или "граф целей" и по целевой направленности наполняется информационная база "сценария". При этом могут быть использованы методы прогнозирования всех классов.

Яркими примерами действительно комплексных методов выступают новые комплексные методы. Один из этих методов носит название "интерполяционный метод прогнозирования". В этом комплексном методе используются методы двух классов: представитель класса формализованных методов (экстраполяция) и представитель класса семантико-формализованных методов (патентный метод).

В заключении анализа комплексных методов необходимо подчеркнуть, что наибольший эффект дает класс действительно комплексных методов, который соединяет достоинство всех перечисленных классов методов. При использовании класса действительно комплексных методов ценность прогноза возрастает за счет более детального рассмотрения ситуации и увеличения числа параметров модели .

V. Принципы комплексирования методов прогнозирования. Исходя из существования комплексных методов прогнозирования необходимо остановиться на некоторых основных принципах комплексирования методов прогнозирования.

Наука прогностика базируется на шести основных принципах, которые достаточно разработаны и изложены в соответствующих работах, посвященных проблемам прогностики. При комплексировании методов прогнозирования также необходимо придерживаться некоторых необходимых принципов. Эти принципы являются аналитическими, ибо противоположное им невозможно, т.е. иное комплексирование не имеет здравого смысла.

В соответствии с логико-математической сложностью комплексные методы разделяются на четыре принципиально разные группы. Известно, что методов прогнозирования существует большое множество и все без исключения выполняют одну общую функцию - перерабатывают информацию для получения прогноза. В состав комплексных методов могут входить (комплексироваться) все без исключения симплексные методы прогнозирования. Исходя из

функционального и континуального единства, комплексные методы прогнозирования можно рассматривать как систему. Любая система имеет свое определение. Предлагаемая система является сложной, так как состоит из комплексных методов. Известно, что любая система в зависимости от условий находится в разных состояниях, каждое состояние системы комплексных методов определяет состояние всех подсистем. Кроме того, если определенная подсистема (класс) находится в определенном состоянии, то это одновременно служит и описанием соответствующего состояния системы в целом.

Система комплексных методов прогнозирования является частью более общей системы - системы методов прогнозирования. Последняя оказывает влияние на подсистему (классы), элементы (методы) и на всю рассматриваемую систему. Такое влияние определяется как влияние внешней среды. При этом каждая качественная или количественная характеристика системы, ее классов и методов - есть параметр системы. Эти параметры системы составляют основу языков описания системы, а при формализации (в частности, при классификации) отождествляются с независимыми переменными формального описания.

3. Комплексный сценарный метод

При рассмотрении классификации методов прогнозирования были выделены комплексные методы и отмечены их преимущества в связи с сочетанием в них положительных сторон логико-эвристических методов и математического моделирования, качественных и количественных аспектов исследования. Ознакомление с комплексными методами начнем со сценарного метода — одного из наиболее содержательных и универсальных методов прогнозирования.

Сценарный метод — это последовательная процедура составления сценария ожидаемого развития прогнозируемой социально-экономической системы. В нем сочетается содержательное логико-эвристическое исследование группы экспертов различного профиля с формализованными процессами, основанными на использовании математических моделей и ЭВМ.

Сценарий представляет собой комплексное описание в аспектах пространства и времени тех явлений, которые характеризуют поэтапное развитие прогнозируемой системы, отражают свойственные ей причинно-следственные зависимости. Сценарий позволяет ответить на ряд существенных при прогнозировании вопросов: каковы тенденции тех или иных сторон развития прогнозируемой системы; какие факторы влияют на осуществление этих тенденций; каковы возможные проблемные ситуации, трудности и сложности в развитии социально-экономической системы; какова область допустимых альтернатив управленческих решений по развитию системы; каковы ожидаемые последствия

выбора различных альтернатив для реализации целенаправленной эволюции системы.

, В процессе построения сценариев целесообразно наряду с непосредственно сценарным этапом выделять достаточно обширный предсценарный этап. Он начинается с четкого выявления целей и задач разработки. Составляется как бы задание на прогноз, отражающее и цели прогноза и всевозможные требования к его глубине и точности.

Значительным шагом предсценарного этапа является разработка комплекса моделей прогнозируемой социально-экономической системы. Матричная схема кладется в основу математической формализации изучаемых процессов. В конечном счете не исключен выход на определенную динамическую модель векторной оптимизации, но практически это достигается довольно редко.

В целом на предсценарном этапе прогнозирования достигаются существенные результаты: формулировка целей и задач прогноза, описание объекта прогнозирования и условий его развития, разработка матричной схемы его функционирования, составление базовых сценариев, построение системы математических моделей изучаемой системы.

Базовые сценарии и математические модели кладутся в основу первоначальных расчетов уже на сценарном этапе. Уточняются значения показателей и параметров, возможности реализации управляющих воздействий, направления развития прогнозируемых процессов. В сценарий должны быть включены различные альтернативы эволюции системы.

Альтернативы характеризуются количественно на основе обработки подготовленных ранее математических моделей. Вместе с тем принципиально важно качественное обоснование альтернатив как итог творческой процедуры вплоть до научного семинара участников исследования. Существенную роль играют также человеко-машинные диалоги. Один из главных конкретных результатов всех этих процедур — четкое выявление допустимых диапазонов значений управляющих параметров.

Сценарный метод завершается подготовкой заключительного документа, в котором отражаются цели и задачи прогноза, характеристики объекта прогнозирования и закономерностей его развития, содержатся описания подготовленных сценариев, альтернатив и ожидаемых тенденций развития, формулируются рекомендации по управляющим воздействиям с использованием как внешних, так и внутренних факторов. Более строго формализовать схему, структуру сценария не представляется возможным в связи с его творческим характером, зависимостью от конкретных качественных особенностей как объекта прогнозирования, так и группы исследователей.

функционального и континуального единства, комплексные методы прогнозирования можно рассматривать как систему. Любая система имеет свое определение. Предлагаемая система является сложной, так как состоит из комплексных методов. Известно, что любая система в зависимости от условий находится в разных состояниях, каждое состояние системы комплексных методов определяет состояние всех подсистем. Кроме того, если определенная подсистема (класс) находится в определенном состоянии, то это одновременно служит и описанием соответствующего состояния системы в целом.

Система комплексных методов прогнозирования является частью более общей системы - системы методов прогнозирования. Последняя оказывает влияние на подсистему (классы), элементы (методы) и на всю рассматриваемую систему. Такое влияние определяется как влияние внешней среды. При этом каждая качественная или количественная характеристика системы, ее классов и методов - есть параметр системы. Эти параметры системы составляют основу языков описания системы, а при формализации (в частности, при классификации) отождествляются с независимыми переменными формального описания.

3. Комплексный сценарный метод

При рассмотрении классификации методов прогнозирования были выделены комплексные методы и отмечены их преимущества в связи с сочетанием в них положительных сторон логико-эвристических методов и математического моделирования, качественных и количественных аспектов исследования. Ознакомление с комплексными методами начнем со сценарного метода — одного из наиболее содержательных и универсальных методов прогнозирования.

Сценарный метод — это последовательная процедура составления сценария ожидаемого развития прогнозируемой социально-экономической системы. В нем сочетается содержательное логико-эвристическое исследование группы экспертов различного профиля с формализованными процессами, основанными на использовании математических моделей и ЭВМ.

Сценарий представляет собой комплексное описание в аспектах пространства и времени тех явлений, которые характеризуют поэтапное развитие прогнозируемой системы, отражают свойственные ей причинно-следственные зависимости. Сценарий позволяет ответить на ряд существенных при прогнозировании вопросов: каковы тенденции тех или иных сторон развития прогнозируемой системы; какие факторы влияют на осуществление этих тенденций; каковы возможные проблемные ситуации, трудности и сложности в развитии социально-экономической системы; какова область допустимых альтернатив управленческих решений по развитию системы; каковы ожидаемые последствия

выбора различных альтернатив для реализации целенаправленной эволюции системы.

В процессе построения сценариев целесообразно наряду с непосредственно сценарным этапом выделять достаточно обширный предсценарный этап. Он начинается с четкого выявления целей и задач разработки. Составляются как бы задание на прогноз, отражающее и цепи прогноза и всевозможные требования к его глубине и точности.

Значительным шагом предсценарного этапа является разработка комплекса моделей прогнозируемой социально-экономической системы. Матричная схема кладется в основу математической формализации изучаемых процессов. В конечном счете не исключен выход на определенную динамическую модель векторной оптимизации, но практически это достигается довольно редко.

В целом на предсценарном этапе прогнозирования достигаются существенные результаты: формулировка целей и задач прогноза, описание объекта прогнозирования и условий его развития, разработка матричной схемы его функционирования, составление базовых сценариев, построение системы математических моделей изучаемой системы.

Базовые сценарии и математические модели кладутся в основу первоначальных расчетов уже на сценарном этапе. Уточняются значения показателей и параметров, возможности реализации управляющих воздействий, направления развития прогнозируемых процессов. В сценарий должны быть включены различные альтернативы эволюции системы.

Альтернативы характеризуются количественно на основе обработки подготовленных ранее математических моделей. Вместе с тем принципиально важно качественное обоснование альтернатив как итог творческой процедуры вплоть до научного семинара участников исследования. Существенную роль играют также человеко-машинные диалоги. Один из главных конкретных результатов всех этих процедур — четкое выявление допустимых диапазонов значений управляющих параметров.

Сценарный метод завершается подготовкой заключительного документа, в котором отражаются цели и задачи прогноза, характеристики объекта прогнозирования и закономерностей его развития, содержатся описания подготовленных сценариев, альтернатив и ожидаемых тенденций развития, формулируются рекомендации по управляющим воздействиям с использованием как внешних, так и внутренних факторов. Более строго формализовать схему, структуру сценария не представляется возможным в связи с его творческим характером, зависимостью от конкретных качественных особенностей как объекта прогнозирования, так и группы исследователей.

4. Метод прогнозного графа

Метод прогнозного графа разработан группой ученых под руководством академика В. М. Глушкова. В нем сочетаются особенности двух уже рассмотренных нами методов: с одной стороны, метода Дельфы (из группы логико-эвристических методов), с другой - сетевого планирования и управления (из группы методов моделирования). Метод прогнозного графа применялся в основном для научно-технического прогнозирования, в частности при прогнозировании развития комплекса научно-технических работ в области технических средств и систем обработки информации.

В соответствии с методом строится сеть взаимоувязанных событий (целей) - прогнозный граф, который становится ведущим документом для систематизации и исследования возможных направлений решения генеральной цели научно-технической политики в прогнозируемой области. Метод предусматривает следующую процедуру проведения работ.

Прежде всего четко формулируется генеральная цель и составляется перечень конечных целей $S_1, S_2, \ldots S_m$, достижение которых непосредственно ведет к выполнению цели генеральной.

Проводится первый тур экспертного опроса, задача которого составить предварительный список промежуточных целей $S_{m+1}, S_{m+2}, \ldots S_{m+n}$ и предварительный граф их соподчиненности. Каждого эксперта просят указать промежуточные цели, которых было бы полезно достичь для реализации той или иной из конечных целей. На основании ответов экспертов составляется предварительный список промежуточных целей. Проводя стрелки от каждой из промежуточных целей к соответствующей конечной цели, получим предварительный граф соподчиненности с логическими связями: промежуточные цели - эксперт, который их выдвинул - конечные цели. Предварительный граф будет представлять собой иерархическую структуру с количеством вершин $m+n+k$, где m — число конечных целей, n — число промежуточных целей, k — количество экспертов.

Для участия во втором туре привлекается более широкий круг экспертов, определяемый после анализа всех выдвинутых в первом туре промежуточных целей. Эксперты распределяются по нескольким сравнительно небольшим подгруппам для исследования каждой из $m+n$ ранее сформулированных целей. Из всего списка целей эксперту рекомендуется выделить те, достижение которых он считает совершенно необходимым, и дополнить список недостающими, по его мнению, событиями-целями и условиями их достижения. Второй тур раскрывает большую совокупность научно-технических, экономических, организационных предпосылок для выполнения промежуточных и конечных целей. Группа аналитиков составляет список промежуточных целей второго тура и от-

вечающий им граф соподчиненности. Возможно повторное обращение к некоторым экспертам для уточнения выдвигаемых ими условий, после чего окончательно отрабатывается список промежуточных целей. Последний служит исходной информацией для проведения третьего тура экспертизы.

Серия туров продолжается до тех пор, пока все или подавляющее большинство выдвинутых экспертами целей и условий не окажется "заземленными", т. е. такими, которые уже решены или не требуют для своего решения сложных научно-технических исследований и разработок.

По итогам всех туров сформировывается информационная модель достижения поставленной генеральной цели, а на ее основе строится прогнозный граф. При его построении анализируется адекватность выдвинутых условий, отыскиваются и устраняются циклы, петли, тупики, некоторые условия объединяются, отдельные отрабатываются, четко формируются "заземленные" условия. Составленный прогнозный граф является сетевой моделью, в которой нулевым уровнем является генеральная цель, первый уровень содержит все конечные цели, далее идут уровни промежуточных целей и условий, последний уровень включает в себя только "заземленные", фактически уже выполненные условия.

Дальнейший анализ графа группой управления позволяет обобщить и исследовать содержащиеся в нем варианты, альтернативы решения выдвинутых проблем, выделить общие и специфические для альтернатив научно-технические условия, дополнить направления реализации отдельных условий. Работа с графом включает в себя также вычисление вероятностных, временных и стоимостных его характеристик, позволяющих оценивать вероятность выполнения условий к тому или иному сроку, максимальных, средних и минимальных затрат времени и средств на различные выдвинутые условия.

Одной из положительных сторон рассматриваемого метода является ориентация на работу с графом в режиме диалога "человек — информационная система" с проверкой тех или иных гипотез, проигрыванием различных ситуаций, оценкой изменений вероятности достижения целей при пересмотре сроков свершения событий, выделяемых затрат и т. п. При поступлении от экспертов новой информации осуществляется пересмотр оценок, альтернатив, вариантов прогноза. По итогам пересмотра ЭВМ выдают запросы для обсуждения экспертами и аналитиками вновь сложившихся ситуаций. В общем прогнозный граф обладает определенными способностями к самоанализу и совершенствованию.

ГЛАВА V. НОРМАТИВНО-ЦЕЛЕВЫЕ МЕТОДЫ И МОДЕЛИ

1. Выявление целей развития

При рассмотрении общей классификации методов прогнозирования выделялись две разновидности моделей - изыскательские и нормативные. Различие между ними коротко характеризовалось тем, что изыскательские моделируют тенденции развития от прошлого к будущему, а нормативные формализуют передвижение от будущих целей к настоящему.

Описанные модели экстраполяции и эконометрические модели в подавляющем большинстве относятся к моделям изыскательского типа, базируются в основном на статистической информации; четко выраженные цели развития в этих моделях не фигурируют.

Переходя к моделям нормативного типа, прежде всего следует остановиться на процедурах выявления и формализации целей развития прогнозируемого объекта, поскольку прогноз исходит обычно из ряда возможных вариантов, альтернатив развития. Ценность, полезность различных альтернатив должна быть установлена с помощью целевых показателей, называемых критериями эффективности, критериями оптимальности. Критерий оптимальности в количественном выражении образует целевую функцию или функцию эффективности.

В некоторых прогнозных задачах оптимальное решение вполне может определяться достижением одной цели, оценкой по одному критерию оптимальности. Это, конечно, во многом упрощает поиск наилучшего решения, но для реальных ситуаций более характерны случаи, когда возможные альтернативы необходимо сопоставлять с достижением нескольких различных целей.

Многоцелевой характер большинства задач принятия решений создает определенные трудности при выборе наилучшей альтернативы. Довольно редко удается несколько целей привести к единству, выразить одной обобщенной целью, одним критерием. Но почти всегда возможны подходы, которые обеспечивают упорядочение, систематизацию многих целей. Один из таких подходов — это построение дерева целей.

В математической теории графов деревом называется связный граф, состоящий по меньшей мере из двух вершин и не имеющий замкнутых цепей — циклов. Пример дерева представлен на рис. 16.

Вершину типа A_0, которую принимаем за начальную точку дерева, называют корнем. Различные цепи, выходящие из A_0, изолированы друг от друга (как ветки дерева), циклы отсутствуют.

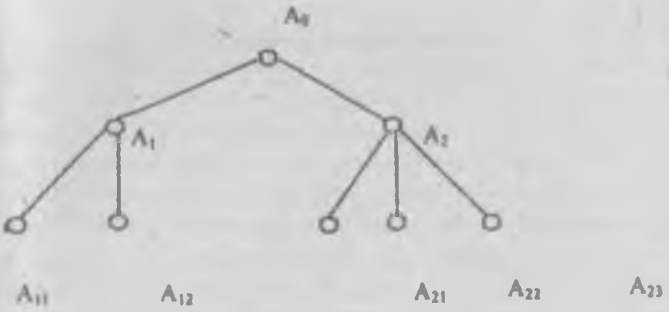

Рис. 16. Пример графа-дерева

При построении дерева целей для социально-экономических проблем важно исходить из требований системного подхода. Генеральная цель носит обычно достаточно обобщенный характер, но так или иначе отражает главную цель всего современного производства — удовлетворение потребностей общества. Подцели любого уровня обеспечивают достижение своей вышестоящей цели и в то же время сами являются целями для следующего более низкого уровня иерархии. Но это не означает, что цели высшего ранга сводятся к простой сумме целей более низко расположенного уровня. При переходе вниз от уровня к уровню цели приобретают все более конкретный и детализированный характер. Для генеральной цели обычно нельзя точно указать, кто, где, как и когда сможет ее выполнить. Для целей низшего уровня вполне допустимо определить, каким организациям их поручить, какие потребуются трудовые, материальные, денежные ресурсы, а также сроки исполнения.

Построение дерева целей в прогнозировании представляет собой довольно сложную и трудоемкую работу. Ее целесообразно начинать с составления консультантами или экспертами так называемого сценария, в котором отражаются происходящие в системе и окружающей среде основные процессы, делаются прогнозы ожидаемого развития, влияния научно-технического прогресса, изменений других более или менее важных факторов.

Исходя из сценария, разрабатывается первый вариант дерева целей, начиная с формулировки общей цели нулевого уровня и перемещаясь по уровням сверху вниз. На каждом очередном уровне цели определяются таким образом, чтобы полностью обеспечивать достижение целей предшествующего уровня. Пусть при этом будут сформулированы и включены даже "избыточные" цели, лишь бы не упустить каких-либо действительно необходимых.

В качестве подцелей могут выступать не только взаимно дополняющие, но и альтернативные варианты. Тогда первые варианты дерева целей представля-

ют собой графы с логикой "и/или", в которых необходим выбор альтернатив, как во многих процессах прогнозирования и принятия решений.

Таким образом, начальный вариант дерева может содержать избыток целей и его необходимо оценить, уточнить, желательно обработать количественно. На всех уровнях анализируются цели и связи между ними, определяются весовые коэффициенты, выполняются расчеты. Весовые коэффициенты должны оценивать значимость, важность тех или иных целей данного уровня относительно достижения вышестоящей цели. Коэффициенты важности определяются экспертами по 10-балльной шкале или в долях единицы.

Кроме того, не только качественно, но и количественно должны быть определены мероприятия и материально-технические средства, обеспечивающие достижение конкретных целей последнего, низшего уровня. Во многих случаях помимо стоимости оценивают и ожидаемый эффект, чтобы выбор лучших вариантов обосновывался сопоставлением затрат и эффекта.

2. Сетевые графики

Нормативный прогноз предусматривает, как правило, выполнение сложного комплекса взаимосвязанных операций, процедур, требующих определенных затрат времени и ресурсов, последовательно ведущих к достижению конечной цели. Упорядочение такого комплекса может значительно повысить практическую ценность, реализуемость прогноза. В моделировании сложных комплексов работ широкое распространение в последние десятилетия получили сетевые методы планирования и управления.

Основу сетевой модели разработки составляет сетевой график - наглядное отображение взаимосвязанного комплекса процедур. Главными элементами сетевого графика являются события (они обозначаются обычно кружочками) и работы (стрелки). Событие - это результат, состояние системы в момент достижения некоторой исходной, промежуточной или конечной цели разработки. Событие не имеет протяженности во времени. Работа — это протяженный во времени процесс, необходимый для свершения события. Иными словами, работой на графике может быть любая необходимая производственная, инженерно-конструкторская или другая операция, требующая затрат времени, трудовых и материальных ресурсов (правда, на графиках встречаются и так называемые фиктивные работы, которые не требуют затрат времени и ресурсов). Каждой работе графика соответствует одно начальное и одно конечное события.

Исходными данными для построения сетевого графика служат: перечень всех прогнозируемых работ; для каждой из них — указание непосредственно предшествующих ей работ; продолжительность каждой работы. События сначала могут не указываться, а определяться уже в процессе составления графика

Указанная последовательность работ изображается графически стрелками с введением кружочков-событий так, чтобы каждая работа от некоторого события начиналась и некоторым событием завершалась.

Первоначально составленный график контролируется с точки зрения соблюдения некоторых обязательных требований, в частности каждое промежуточное событие на графике должно иметь как входящие, так и выходящие стрелки; на графике не должно быть отдельных изолированных участков; недопустимо появление на графике контуров и петель; любые два события должны быть непосредственно связаны не более чем одной работой.

На базе составленного сетевого графика производятся расчеты, прежде всего по критерию времени. Заданной заранее является продолжительность t_{ij} работы i-j, выходящей из своего начального события i и входящей в конечное событие j. На сети, включающей все работы i—j, уже расчетным путем находится ряд числовых характеристик.

Сначала определяются ожидаемые (ранние) сроки наступления всех событий. Ранний срок t_j^p наступления некоторого конечного события j равен сумме раннего срока t_i^p наступления начального события i и продолжительности самой работы i—j. Если для события j входящими являются несколько работ, то из всех указанных сумм берут наибольшую. Таким образом

$$t_j^p = \max(t_i^p + t_{ij}).$$

Для первого события принимается $t_1^p = 0$. Значение t_n^p для самого последнего, заключительного события графика характеризует ожидаемый общий срок выполнения всего комплекса работ сетевого графика. Цепочка работ, определившая срок наступления заключительного события, является наиболее протяженным путем среди всех возможных путей сетевого графика. Последовательность работ между исходным и заключительным событиями графика, имеющая наибольшую общую протяженность во времени, называется критическим путем. Критическими называются также события и работы, расположенные на этом пути. Выявление критического пути имеет важное практическое значение. Руководители спрогнозированной разработки должны будут уделять первоочередное внимание своевременному выполнению критических работ, обеспечению их необходимыми трудовыми и материальными ресурсами, чтобы не сорвать срок завершения всего проекта. Если учесть, что в реальных сетевых графиках критические работы составляют лишь 10—15% общего числа работ, ясно, каким ценным орудием управления является метод критического пути в руках руководителей сложных разработок.

Определяются также поздние сроки наступления событий. Поздний срок t_i^n наступления события i равен разности между поздним сроком t_j^n наступления события j и продолжительностью работы i—j. Если из события i выходит не-

сколько работ, то берут наименьшую из указанных разностей, следовательно $t_i^n = \min(t_j^n - t_{ij})$.

При этом для завершающего события ранний и поздний сроки равны: $t_k^p = t_k^n$. Начав от завершающего события, можно по приведенной формуле последовательно найти поздние сроки для всех некритических событий.

Можно найти также резервы времени наступления событий. Резерв времени R_i наступления события i определяется как разность между поздним и ранним сроками, т. е. $R_i = t_i^n - t_i^p$.

Известные резервы времени своего выполнения могут иметь и некритические работы. Различают свободные и полные резервы времени работ. Свободный резерв времени R_{ij}^c работы $i—j$ находят вычитанием продолжительности работы $i—j$ и раннего срока наступления начального события i из раннего срока наступления конечного события j. Таким образом, $R_{ij}^c = t_j^p - t_{ij} - t_i^p$.

Полный резерв времени R_{ij}^n работы $i—j$ определяется вычитанием продолжительности работы $i—j$ и раннего срока наступления события i из позднего срока наступления события j. Следовательно, имеем $R_{ij}^n = t_j^n - t_{ij} - t_i^p$.

Определение резервов времени событий и работ сетевого графика имеет важное значение не только для этапа его разработки и корректировки, но и в ходе выполнения проекта.

На сетевом графике время выполнения каждой работы точно известно — детерминировано. При прогнозировании это предположение выполняется довольно редко, поскольку основное направление использования сетевых методов — это прогнозы новых сложных разработок, зачастую не имевших в прошлом вообще никаких аналогий. Поэтому чаще всего продолжительность выполнения работы сетевого графика является неопределенной, в математическом понимании случайной величиной.

Если известен закон распределения случайной величины, то нетрудно найти две ее важнейшие характеристики — среднее значение (математическое ожидание) и дисперсию. Однако применительно к работам сетевого графика уверенно судить о законе распределения конкретных работ обычно не удается. Практика сетевого планирования выработала для анализа сетевого графика со случайными длительностями работ определенную общую методику, которая достаточно рациональна и удобна, хотя, с точки зрения строгой теории, возможно, и не во всем безупречна. Рассмотрим основные положения этой методики.

По каждой работе $i—j$, точную продолжительность которой установить нельзя, на основании опроса исполнителей и экспертов определяются три временные оценки:

а) минимального времени a_{ij}, за которое может быть выполнена работа при самом благоприятном стечении обстоятельств (оптимистическая оценка);

б) максимального времени b_{ij}, которое потребуется на выполнение работы при самых неблагоприятных условиях (пессимистическая оценка);

в) наиболее вероятного времени m_{ij} выполнения работы при самых нормальных условиях.

Указанные три оценки являются основой для расчета средней ожидаемой продолжительности работы и ее дисперсии. При этом используется гипотеза о том, что распределение длительностей работ подчиняется определенному закону (так называемое β -распределение). Теоретически строго обосновать эту гипотезу довольно трудно, однако в эмпирическом смысле она дает возможность построить простые формулы для определения средней ожидаемой продолжительности τ_{ij} и дисперсии δ_{ij} при заданных a_{ij}, b_{ij}, m_{ij} для каждой работы:

$$\tau_{ij} = \frac{1}{6}(a_{ij} + 4m_{ij} + b_{ij});$$

$$\delta_{ij}^2 = \left(\frac{b_{ij} - a_{ij}}{6}\right)^2.$$

Величины τ_{ij}. определяют продолжительность выполнения работ на сетевом графике. На их основе рассчитываются сроки наступления событий и резервы времени. Процедуру расчета временных характеристик сетевого графика при случайной длительности работ рассмотрим на небольшом числовом примере.

На рис.17 изображен сетевой график, насчитывающий 5 событий и 6 работ. По каждой работе специалисты дали оценки минимальной, максимальной и наиболее вероятной длительности. Рассчитанные по приведенным выше формулам величины средней длительности работ и ее дисперсии показаны в последних столбцах табл. 1.

Таблица 1

Временные оценки сетевого графика

Работы	Оценки времени выполнения				Дисперсия среднего времени
	Минимальная a_{ij}	Максимальная b_{ij}	Наиболее вероятная m_{ij}	Средняя t_{ij}	σ_{ij}^2
1-2	5	9	6	6,33	0,44
1-3	2	7	5	4,83	0,69
1-4	4	10	8	7,67	1,00
3-4	9	14	11	11,17	0,69
2-5	7	13	10	10,00	1,00
4-5	1	4	3	2,83	0,25

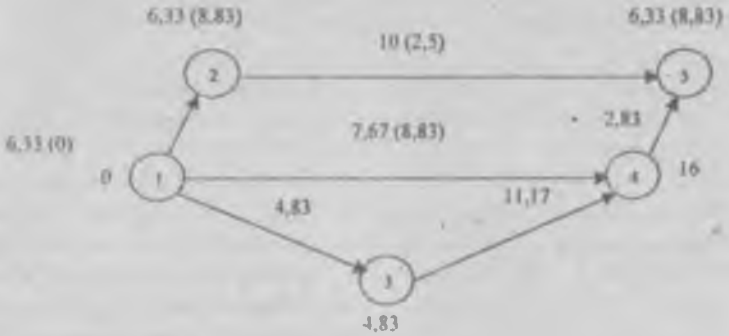

Рис. 17. Пример сетевого графика

Как видим, среднее время может быть меньше или больше наиболее вероятного или совпадать с ним. Время наступления события определяется суммой средних значений продолжительности работ на наиболее длительном пути, ведущем от исходного события к данному (как и в случае детерминированных длительностей). Дисперсия срока наступления события принимается равной сумме дисперсией длительности тех же работ наиболее протяженного пути, ведущего к событию.

Таким образом, принимаем, что случайный срок наступления события 3 (рис. 17) имеет среднее значение 4,83 дня, равное продолжительности работы 1—3, и дисперсию 0,69. К событию 4 от исходного события ведут два пути: через работу 1—4 и работы 1—3 и 3—4. Второй путь длиннее, поэтому срок наступления события 4 принимается 4,83+11,17= 16 дней, а его дисперсия 0,69+0,69 = 1,38. Если к этим величинам прибавить средний срок и дисперсию работы 4—5, то получим характеристики для завершающего события 5: время наступления 16+2,83= 18,83 дня, его дисперсия 1,38+0,25 = 1,63. На данном графике критический путь составляют работы 1—3, 3—4 и 4—5 с суммарной средней продолжительностью 18,83 дня. Найдем также, что срок наступления некритического события 2 составляет 6,33 дня, а его дисперсия равна 0,44. Средние сроки указаны у работ и событий на рис. 17, критический путь выделен жирными стрелками.

Процесс определения резервов времени событий и работ не отличается от соответствующего расчета в детерминированном случае. Так, средний свободный резерв времени работы 1-4 равен 16-7,67 - 8,33 дня, работа 2-5 имеет резерв 18,83-10-6,33 =-2,5 дня, работа 1-2 свободного резерва не имеет (свободные резервы указаны в скобках у работ на рис. 2). Единственное некритическое событие 2 имеет наиболее поздний допустимый срок наступления 18,83-10=8,83 дня со средним резервом времени наступления 8,83-6,33 = 2,5 дня.

При суждении о временных характеристиках событий сетевые методы опираются на центральную предельную теорему теории вероятностей, которая утверждает, что сумма большого числа независимых случайных величин (в данном случае длительностей работ) при некоторых общих условиях имеет нормальное распределение со средним значением, равным сумме средних значений этих величин и дисперсией, равной сумме их дисперсий.

Свойства нормального распределения позволяют легко определять весьма важные вероятностные оценки относительно тех или иных сроков наступления событий. В частности, определяется вероятность завершения всего комплекса работ к установленной дате. Хотя средний срок наступления завершающего события и определен, при большой дисперсии вероятны весьма значительные отклонения от этого срока. Это предопределяет необходимость весьма осторожного отношения к вычисленному среднему сроку завершения проекта.

Способ нахождения вероятностных оценок покажем на нашем примере, имея в виду, что делается это только в целях иллюстрации метода, так как о строгом применении центральной предельной теоремы к такой маленькой сети говорить не приходится.

Известно, что средний срок t_k завершения всех работ графика на рис.17 составляет 18,83 дня с дисперсией δ^2_k, равной 1,63. Определим, какова вероятность выполнения комплекса работ за соответствующий целевым установкам срок t_y=20 дней. Для этого вычислим отношение разности сроков к среднему квадратическому отклонению (корню квадратному из дисперсии) и по таблицам нормального распределения найдем соответствующую вероятность. Относительное отклонение от среднего срока в нашем примере составит:

$$\frac{t_y - t_k}{\delta_k} = \frac{20 - 18.83}{1.27} = 0{,}92$$

Относительному отклонению 0,92 в таблице нормального распределения соответствует вероятность 0,821. Это означает, что имеется 82 шанса из 100, что работы будут завершены за 20 дней или ранее, и 18 шансов, что этот срок будет превышен.

Если установленный срок равен 21 дню, то относительное отклонение от среднего срока составит:

$$\frac{21 - 18.83}{1.27} = 1.71$$

Ему соответствует вероятность 0,956, которая означает, что о завершении работ не позднее 21 дня можно говорить с гораздо большей степенью уверенности.

Аналогично можно оценивать и различные сроки наступления промежуточных событий. Вероятность наступления событий к вычисленному среднему

сроку или ранее может быть равна только 0,5. Это обстоятельство нужно постоянно учитывать при анализе сетевых графиков со случайной длительностью работ.

Различие между сетями с детерминированной и случайной длительностью работ не следует смешивать с различием между детерминированными и стохастическими сетями. Последнее различие связано со структурой самого сетевого графика. Описанные выше сети, в которых все работы графика необходимо выполнять в заданной последовательности, являются детерминированными, хотя бы работы и имели случайную длительность. Однако встречаются проекты, особенно при прогнозировании работ исследовательского характера, когда на некоторых этапах дальнейшие содержание и порядок работ зависят от неизвестного заранее результата предшествующего события. Например, может быть предусмотрено несколько вариантов строительства предприятия по обработке сырья с мощностью, зависящей от результатов разведки запасов этого сырья. Тогда на графике от "решающего" события, означающего результат проведения разведки месторождения, должно отходить несколько обособленных комплексов работ, соответствующих различным вариантам строительства предприятия. Фактически будет выполняться только один из этих комплексов, но какой именно - заранее неизвестно, а может быть оценено лишь с некоторой вероятностью. Такие сети называются стохастическими. Методы анализа их разрабатываются на основе теории вероятностей. Стохастическая сеть, как и детерминированная, может характеризоваться детерминированной или случайной длительностью работ.

Наряду с задачей достаточно точного определения временных оценок в экономических прогнозах особое значение приобретают вопросы анализа сетевых моделей с точки зрения затрат трудовых, материальных, денежных ресурсов и их эффективного распределения и использования.

3. Прогнозирование с помощью метода экспоненциального сглаживания

В прогнозировании экономических процессов применяется также метод экспоненциального сглаживания.

Суть данного метода состоит в том, что близкие значения экономического показателя оказывают большое влияние на будущее, а воздействие дальних значений постепенно, по экспоненциальному закону, затухает и становится пренебрежительно малым. Достоинством метода экспоненциального сглаживания является то, что он лучше отражает реальный экономический процесс, и поэтому прогнозы, полученные с его помощью, являются более надежными. Использование данного метода основано на том, что значение экономического

показателя x_t в момент времени t больше зависит от величины x_{t-1}, чем от величины $X_{t,N+1}$. Временный ряд может быть разложен на две составляющие - детерминированную (f_t)и случайную (E_t):

$$y_t = f(t) + E_t,$$

где $f(t)$ -детерминированная часть; E_t - случайная составляющая.

Если в изучаемом интервале времени коэффициенты управления, описывающего тренд, остались постоянными, то для построения модели прогноза вполне можно применить метод наименьших квадратов. Часто, однако, бывает так, что в рассматриваемом периоде эти коэффициенты меняются во времени. Очень трудно уловить такие скачки для коротких временных рядов.

Поскольку уровни временного ряда в периоде (n+l) в определенной степени зависят от величин, достигнутых за несколько предыдущих моментов времени (n-i), то именно этим уровням временного ряда целесообразно придавать наибольшой вес. Остальные уровни в то же время нельзя исключать из анализа, так как они все же дают некоторые сведения о процессе. Все это и составляет метод экспоненциального сглаживания, разработанный Р.Брауном. Сущность этого метода состоит в следующем. Временный ряд сглаживается с помощью взвешенной скользящей средней, в которой вес подчиняется экспоненциальному закону. Взвешенная скользящая средняя с экспоненциально распределенными весами характеризует значение процесса в конце интервала сглаживания, т.е. является средней характеристикой последних уровней ряда. Эти свойства используются для прогнозирования.

Пусть имеем временный ряд $y_t (t = \overline{1,n})$ и он описывается номиналом p-й степени:

$$y_t = a_0 + a_1 t + \frac{a_2}{2!} t^2 + \ldots + \frac{a_p}{p!} t^p + E_t = \sum_{i=0}^{p} \frac{a_i}{i!} t^i + E_t . \qquad (1)$$

Необходимо составить по данным ряда y_t прогноз на момент времени (n+l), (l=1,L) путем взвешивания наблюдений ряда y_t так, чтобы более поздними наблюдениями придавались большие веса, чем более ранним.

Прогноз уравнений ряда Y_t в момент времени t+l , t=n может быть построен с помощью разложения в ряд Тейлора:

$$y^*_{t+l} = y_t^{(0)} + l y_t^{(1)} + \frac{l^2}{2!} y_t^{(2)} + \ldots + \frac{l^{(k)}}{k!} y_t^{(k)} + \ldots + \frac{l^{(P)}}{P!} y_t^{(P)} \qquad (2)$$

где $y^{(k)}_t$ -производная, взятая в момент.

Согласно теореме, доказанной Брауном и Майером, любая производная (k=0,1) уравнения (2) может быть выражена через линейные комбинации экспоненциальных средних до (P+1) -го порядка. Основной целью экспоненциального сглаживания при этом является вычисление рекуррентных поправок оценок коэффициентов управления вида (1).

Поясним понятие экспоненциальной средней первого порядка для ряда y_t назовем:

$$S_t^{[1]}(y) = \alpha \sum_{i=0}^{\infty} (1-\alpha)^i y_{t-i}, \qquad (3)$$

где α -параметр сглаживания ($0<\alpha<1$).

Экспоненциальной средней k-го порядка для ряда y_t назовем:

$$S_t^{[k]}(y) = \alpha \sum_{i=0}^{\infty} (1-\alpha)^i S_{t-i}^{[k-1]}(y). \qquad (4)$$

Брауном выведена следующая рекуррентная формула для определения экспоненциально - сглаженной величины:

$$S_t^{[1]}(y) = \alpha S_t^{[k-1]}(y) + (1-\alpha) S_{t-1}^{[k]}(y). \qquad (5)$$

Новая экспоненциальная средняя равна предыдущей плюс доля (α) от разности между новыми наблюдениями и предыдущими сглаженными значениями уровней. Можно показать вычисление t из ранее сглаженных величин. Возьмем, например, экспоненциальную среднюю первого порядка

$$S_t^{[1]}(y) = \alpha y_t + (1-\alpha) S_{t-1}^{[1]}(y). \qquad (6)$$

Тогда

$$S_t^{[1]}(y) = \alpha y_t + (1-\alpha)[\alpha y_{t-1} + (1-\alpha) S_{t-1}^{[1]}(y)] = 2y_t + \alpha(1-\alpha) y_{t-1} + (1-\alpha)^2 [\alpha y_{t-2} +$$

$$+ (1-\alpha) S_{t-2}^{[1]}(y)] = \alpha y_t + \alpha(1-\alpha) y_{t-1} + \alpha(1-\alpha)^2 y_{t-2} + \ldots + \alpha(1-\alpha)^t y_{t-t} + \ldots + \alpha(1-\alpha), y_0 =$$

$$= \alpha \sum_{i=0}^{t-1} (1-\alpha)^i y_{t-i} + (1-\alpha)^t y_0. \qquad (7)$$

Функция (5) является линейной комбинацией всех прошлых наблюдений. Веса, передаваемые всем предшествующим уровням, убывают в геометрической прогрессии. Так, если параметр сглаживания α=0,3, то уровень для момента времени будет иметь вес 0,3. Веса для предыдущих наблюдений соответственно равны 0,21; 0,147; 0,1029 и т.д.

Исходя из рекуррентной формулы (5), все производные в разложении (2) могут быть получены по уравнениям:

$$\begin{aligned}
&S_t^{[1]}(y) = \alpha y_t + (1-\alpha) S_{t-1}^{[1]}(y) \\
&S_t^{[2]}(y) = \alpha S_t^{[1]} + (1-\alpha) S_{t-1}^{[2]}(y) \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\
&S_t^{[k]}(y) = \alpha S_t^{[k-1]}(y) + (1-\alpha) S_t^{[k-1]}(y) \qquad (8) \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\
&S_t^{[n]}(y) = \alpha S_t^{[n-1]}(y) + (1-\alpha) S_t^{[n]}(y).
\end{aligned}$$

Пусть, например, линейная модель включает только первые два члена.

$$Y = a_0 + a_1 + E_t. \qquad (9)$$

Для того, чтобы выразить коэффициенты уравнения (9) через экспоненциальные средние, необходимо на основании теоремы Брауна-Майера получить

систему уравнений, связывающих оценку коэффициентов a_0 и a_1 с экспоненциальными средними
$S_t^{[1]}(y)$ и $S_t^{[2]}(y)$:

$$\left.\begin{aligned} S_t^{[1]}(y) &= a_0 + \frac{1-\alpha}{\alpha} a_1 \\ S_t^{[2]}(y) &= a_0 + \frac{2(1-\alpha)}{\alpha} a_1 \end{aligned}\right\} \qquad (10)$$

Решив систему (10) относительно, получим:

$$a_0 = 2S_t^{[1]}(y) - S_t^{[2]}(y)$$

$$a_1 = \frac{1}{1-\alpha}[S_t^{[1]}(y) - S_t^{[2]}(y)].$$

Прогноз для случая (2) рассчитывается по формуле:

$$y_{t+l}^* = a_0 + l a_1 .$$

Ошибка прогноза при этом определяется следующим образом:

$$\tau_{t+l} = \tau_\varepsilon \sqrt{\frac{\alpha}{(2-\alpha)^3}[1 + 4(1-\alpha) + 5(1-\alpha)^2 + 2(4-3\alpha)l + 2\alpha^2 l^2}} , \qquad (11)$$

где τ_ε -средняя квадратическая ошибка, вычисленная для отклонений от линейного тренда.

Из формулы (5) видно, что для проведения процедуры сглаживания необходимо задать начальную величину (условие) $S_{t-1}^{[k]}(y)$. Как правило, задаются начальные условия из определенных экономических соображений, например, исходя из величины шага. При этом для прогноза используется не весь временный ряд, а только часть его. Это позволяет значительно сократить объем информации для прогнозирования.

Для линейной модели начальные условия определяются следующим образом:

$$\left.\begin{aligned} S_0^{[1]}(y) &= a_0 - \frac{1-\alpha}{\alpha} a_1 \\ S_0^{[2]}(y) &= a_0 - \frac{2(1-\alpha)}{\alpha} a_1 \end{aligned}\right\} \qquad (12)$$

Для выделения коэффициентов a_0 и a_1 Браун рекомендует брать коэффициенты уравнения тренда, полученные методом наименьших квадратов.

При прогнозировании с помощью метода экспоненциального сглаживания одной из основных проблем является выбор оптимального значения параметра сглаживания α. Ясно, что при разных значениях результаты прогноза будут различными. Если величина α близка к единице, то это приводит к учету при прогнозе в основном лишь последних наблюдений; если же величина α близка к нулю, то при прогнозе учитываются почти все наблюдения. Вес наблюдения, отстоящего на период от наблюдаемого момента, равен $\alpha(1-\alpha)^n$. Если есть уве-

ренность, что начальные условия достоверны, следует использовать небольшую величину параметра сглаживания ($\alpha \approx 0$). Когда параметр сглаживания мал, то функция $S_t(y)$ ведет себя как средняя из большего числа прошлых уровней. Если нет достаточной уверенности в достоверности начальных условий, то следует использовать большую величину α, что приведет к учету при прогнозе, в основном, последних наблюдений. Надо отметить, что небольшие изменения α мало сказываются на результатах прогноза. До сих пор точного метода выбора оптимальной величины α не имеется. Браун предлагает определять величину α по следующей формуле:

$$\alpha = \frac{2}{m+1}, \qquad (13)$$

где m - число наблюдений, входящих в интервал сглаживания.

Оценим суммарный вес C последних m наблюдений при параметре сглаживания, определенном по этой формуле. Ее нетрудно привести к виду:

$$1-\alpha = \frac{m-1}{m+1}.$$

Тогда суммарный вес C равен:

$$C = \alpha\sum_{i=0}^{m-1}(1-\alpha)^i = 1-(1-\alpha)^m = 1-\left(\frac{m-1}{m+1}\right)^m \approx 1-\frac{1}{e^2} = 0{,}865 \quad (m \geq 10). \qquad (14)$$

Отсюда видно, что около 87% веса при $m \geq 10$ придается последним наблюдениям.

Для квадратичной модели имеется следующее уравнение:

$$y_t = a_0 + a_1 t + \frac{1}{2}a_2 t^2 + E_t. \qquad (15)$$

Для нахождения коэффициентов уравнения a_0, a_1 и a_2 требуется решить систему из трех уравнений с тремя неизвестными:

$$\begin{aligned} S_t^{[1]}(y) &= a_0 - \frac{1-\alpha}{\alpha}a_1 + \frac{(1-\alpha)(2-\alpha)}{2\alpha^2}a_2 \\ S_t^{[2]}(y) &= a_0 - \frac{2(1-\alpha)}{\alpha}a_1 + \frac{(1-\alpha)(3-2\alpha)}{\alpha^2}a_2 \\ S_t^{[3]}(y) &= a_0 - \frac{3(1-\alpha)}{\alpha}a_1 + \frac{3(1-\alpha)(4-3\alpha)}{2\alpha^2}a_2 \end{aligned} \qquad (16)$$

Отсюда

$$a_0 = 3\left[S_t^{[1]}(y) - S_t^{[2]}(y)\right] + S_t^{[3]}(y)$$

$$a_1 = \frac{\alpha}{2(1-\alpha)^2}\left[(6-5\alpha)S_t^{[1]}(y) - 2(5-4\alpha)S_t^{[2]}(y)\right] + (4-3\alpha)S_t^{[3]}(y)$$

$$a_2 = \frac{\alpha^2}{(1-\alpha)^2}\left[S_t^{[1]}(y) - 2S_t^{[2]}(y) + S_t^{[3]}(y)\right].$$

Прогноз для квадратической модели (15) осуществляется по формуле:

$$y_{t+\tau}^* = a_0 + a_1 t + \frac{1}{2}a_2 t^2. \qquad (17)$$

Ошибка прогноза рассчитывается по следующей формуле:

$$\tau_{\hat{y}_{t+\tau}} \approx \tau_{\varepsilon}\sqrt{2\alpha+3\alpha^2+3\alpha^2 l^2}. \quad (18)$$

Начальные условия для квадратичной модели имеют следующий вид:

$$S_0^{[1]}(y) = a_0 - \frac{1-\alpha}{\alpha}a_1 + \frac{(1-\alpha)(2-\alpha)}{2\alpha^2}a_2$$

$$S_0^{[2]}(y) = a_0 - \frac{2(1-\alpha)}{\alpha}a_1 + \frac{(1-\alpha)(3-2\alpha)}{\alpha^2}a_2 \quad (19)$$

$$S_0^{[3]}(y) = a_0 - \frac{3(1-\alpha)}{\alpha}a_1 + \frac{3(1-\alpha)(4-3\alpha)}{2\alpha^2}a_2.$$

При обсуждении вопроса о возможности применения метода экспоненциального сглаживания для прогнозирования экономических процессов остановимся на следующих важнейших моментах.

1. Метод экспоненциального сглаживания, разработанный для анализа временных рядов, состоящих из большого числа наблюдений, при изучении экономических временных рядов часто не дает желаемого результата. Это объясняется тем, что экономические временные ряды бывают слишком короткими (15-20 наблюдений), и в случае, когда темпы роста и прироста исследуемых величин велики, как показывает опыт, метод не "успевает" отразить все изменения.

2. Для нахождения оценок коэффициентов сглаживания номинала используется рекуррентная процедура, позволяющая при конечном числе наблюдений получить приближенное решение задачи, причем приближение тем точнее, чем больше число набяюдений.

3. Проблема выбора начальных условий принципиально сводится к оценке погрешности метода, а вопрос выбора оптимального значения параметра сглаживания α для своего решения требует постановки задачи.

ГЛАВА VI. ДЕМОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОГНОЗЫ

1. Виды прогнозов народонаселения

Народонаселение стран, отдельных регионов приобретает с течением времени постоянные изменения в своей численности и структуре. Меняются уровни рождаемости и смертности, продолжительность жизни, доля трудящихся, а также школьников и пенсионеров, число браков, разводов и количество семей, соотношение городских и сельских жителей и т. д. Без исследования этих процессов нельзя правильно планировать и управлять социально-экономическим развитием общества. Поэтому социально-экономическое прогнозирование в его достаточно широком понимании немыслимо без демографических прогнозов.

В системе демографических прогнозов можно выделить пять основных видов, очень тесно между собою связанных. Во-первых, это прогнозы общей численности населения страны. К ним относятся и определяющие эту численность прогнозы рождаемости, смертности, продолжительности жизни.

Во-вторых, выделим прогнозы возрастно-половой структуры населения. В них определяется на перспективу численность мужчин и женщин по различным возрастным группам. Это необходимо знать для обоснования всевозможных социально-экономических расчетов. Прежде всего, прогнозируемая численность населения трудоспособных возрастных групп служит основным источником данных для оценки располагаемых объемов трудовых ресурсов народного хозяйства на тот или иной будущий период. Перспективы дальнейшего роста общей численности населения определяются долей потенциальных матерей-женщин в возрасте 18—45 лет. Число населения в детских возрастных группах позволяет правильно установить потребность в яслях, детсадах, школах, детских медицинских учреждениях, а значит и потребность в учителях, врачах-педиатрах. Численность лиц пенсионного возраста необходимо знать для планирования работы органов социального обеспечения, медицины для пожилых людей. Без прогнозов половозрастного состава населения нельзя правильно планировать и структуру производства, например, выпуска одежды и обуви.

Третья разновидность демографических прогнозов касается семей — их общей численности и распределения по числу членов семьи, количеству детей. Семейный фактор влияет, конечно, на общий рост населения, но кроме того, знание численности и состава семей необходимо для обоснованной разработки всех социальных программ удовлетворения потребностей и роста благосостояния. Ведь в качестве первичной потребляющей единицы выступает, как правило, не отдельное лицо, а семья. От числа семей и их состава зависит правильность долговременного планирования жилищно-коммунального хозяй-

ства, производства товаров длительного пользования (от мебели, телевизоров, холодильников до автомобилей), продуктов питания.

В-четвертых, выделяются прогнозы миграции населения регионов. Различают миграцию внешнюю — межгосударственное перемещение населения и внутреннюю миграцию — межрегиональные потоки внутри страны. Без учета миграции внутренней нельзя правильно оценить на будущее население республик, краев, областей, районов, соотношение городского и сельского населения. При этом миграция воздействует не только на общую численность, но и на возрастно-половую структуру населения региона, а значит на изменение уровня рождаемости, смертности, доли трудоспособного населения.

В-пятых, отметим прогнозирование социально-демографической структуры населения как страны в целом, так и регионов. Сюда относятся численность и удельный вес рабочих, крестьян, служащих, их профессиональная и образовательная структура, число учителей, врачей, научных работников и т. д., вплоть до студентов и пенсионеров.

По периоду упреждения демографические прогнозы отличаются от чисто экономических. Различают краткосрочные, среднесрочные и долгосрочные демографические прогнозы. Критерием для их формирования служит так называемая длина поколения — это разница в годах между средним возрастом родителей и их детей, она принимается за 30 лет.

Краткосрочными считаются демографические прогнозы на несколько лет вперед. Они достаточно точны и служат важной информацией для разработки пятилетних планов, программ, а также для более продолжительных демографических прогнозов.

Среднесрочные прогнозы населения составляются на период порядка 30 лет, т. е. примерно на длину поколения. Эти прогнозы для страны в целом тоже довольно точны, поскольку через 30 лет и родителями, и трудящимися будет в основном уже родившееся население, численность, структура которого известна. Сложнее с региональными прогнозами, поскольку затруднено надежное предвидение миграции на 30 лет вперед, ибо на миграцию влияет очень много факторов.

Долгосрочные прогнозы выходят за пределы 30 лет. Для регионов они обычно не составляются, но и для страны в целом дают не слишком точные оценки, поскольку трудно правильно оценить на много лет вперед изменение рождаемости и смертности, не говоря уже о миграции. Тем не менее ориентировочные расчеты производятся вплоть до столетия, например, специалисты ООН оценивают численность населения планеты к 2075 году в 12 млрд. человек. Фактически, конечно, цифра может оказаться совсем другой.

В классификации демографических прогнозов отметим также их подразделение на одновариантные и многовариантные. Краткосрочные прогнозы обыч-

но одновариантны, другие могут быть и многовариантными. Последние учитывают разные ("низшие", "средние", "высшие") режимы прироста населения, прежде всего уровни рождаемости и смертности, а также различные варианты миграции и другие факторы. Составляются обычно три-четыре варианта, но бывает и большее их число.

2. Методы демографического прогнозирования

Тенденции изменения численности населения стран, регионов характеризуются достаточной стабильностью, резких колебаний (за исключением военных лет) не испытывают. Поэтому естественны попытки использования для демографических прогнозов сравнительно простых методов, в частности методов экстраполяции на основе уравнений трендов. Во многих исследованиях использовано экспоненциальное уравнение, оно достаточно точно описывает, скажем, рост населения для периода 1725—1917 годы. Приемлемым оказалось и гиперболическое уравнение. Так, для описания закономерности роста населения земного шара за несколько последних столетий была применена функция

$$S_m = \frac{c}{t_0 - t},$$

где S_m — численность населения земного шара в году t, млн. чел.; c — параметр уравнения; t_0 — предельный параметр (год) для расчета.

С вычисленными параметрами уравнение роста населения планеты получило вид:

$$S_m = \frac{206960}{2030 - t}$$

Для длительного периода 1900—1960 годы среднее квадратическое отклонение, рассчитанных по уравнению величин S_m от фактических, составило всего ± 1,8%.

В целом же современная демография рассматривает оценку численности населения по одной, даже удачно подобранной формуле, как излишне приближенный подход. В прогнозировании считается необходимым учитывать возрастно-половую структуру населения, интенсивность рождаемости и смертности, тенденции изменения этих показателей. С учетом таких факторов действует ведущий в демографии метод перспективных расчетов населения — метод передвижки возрастов.

Исходной информацией для метода передвижки возрастов служат данные о половозрастной численности населения на начало текущего или какого-либо прошлого года, например, года всеобщей переписи населения страны. Общая идея метода состоит в том, что число лиц определенного возраста на начало

следующего года будет равно численности людей на год моложе на начало текущего года за вычетом числа умерших за год в этом возрасте.

Предположим, нас интересует прогноз численности мужчин 18-летнего возраста на 1 января 2000 года. Обозначим эту величину как S_{18}. Известна величина S_{17} — численность 17-летних юношей на 1 января 1999 года. Если из S_{17} вычесть число умерших в этой группе за 1999 год, то получим величину S_{18}. Вместо вычитания числа умерших обычно пользуются коэффициентом передвижки в следующий возраст, или коэффициентом дожития. Коэффициент передвижки для нашего примера обозначим P_{17}. Он определяется из так называемых таблиц смертности, как отношение числа живущих в возрасте 18 лет к числу живущих в возрасте 17 лет. При этом "число живущих"— это не фактическая численность людей, а расчетная величина, получаемая в таблицах смертности в виде долей единицы или долей от 100000. Итак, коэффициент передвижки P_{17} покажет, какая часть, какая доля достигших 17 лет доживает до 18 лет. Поэтому такой коэффициент называют еще коэффициентом дожития. Теперь для получения прогноза S_{18} числа 18-летних мужчин на 1 января нужно численность S_{17} 17-летних на 1 января 1999 года умножить на коэффициент P_{17} передвижки для этого возраста, то есть:

$$S_{18} = S_{17}P_{17}.$$

В общем случае передвижка возрастов от x к $x+1$ осуществляется по формуле $S_{x+1}=S_xP_x$.

Зная для каждой возрастной группы обоих полов величины S_x и P_x, можно получить прогнозные значения S_{x+1} для всех возрастных групп, кроме одной, группы новорожденных в возрасте от 0 до 1 года.

Таким образом, общая численность населения страны на перспективу зависит от уже имеющейся численности и структуры населения и от возрастных уровней рождаемости и смертности. Но эти уровни на перспективу не совпадут с существующими в настоящем и прошлом. Один из наиболее важных аспектов прогнозирования численности населения — оценка на предстоящий период показателей рождаемости и смертности. Общая тенденция заключается в снижении как смертности (что, конечно, положительно), так и рождаемости (что для СНГ, в отличие, скажем, от КНР, уже отрицательно).

Ожидаемые уровни показателей рождаемости и смертности на перспективу можно рассчитать на основе данных прошлой статистики методом экстраполяции. Для краткосрочных демографических прогнозов это вполне допустимо. Но для среднесрочного, тем более долгосрочного прогнозирования экстраполяция показателей рождаемости и смертности уже неприемлема. Нужны более сложные подходы, учитывающие воздействие многих социально-экономических факторов, в частности, медицинских прогнозов снижения заболеваемости и смертности от различных болезней, перспектив улучшения жи-

лищных и социально-бытовых условий жизни и т. д. В целом же демография не располагает пока надежными методами предсказания интенсивности рождаемости и смертности на десятилетия вперед.

3. Прогнозы миграции населения региона

Прогнозирование численности и структуры населения в целом может в первом приближении выполняться без учета внешней миграции, поскольку ее доля очень невелика. Но демографические прогнозы для регионов должны обязательно строиться с учетом миграции населения.

Миграция изменяет не только общую численность населения, но и его половозрастную структуру. Например, в связи с оттоком молодежи из областей Нечерноземья РСФСР, в 60-е и 70-е годы население в этих областях значительно "постарело". Напротив, в республиках Средней Азии миграция из сельской местности невелика и сравнительно высока рождаемость, поэтому здесь доля молодого населения не падает, а возрастает.

Для регионов коэффициенты миграции рассчитываются обычно в промилле. Коэффициент прибытия равен среднему числу прибывших в этот регион в расчете на 1000 человек его населения. Среднее число выбывших из региона на 1000 человек его населения даст коэффициент выбытия. Вычисляется также разница между коэффициентами прибытия и выбытия, эта разница называется коэффициентом чистой миграции или коэффициентом сальдо миграции. Он может оказаться со знаком плюс или минус — соответственно, если прибытие больше или меньше выбытия. Коэффициенты прибытия, выбытия, чистой миграции исчисляются как для всего населения региона, так и отдельно по каждой половозрастной группе.

Прогноз численности населения с учетом миграции производится в два этапа. На первом этапе определяется естественное изменение численности методом передвижки возрастов. Берется, как уже отмечалось, сложившаяся половозрастная структура населения, ожидаемые уровни рождаемости и смертности и проводится вычисление по половозрастным группам на будущее — чаще всего на год или на 5 лет вперед.

На втором этапе в полученную численность населения по группам вносятся поправки на влияние миграции. Для этого полученная численность по каждой группе умножается на соответствующие коэффициенты чистой миграции (сальдо миграции) и, с учетом их знака, рассчитанные величины поправок прибавляются или вычитаются из общей численности группы, найденной на первом этапе.

Такой подход допускает одно упрощение: считается, что у мигрирующих и постоянно проживающих на территории региона людей уровни рождаемости и

смертности одинаковы. Это не всегда верно, хотя в большинстве случаев к заметным ошибкам не приводит.

Как уже отмечалось, одним из ведущих направлений демографического прогнозирования является перспективная оценка размеров и состава семей. От семейных характеристик населения во многом зависят уровень рождаемости, величина и структура потребностей в жилье, в товарах и услугах. В силу социально-экономических условий, национальных традиций численность и состав семей значительно различаются в республиках, экономических районах, городских и сельских поселениях, поэтому изучать, прогнозировать семейные структуры практически полезнее не по стране в целом, а по регионам. Семейный состав населения со временем меняется, но тенденции этих изменений достаточно стабильны, например, постоянное сокращение доли многодетных семей во всех регионах. Стабильность тенденций позволяет в прогнозировании семей достаточно надежно использовать методы экстраполяции, исходя из сложившейся динамики. В табл.2 приведены данные, характеризующие изменение во времени структуры семей сельских жителей.

Таблица 2

Распределение семей сельских жителей в Узбекистане по числу детей в возрасте до 16 лет, %

Год	Всего семей	Из них с числом детей				
		1	2	3	4	5 и более
1981	100,0	16,1	18,9	21,0	15,3	28,7
1999	100,0	14,9	18,1	19,7	20,4	26,9

Достаточно ясна тенденция этой структуры: снижение доли семей как малодетных, так и многодетных, рост удельного веса семей со средним числом детей. В других республиках страны, особенно европейских, тенденции несколько иные, они сводятся прежде всего к постоянному росту доли малодетных семей. Почти везде семьи сельского населения более многодетны, чем городского. Значит, прогнозировать семьи следует не только по отдельным регионам, но и внутри регионов — для населения городского и сельского. Это относится, кстати, и для перспективных расчетов общей численности населения, поскольку уровень рождаемости у женщин, проживающих в городах и селах, неодинаков. Отметим также, что к прогнозированию семей должны примыкать прогнозы браков и разводов, тоже различных по величине, удельному весу для разных регионов, для города и села.

Практически представляет интерес прогнозирование социально-демографических структур, в частности, перспективные расчеты численности и удельного веса рабочих, служащих, крестьян, научных работников, студентов,

лиц различных профессий, образовательного уровня, пенсионеров и т. д. Некоторые показатели спрогнозировать сравнительно просто, например, численность студентов или пенсионеров, другие, скажем, профессиональную структуру — сложнее. Применяются в основном методы экстраполяции, а также нормативно-целевые расчеты, другие подходы.

Для социально-экономического прогнозирования особенно важны перспективные расчеты трудовых ресурсов. Для этого необходимо знать численность населения в трудоспособном возрасте, т. е. мужчин в возрасте 16—59 лет и женщин в возрасте 16—54 лет. Из этой численности вычитается число неработающих инвалидов I и II группы и пенсионеров трудоспособного возраста. Прибавляется ожидаемое число работающих в народном хозяйстве лиц старше трудоспособного возраста и подростков. В итоге будет получен прогноз общей численности трудовых ресурсов.

ГЛАВА VII. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОЦИАЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

1. Принципы социального прогнозирования

Социальное прогнозирование занимается исследованием многосторонних социальных процессов на всех уровнях общественной жизни. Оно охватывает социальную структуру общества, образ жизни и потребности людей, социальных групп, общества в целом, социальные аспекты экономики, здравоохранения, образования, культуры. Роль социального прогнозирования резко возросла за последние годы, поскольку социальные проблемы перемещены на уровень неотложных первоочередных задач всего развития общества.

Изучению и прогнозированию подвергается прежде всего образ жизни как широкий комплекс трудовых, бытовых, общественных условий существования индивида, коллектива, социальной группы, всего общества. Этот комплекс включает в себя следующие основные проблемы:

-ускоренный рост производительности труда во всех отраслях производства;

-активизация работника, его широкое участие в управлении, развитии самоуправления;

-установление полной социальной справедливости, равного права каждого на вознаграждение за труд, равных прав на удовлетворение потребностей;

-выравнивание условий труда и обеспечение высокой его содержательности, преодоление существенных различий между умственным и физическим трудом;

-ликвидация существенных различий в условиях труда и быта между городом и деревней;

-повсеместное обеспечение населения максимально широким ассортиментом продовольственных товаров;

-обеспечение полным набором высококачественных промышленных товаров;

-предоставление населению всесторонних бытовых услуг;

-совершенствование системы общественного питания;

-обеспечение каждой семьи отдельной благоустроенной квартирой или домом;

-совершенствование системы общественного транспорта и связи;

-увеличение свободного времени, повышение культуры быта и досуга;

-удовлетворение потребностей в печатной информации, в ознакомлении с новинками театрального, изобразительного и других искусств;

-обеспечение всех потребностей в здравоохранении, в медицинском обслуживании населения;

-совершенствование системы массовой физической культуры и спорта, туризма;

-повышение эффективности образования от начального до высшего;

-всесторонняя охрана материнства и детства;

-забота о лицах пожилого возраста, трудоустройство желающих работать пенсионеров;

-эффективная охрана окружающей среды;

-ликвидация антиобщественных явлений, искоренение преступности, наркомании, пьянства;

Исследование этих проблем, анализ их динамики практически завершается разработкой системы социальных прогнозов, включая прогнозы развития жилищно-коммунального хозяйства, розничного товарооборота, общественного питания, бытового обслуживания населения, пассажирского транспорта, связи, народного образования и подготовки кадров, здравоохранения, санаторно-курортного дела, культуры и искусства, физкультуры, спорта, туризма.

Эти прогнозы не охватывают, однако, все аспекты такой категории, как образ жизни. Образ жизни — понятие чрезвычайно широкое, многие его показатели носят чисто качественный характер, количественные их прогнозы невыполнимы. Более узким и доступным для математической формализации является понятие уровня жизни как степени удовлетворения всевозможных потребностей членов общества. Естественно, чтобы можно было оценивать степень удовлетворения потребностей, важно изучить и знать сами потребности как комплекс условий, необходимых биологически и социально для нормального функционирования личности.

Потребности допускают несколько классификаций, но наиболее существенным является их разделение на потребности материальные и духовные. К материальным относят потребность в продуктах питания, одежде, обуви, жилье и ее обстановке, в различных услугах, к духовным — потребность в содержательном труде, общественной деятельности, познании, эстетических наслаждениях, самоутверждении, приятном досуге и др. Материальные потребности определяются сочетанием биологических и социальных факторов жизнедеятельности, потребности духовные складываются в основном под воздействием социальной среды.

Исследовать и прогнозировать потребности довольно сложно, особенно за пределами чисто физиологических потребностей. Здесь трудно обойтись без систематического изучения общественного мнения. Но и это не всегда приносит четкую информацию, ведь многие потребности кажутся безграничными и для самих потребителей. Возникает необходимость обращаться к другим показателям.

Потребности конкретизируются в потребительском спросе на всевозможные товары и услуги. Под спросом понимается обычно реальный платежеспособный спрос, т. е. такой запрос на товары и услуги, который фактически может быть реализован потребителем за счет имеющихся у него денежных средств. В этом смысле спрос отличается от потребностей, так как ощущаемая потребность не всегда может быть обеспечена платежеспособными возможностями потребителя.

Потребности и спрос находят свое конечное выражение в потреблении. Оно представляет собой действительное использование человеком всевозможных благ для удовлетворения своих нужд. Категории спроса и потребления достаточно близки, хотя между ними и существуют определенные различия. Во-первых, в потребление входят блага, распределяемые бесплатно, выдаваемые в натуре за счет оплаты труда, получаемые из личного подсобного хозяйства. К платежеспособному спросу эти блага не относятся, значит, такое различие приводит к определенному превышению потребления над спросом. Во-вторых, весь платежеспособный спрос может быть реализован в потреблении лишь при том условии, что потребитель всегда находит необходимый ему товар с желаемым качеством и свойствами в нужном ему месте и в нужное время. Известно, что эти условия в силу дефицитности отдельных товаров, недостатков в работе торговой сети далеко не всегда выполняются. Это обстоятельство приводит к тому, что часть спроса остается неудовлетворенной и здесь спрос превышает потребление.

Изучение спроса и потребления играет существенную роль в социально-экономических исследованиях и прогнозировании. Величина и структура спроса и потребления непосредственно характеризуют уровень жизни на данном этапе общественного развития. Исследования в этой области очень важны для планирования и прогнозирования производства и товарооборота. Нет сомнения, что производство активно влияет на спрос и потребление, но нельзя не учитывать и обратного влияния потребностей на всю систему общественного производства. Торговля должна предлагать потребителям товары такого ассортимента и количества, которые покрывают платежеспособный спрос. Соответственно должны предусматриваться на будущее номенклатура и объемы производства потребительских товаров.

При разработке социальных прогнозов используются различные методы прогнозирования. Эффективные результаты дают опросы, причем не только экспертов, но и массовые опросы населения. В частности, органы статистики систематически ведут в нашей стране обследования бюджетов десятков тысяч семей рабочих, служащих, колхозников. Практикуются и разовые массовые опросы населения, которые применяются в основном для исследования потребностей, спроса, потребления, т. е. для социальных прогнозов. Они почти не ис-

пользуются для экономического, научно-технического прогнозирования (в отличие от опросов экспертов).

В социальном прогнозировании находят свое применение и методы моделирования, причем для разработки как поисковых, так и нормативных прогнозов. Поисковый подход реализуется в построении и анализе уравнений трендов для спроса, потребления, других показателей, в составлении для них эконометрических факторных моделей. При разработке нормативных прогнозов необходимо располагать данными о национальных нормах потребления различных товаров и услуг. Физиологически необходимые, научно обоснованные нормы потребления продуктов питания устанавливаются достаточно точно и почти не меняются во времени. Труднее сформировать нормы потребления непродовольственных товаров и различных услуг, тем более что они заметно изменяются с течением времени. Еще сложнее нормировать духовные потребности, часто в этом направлении моделирование исключается, остаются лишь экспертные оценки.

2. Прогнозирование спроса и потребления

Наиболее распространенными прогностическими моделями спроса и потребления являются уравнения регрессии, отражающие зависимость потребления (спроса) от времени или от влияющих на них факторов. Применение уравнений трендов не отличается от общих принципов экстраполяции. Ведущим направлением прогнозного моделирования является исследование влияния различных факторов на уровень и структуру спроса и потребления. Среди них социально-экономического, демографического, природно-географического, психологического характера. Естественно, что сила влияния различных факторов неодинакова, кроме того, одни факторы влияют на потребление практически всех видов товаров и услуг, другие не носят такого всеобщего характера.

К числу важных факторов, имеющих большое значение для формирования спроса и потребления, относятся следующие:

1. Уровень доходов потребителей. Доходы, несомненно, являются решающим фактором, который обусловливает складывающуюся величину и структуру как платежеспособного спроса, так и потребления. Наряду с текущими денежными доходами в исследованиях нередко учитывают и такой фактор, как имеющиеся у населения сбережения.

2. Уровень и соотношение цен на товары и услуги. Структура и величина спроса и потребления во многом определяются действующими ценами, и изменение последних может заметно повлиять на общую картину потребления.

3. Количественный и половозрастной состав семей, поскольку в качестве первичной потребляющей единицы выступает, как правило, не отдельный индивидуальный потребитель, а семья.

4. Производство и состояние рынка - предложения товаров. Влияние этого фактора слабее, если предложение товара повседневно покрывает спрос, тогда фактически спрос и потребление такого товара совпадают. Сильнее фактор предложения действует на уровень потребления дефицитных товаров. По таким товарам динамика потребления полностью определяется динамикой предложения, а спрос может превышать потребление во много раз.

5. Потребление во многом зависит от географического размещения потребителей, условий климата, от национальных и местных традиций и обычаев, вкусов и моды. В отличие от предыдущих четырех эта группа факторов труднее поддается выявлению, а в особенности - количественной конкретизации.

Для анализа и прогнозирования строятся однофакторные и многофакторные модели спроса и потребления. В однофакторных уравнениях в качестве независимой переменной чаще всего выступают доходы потребителей или расходная часть доходов. Наряду с текущими доходами в модели нередко включаются и сбережения, а иногда и ожидаемые будущие доходы. Функции спроса в зависимости от доходов рассчитывают обычно для отдельных групп товаров.

С изменением уровня доходов заметно меняется вся структура потребления. Наиболее общая закономерность, подмеченная еще в прошлом столетии, заключается в том, что с увеличением доходов уменьшается удельный вес расходов на питание (хотя абсолютно они обычно растут) при одновременном увеличении доли расходов на одежду, обувь, мебель, гигиену, культурно-просветительные нужды.

Математическая форма функций спроса от доходов может быть различной. Расчеты по данным семейных бюджетов и торговой статистики показали, что по большинству товарных групп зависимость спроса от расходной части доходов хорошо описывает степенная зависимость вида $y = a_0 x^{a_1}$, которая в логарифмах линейна:

$$\log y = \log a_0 + a_1 \log x.$$

Покажем несколько вычисленных по данным розничного товарооборота функций спроса от расходной части доходов по товарным группам:

мука, хлеб, хлебобулочные изделия — $\log y = 3{,}838 + 0{,}453 \log x$;

мясо и мясопродукты — $\log y = 2{,}642 + 1{,}007 \log x$;

одежда и белье — $\log y = -2{,}762 + 1{,}028 \log x$;

ювелирные изделия — $\log y = -39{,}510 + 3{,}828 \log x$.

Значительный интерес представляют и коэффициенты эластичности спроса (потребления). Коэффициент эластичности отражает относительное изменение спроса (потребления) на единицу относительного изменения фактора,

т.е. показывает, на сколько процентов изменяется спрос или потребление при изменении величины фактора на 1%.

Отмечалось и то, что в степенной функции коэффициент эластичности постоянен и равен коэффициентам регрессии. Иными словами, в приведенной выше функции спроса коэффициент эластичности от дохода равен a_1. Этот коэффициент дает содержательную характеристику различных товаров. В частности, в зависимости от его величины принято делить товары на четыре группы:

— малоценные товары, для них коэффициент эластичности отрицателен, т.е. с ростом доходов спрос на них уменьшается; это отдельные продукты со сравнительно низкими потребительными свойствами (например, маргарин в сравнении со сливочным маслом);

— товары с малой, но положительной эластичностью (меньшей единицы); в приведенном примере к этой группе относятся мука, хлеб, хлебобулочные изделия, для которых коэффициент эластичности спроса равен 0,453;

— товары со средней эластичностью, для которых коэффициент эластичности близок к единице, т. е. спрос растет примерно такими же темпами, как доходы; в нашем примере к третьей группе следует отнести мясо и мясопродукты, а также одежду и белье;

— товары с высокой эластичностью (большей единицы); в приведенном примере это ювелирные изделия, коэффициент эластичности равен 3,828, т. е при росте доходов на 1% спрос на них возрастает почти на 4%.

Нужно учитывать, что потребительские расходы на товары и величина коэффициента эластичности определяются не только количеством приобретаемых товаров, но и их ценами. В нашем примере положительная эластичность спроса на муку и хлебопродукты обусловлена скорее всего не увеличением их покупаемого количества с ростом доходов, а повышением качества, сортности, а значит и цен.

В многофакторные модели потребления может включаться целый ряд факторов: уровень доходов и сбережений, размер и состав семей, миграция населения, уровень цен данных и других товаров, достигнутая величина потребительских запасов (особенно по товарам длительного пользования), сдвиги в объеме и структуре предложения, потребление из личного подсобного хозяйства и др. Практически в большинстве многофакторных моделей фигурируют два наиболее сильных по воздействию и заметно колеблющихся фактора: доходы и размер семьи. Значительно влияют и цены, особенно при расширении роли рыночных механизмов.

Приведем в качестве примера предложенную Д. Тобиным модель спроса на продукты питания:

$$y_i = A x_1^{a_1} x_2^{a_2} P_1^{b_1} Q^{b_2} K^{b_3}.$$

В этом уравнении y_t — потребление семьей продуктов питания в году t, x_t — доход семьи в году t; x_{t-1} — доход семьи за предыдущий год; P_t — индекс цен на продукты питания в среднем за год по сравнению с предыдущим годом; Q_t — индекс цен на другие потребительские товары в среднем за год по сравнению с предыдущим годом; h_t — число семьи в году t.

По каждому из факторов могут определяться коэффициенты эластичности. Наряду с эластичностью от дохода представляют интерес коэффициенты эластичности спроса от цен. Такой коэффициент показывает, на сколько процентов изменяется спрос при изменении цены товара на 1%. Этот коэффициент является, как правило, величиной отрицательной: с повышением цены товара спрос на него уменьшается, а с понижением цены — растет.

Теоретически спрос на какой-либо товар зависит не только от цены этого товара, но и от всех других цен. Для мало связанных друг с другом товаров эта зависимость может быть весьма слабой. Вряд ли кто-нибудь возьмется исследовать зависимость спроса на хлеб от изменений цен на автомобили. Иное дело, когда речь идет о товарах взаимозаменяемых или взаимодополняющих друг друга. Если, например, повышаются цены на баранину, то можно ожидать заметного увеличения спроса на говядину. Это взаимозаменяемые продукты. Бензин и автомобили являются примером взаимодополняющих товаров; есть убедительная статистика о том, как в ряде капиталистических стран при росте цен на бензин заметно сокращался спрос на автомобили.

Коэффициент эластичности спроса на какой-либо товар от цены другого товара называют коэффициентом перекрестной эластичности спроса. Из предыдущих рассуждений ясно, что для взаимозаменяемых товаров коэффициент перекрестной эластичности является положительной величиной (с ростом цены одного из взаимозаменяемых товаров растет спрос на другой товар), а для товаров, взаимодополняющих этот коэффициент, отрицателен.

Своеобразным показателем является коэффициент эластичности спроса на те или иные группы товаров от общего объема товарооборота. Зная такие коэффициенты, можно по ожидаемым изменениям общего товарооборота прогнозировать товарооборот по группам товаров.

Спрос и потребление моделируют, прогнозируют не только по различным вещественным товарам, но также по всевозможным услугам и духовным потребностям.

3. Нормативные модели потребления

Анализ проблем потребления был бы неполным, если бы все выводы, рекомендации, прогнозы в этой области опирались только на статистические данные о фактических объемах и структуре спроса и потребления. Фактическое

потребление не всегда и не во всем является рациональным, соответствующим научно обоснованным рекомендациям (примерами могут служить потребление табака, злоупотребление спиртными напитками и т. п.). Кроме того, из статистики могут выпасть некоторые нетоварно распределяемые блага, возникающие новые потребности, переоценка предпочтений. Поэтому наряду со статистическими, поисковыми моделями разрабатываются нормативные модели потребления, основанные на научных рекомендациях.

Основными представителями нормативных моделей потребления могут выступать нормативные бюджеты семей. Нормативный бюджет — это комплекс товаров и услуг, составленный с ориентацией на определенный размер, состав и материальную обеспеченность семей. Полный нормативный бюджет охватывает продовольственные товары, непродовольственные промышленные товары и услуги. Составляются также нормативные бюджеты, включающие только продукты питания.

Различают нормативные бюджеты трех основных видов: прожиточный минимум, бюджет достатка и рациональный бюджет. Прожиточный минимум — это нормативный бюджет с минимальной суммой жизненных благ, необходимых для существования взрослого рабочего и его семьи. Это нижняя нормативная граница потребления, обеспечивающая воспроизводство рабочей силы. Бюджет достатка характеризует высокий уровень потребления, соответствующий в данных конкретно-исторических условиях понятию достатка в семье. Рациональный бюджет представляет собой комплекс товаров и услуг, обеспечивающий практически полное удовлетворение разумных, научно обоснованных потребностей человека. Это верхняя нормативная граница потребления, дающая возможность полного и всестороннего физического и духовного развития членов общества.

Наиболее обоснованными в настоящее время являются нормативные расчеты бюджетов по продуктам питания. Это связано с тем, что в силу ведущей роли продовольственных товаров в общем бюджете семей потребление этой группы товаров исследовалось более широко и тщательно. Имеется еще одно важное обстоятельство, повышающее обоснованность нормативных расчетов по питанию: наука устанавливает оптимальные физиологические нормы различных питательных веществ, необходимых человеческому организму. Модель определения набора продуктов питания, содержащего нормативные количества питательных веществ, может быть представлена в форме задачи линейного программирования.

Составим список продуктов питания, которые могут войти в нормативный набор; предположим, число этих продуктов равно n. Составим также перечень питательных веществ, необходимых организму; это калории, белки, углеводы, жиры, витамины, аминокислоты общим количеством r веществ. В модели

предполагаются величины: a_{ij} — количество i-го питательного вещества, содержашееся в единице j-го продукта питания; b_i — физиологическая норма потребления i-го питательного вещества; p_j — цена единицы j-го продукта питания.

Неизвестными величинами x_j являются количества различных продуктов питания в нормативном наборе. Задача состоит в определении такого набора продуктов, который содержит в необходимых количествах все виды питательных веществ и имеет при этом минимальную общую цену. При построении модели не имеет принципиального значения, ведется ли расчет на одного человека или на семью, на сутки или на месяц, год и т. п.

Математически модель формулируется так:

минимизировать $p_1 x_1 + p_2 x_2 + \ldots + p_n x_n$

при условиях:

$$a_{11}x_1+a_{12}x_2+\ldots+a_{1n}x_n \geq b_1$$
$$a_{21}x_1+a_{22}x_2+\ldots+a_{2n}x_n \geq b_2$$
$$a_{m1}x_1+a_{m2}x_2+\ldots+a_{mn}x_n \geq b_m$$
$$x_j \geq 0$$

Полученный в результате решения этой задачи набор продуктов будет удовлетворять всем требованиям по содержанию питательных веществ и иметь минимальную стоимость, но скорее всего будет обладать и существенным недостатком — ограниченностью, "бедностью" набора, так как основное преимущество в оптимальном решении получит небольшое число питательных и недорогих продуктов. Поэтому предпринимались попытки совершенствования приведенной модели с тем, чтобы обеспечить в наборе достаточное разнообразие продуктов. Один из простых способов заключается в том, что по ряду продуктов, которые фактически обычно присутствуют в рационах питания (скажем, мясо, рыба и т. п.), в условиях задачи вводятся требования минимального их содержания в нормативном наборе. Если по j-му продукту нижняя граница нормируемого потребления определяется величиной q_j, то в условиях приведенной модели добавляются ограничения $x_j \geq q_j$.

С помощью таких условий можно обеспечить любое разнообразие набора, но практически стремятся вводить не слишком много таких ограничений, иначе искомый набор продуктов окажется, по существу, заранее предрешенным. Кроме того, отметим, что получаемая "диета", поскольку она имеет минимальную стоимость, пригодна в основном для определения прожиточного минимума, а никак не рационального бюджета. По всем этим причинам приведенная модель играет лишь вспомогательную роль в расчетах нормативных бюджетов.

В полный нормативный бюджет помимо продуктов питания входят также промышленные товары и услуги. Нормативные расчеты потребления непродо-

вольственных товаров осложняются тем, что для этих товаров отсутствуют нормы, аналогичные физиологическим научным нормам по питанию. Расчеты по непродовольственным группам товаров ведутся исходя из рациональных нормативных оценок потребления, определяемых, в частности, экспертными методами. Используют также статистические данные о фактически сложившемся потреблении этих товаров, в том числе (для рациональных бюджетов) о структуре потребления в хорошо обеспеченных семьях, например, семьях крупных ученых или деятелей культуры.

Представляет интерес разработка нормативных бюджетов для семей различного численного и половозрастного состава. Расчет семейных бюджетов позволяет учесть нормы как индивидуального, так и общественного потребления. Если определены нормы c_{ij} индивидуального потребления (в натуре) i-го товара j-ой половозрастной группой, нормы g_i затрат на общесемейное потребление товаров или услуг i-го вида, известны цены P_i товаров (услуг) по видам, то расходная часть H нормативного бюджета семьи определенной численности и половозрастного состава формируется следующим образом:

$$H = \sum_i \sum_j c_{ij} P_i + \sum_i g_i P_i.$$

При анализе семейного бюджета необходимо учитывать то обстоятельство, что значительная часть потребностей обеспечивается сегодня за счет общественных фондов потребления.

Для подготовки нормативно-целевых социальных прогнозов необходимо сначала изучить, в какой степени насыщены в текущем периоде нормативы потребностей. Естественно, что в дальнейших прогнозных разработках следует уделить первоочередное внимание лучшему удовлетворению тех потребностей, которыми сейчас наименее насыщены.

В целом получение обоснованных социальных прогнозов требует взаимоувязки поисковых и нормативных методов и моделей. Поисковый, статистический подход принимает в расчет, что будущая структура потребления еще долго будет во многом определяться сложившимися тенденциями, традициями, привычками и вкусами. С другой стороны, нельзя не учитывать и возможностей активного воздействия на спрос и потребление, их приближения к рациональным нормативам путем соответствующего влияния на объем и качество производства, на предложение, рекламу, цены.

ГЛАВА VIII. НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ

1. Общая концепция прогнозирования науки и техники

Одним из решающих факторов социально-экономического развития, повышения всего общественного производства, постоянного роста жизненного уровня населения является научно-технический прогресс. Научно-технический прогресс воздействует на все стороны и элементы социально-экономической системы: на создание новой техники и технологии, новых разновидностей сырья, материалов, энергии, обновление и повышение качества потребительских товаров, совершенствование трудовых ресурсов, организации и управления производством. Научно-технический прогресс привел к глубоким процессам интеграции науки и производства, к превращению науки в непосредственную производительную силу общества.

Научно-технические прогнозы разрабатываются во всей системе экономических, демографических, социальных, экологических и других прогнозов. Единство этих прогнозов достигается их ориентацией на достижение общих социально-экономических целей, организацией рациональной системы обработки и обмена прогнозной информацией, управленческой централизацией работ по прогнозированию на базе единого координационного плана, увязывающего в себе отдельные прогнозы.

Прогнозы должны выявить наиболее вероятные пути и средства развития науки и техники, эффективные альтернативы научно-технического прогресса, их обеспеченность трудовыми, материальными, денежными ресурсами. В области науки прогнозируются перспективные научные исследования и разработки, тенденции научно-технического прогресса, вероятные сроки решения крупных научных проблем, их эффективность, ресурсное обеспечение. В области техники прогнозы охватывают процессы развития технических систем, основы их функционирования, конструктивные особенности, сроки и ресурсы для их реализации.

Необходимо также охватить в прогнозах перспективные связи науки, техники, производства и потребления, совершенствование производственного потенциала, технической базы отраслей народного хозяйства, изменения в важнейших технологических процессах, в производстве различных видов продукции, повышение уровня управления народным хозяйством, воздействие на охрану окружающей среды.

Многогранность указанных аспектов прогнозирования ведет к рекомендации составления дерева целей. В его построении следует ориентироваться на достижение мирового уровня научно-технического прогресса, на развитие интеграции с другими странами. При разработке дерева целей необходимо обес-

печить четкость и строгость формулировки каждой цели, сопоставимость целей на каждом уровне по их масштабу, значимости, возможность ранжирования, количественных оценок по всем целям.

В научно-техническом прогнозировании определенные трудности вызывает пока не полное решение ряда общеметодических вопросов, связанных с развертыванием прогноза во времени, соотношением планов и прогнозов, взаимосвязью научного, технологического, экономического и социального аспектов прогнозирования. Если говорить более конкретно, то необходимо решить такие проблемы:

- разработка методики синтезирования научно-технических, экономических и социальных прогнозов, обеспечение взаимной увязки и последовательности научно-технического и социально-экономического прогнозирования;
- применение в научно-технических прогнозах оригинальных экономических оценок, в том числе оценок эффективности, унификация основных технико-экономических показателей для получения обобщающих оценок конечного эффекта по всем направлениям научно-технического прогресса;
- выработка обоснованных методов оценки социальных, экологических последствий научно-технического прогресса в обозримых перспективах;
- проведение непрерывного научного прогнозирования, использование его результатов на всех этапах составления народнохозяйственных планов, достижение совместимости показателей и другой информации, применяемых в прогнозировании и планировании;
- разработка логико-информационного и экономико-математического механизма использования прогнозов в народнохозяйственных планах, целевых комплексных программах, системах управления;
- создание межотраслевого банка научно-технических прогнозов и информационных моделей для их разработки и применения.

Таким образом, прогнозирование должно служить одним из важнейших элементов управления научно-техническим прогрессом.

2. Задачи и методы научно-технического прогнозирования

Научно-техническое прогнозирование по сути своей должно выработать вероятностные суждения о целях и направлениях развития науки и техники, об их соответствии социально-экономическим потребностям, выявить наиболее эффективные альтернативы научно-технического прогресса и сопутствующих условий экономического роста, определить вероятные сроки решения важных научных, технологических, производственных проблем, перспективные связи науки, техники, производства. Возникающие конкретные задачи во многом за-

висят от содержательных характеристик изучаемой стадии научно-технического прогресса. Таких стадий можно выделить шесть:

1. Фундаментальные исследования.
2. Прикладные исследования.
3. Опытно-конструкторские разработки.
4. Подготовка производства.
5. Переход к серийному производству.
6. Эксплуатация потребителями.

Рассмотрим прогнозные задачи, возникающие на каждой из этих стадий.

Фундаментальные исследования играют основополагающую роль в развитии науки. Они направлены на изучение закономерностей живой и неживой природы, общества, человека, их взаимозависимости, на расширение и углубление всех наших научных знаний. Фундаментальные исследования приносят новые открытия о законах, явлениях и процессах в природе и обществе. Прогнозирование фундаментальных исследований на начальной стадии решает задачи оценки существующего состояния научных направлений и проблем, еще нерешенных вопросов, вероятных пределов развития исследуемых процессов. Выявляются возможные и желательные сферы расширения наших знаний об изучаемых проблемах. Далее необходимо определить пути решения сформулированных научных проблем вплоть до ожидаемых в этой области фундаментальных открытий. Эксперты достаточно четко представляют себе, какие открытия назревают в той или иной отрасли науки, но это относится в основном лишь к "названию" открытия, а как, где, когда оно будет сделано — на такой вопрос не берутся обычно ответить и самые крупные специалисты. Отсюда сложность и значительная неопределенность прогнозов фундаментальных исследований и полная недопустимость их планирования.

Прикладные исследования базируются на результатах фундаментальных разработок и развивают их в направлении практического использования, т. е. создания новой техники, технологии, конструкционных материалов, информационных систем, экономических методов управления. Проводится анализ потребностей в новых средствах и предметах труда, а также научно-технических и организационно-технических предпосылок, условий их создания и применения в производстве. Осуществляется отработка и выбор альтернатив формирования новых технических систем. В прикладных исследованиях четко прослеживается экономическая целесообразность и ожидаемая эффективность создания и внедрения новой техники и технологии, их влияние на ускорение научно-технического прогресса. В отличие от фундаментальных разработок прогнозы прикладных исследований вполне могут содержать расчеты их возможной стоимости, необходимого обеспечения квалифицированными специалистами, потребностей в оборудовании, приборах, других ресурсах.

Опытно-конструкторские разработки характеризуются дальнейшим усилением практической направленности исследований. Здесь реализуется уже опытная проверка возможностей создания новых изделий или систем. Опытно-конструкторский этап исходит из государственных стандартов, определяющих строгие требования к документации, последовательности выполнения конструкторских, проектных, технологических работ, испытаний экспериментальных образцов. Опытно-конструкторская разработка закончена, когда новое изделие или система полностью готовы к массовому выпуску или использованию. В прогнозах опытно-конструкторских разработок содержатся по новым изделиям или системам оценки их прогрессивности по мировому уровню, стоимости и эффективности, затрат всевозможных трудовых и материальных ресурсов.

Стадия подготовки производства предусматривает создание производственных мощностей для освоения выпуска новых изделий. Появление таких мощностей возможно за счет расширения, реконструкции, модернизации действующих предприятий или путем проектирования и строительства новых предприятий, опытно-промышленных установок. В прогнозах необходимо учитывать известные преимущества реконструкции и модернизации действующих предприятий по сравнению с созданием новых. Во-первых, сроки реконструкции часто не превышают 1—2 года, тогда как строительство и освоение новых предприятий затягивается на 5—7 лет, и вначале перспективные изделия уже устаревают. Во-вторых, реконструкция требует обычно значительно меньших капиталовложений на единицу прироста мощностей, чем новое строительство. Значит, обоснованные на предыдущих этапах достижения научно-технического прогресса реализуются путем реконструкции действующих предприятий быстрее и дешевле. Прогноз подготовки производства включает в себя рациональные варианты реконструкции, модернизации, нового строительства, оценки объемов и источников капиталовложений, потребностей в ресурсах.

Переход к серийному производству, как и следующая стадия — эксплуатации, в большей мере, чем предыдущие стадии, объединяют задачи научно-технического и экономического прогнозирования. Следует предусматривать факторы заинтересованности предприятий в переходе к серийному производству новых изделий, поскольку устоявшийся выпуск давно освоенной продукции воспринимается часто как более выгодная работа. В прогнозах необходимо учитывать, что переход к новым изделиям должен обновлять у их производителей и собственную научно-техническую базу — технологию, используемое оборудование, материалы, организацию и производительность труда.

На стадии эксплуатации объектами прогнозирования являются уже не производители, а потребители новых изделий. Необходимо как можно точнее установить круг этих потребителей, мероприятия по внедрению в эксплуатацию новой техники, других изделий, оценки эффективности их внедрения. Це-

несообразно оценить также сроки эксплуатации новинок, периоды их морального и физического устаревания, замены. Интересно, конечно, знать и по возможности сокращать весь жизненный цикл научно-технических новшеств — от начала исследований, опытно-конструкторских разработок, через подготовку производства и Переход к серийному выпуску и эксплуатации до устаревания и снятия с производства и эксплуатации. Поскольку речь идет о новинках, пока лишь задуманных учеными, эти сроки директивно запланировать нельзя, но прогнозировать можно и нужно.

В научно-техническом прогнозировании применяются все рассмотренные ранее методы - как логико-эвристические так и моделирование. Общее влияние материализованного и автономного технологического прогресса на экономический рост оценивается с помощью динамизированных производственных функций. По стадиям прогнозирования методы заметно меняются. Прогнозы фундаментальных исследований разрабатываются в основном с помощью экспертных оценок, в частности метода Дельфы. По прикладным исследованиям к чисто экспертным оценкам добавляются комплексные методы прогнозирования — метод прогнозного графа и другие. Полезен также метод анализа патентной информации, весь ход выполнения прикладных исследований реализуется в заявках на открытия, авторских свидетельствах на изобретения.

На последующих стадиях неопределенность, свойственная исследованиям, значительно уменьшается, а значит, расширяются возможности применения методов моделирования. На стадии опытно-конструкторских разработок в прогнозах используют экспертные оценки, анализ патентной информации, экстраполяцию, динамический межотраслевой баланс, сетевые модели. Эти же методы с добавлением эконометрического, имитационного моделирования применяются на стадиях прогнозирования подготовки производства, перехода к серийному производству, эксплуатации потребителями.

3. Прогнозирование потребности в новой продукции

Для обоснованности научно-технических прогнозов, особенно на стадиях подготовки производства, серийного производства и эксплуатации необходимо иметь возможно более точные представления о размерах потребности в новой продукции — новой технике, либо материалах, либо предметах потребления. Это особенно важно потому, что одним из самых больших упущений, недостатков нашей экономики в годы застоя было несоответствие объемов производства, номенклатуры, качества как освоенной, так и новой продукции действительным потребностям общества. Для правильного управления экономикой, в том числе наукой и техникой, необходимо располагать достаточно надежными данными о текущей и перспективной потребности в продукции требуемого ко-

личества, ассортимента, технического уровня и качества как для сферы производства, так и сферы потребления. Рассмотрим методику прогнозирования потребности в новой технике, представленной на рис.18.

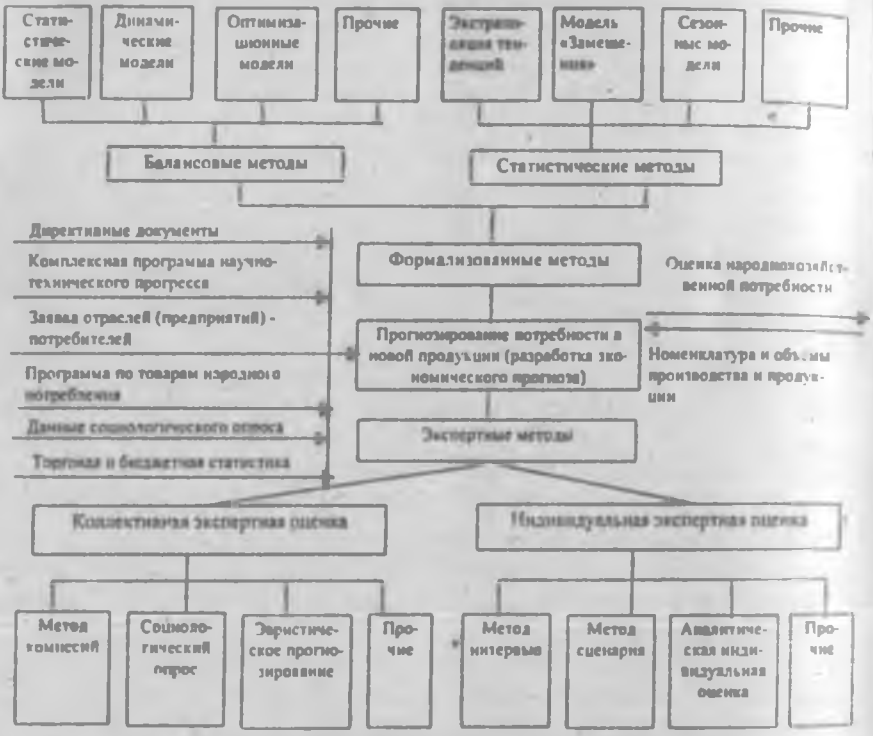

Рис.18. Схема прогнозирования потребности в новой технике

По технике производственного назначения основная информация о потребности вытекает из заявок отраслей, предприятий-потребителей. Для наиболее важной в народном хозяйстве техники потребность можно определять на основе Комплексной программы научно-технического прогресса в республике, а также директивных документов, в частности — решений и постановлений правительства. Источниками информации о потребностях в товарах народного потребления служат данные торговой и бюджетной статистики, социологических опросов, программы по товарам народного потребления.

Непосредственная разработка прогнозов потребности может осуществляться с применением формализованных или экспертных методов. В свою очередь формализованные методы подразделены на балансовые и статистические.

Для выявления потребности отраслей в продукции межотраслевого характера можно пользоваться моделями межотраслевого баланса—статистического и динамического. Статистическая модель позволяет рассчитывать межотраслевые потребности и поставки главным образом предметов труда — сырья, материалов, топлива, энергии. Для установления потребности в оборудовании, механизмах, других средствах труда необходимо построение динамической модели межотраслевого баланса, определение коэффициентов приростной фондоемкости. Межотраслевые балансы обеспечивают сбалансированность, но не оптимизацию межотраслевых связей. Для нахождения наиболее эффективных размеров потребностей в средствах производства могут быть рекомендованы оптимизационные модели типа динамической модели линейного программирования.

Из группы статистических методов наиболее часто для прогнозирования потребности применяется экстраполяция тенденций. Методы экстраполяции позволяют оценить потребность в новых изделиях, в основном уже прошедших стадию подготовки производства, серийного производства или эксплуатации. Используется также модель "технологического замещения", в которой постадийно анализируются процессы подготовки и производства новых изделий, что позволяет учесть неравномерность в изменении потребности.

Потребности в некоторых изделиях, в том числе в новой технике, имеют заметные сезонные колебания, например, поквартальные или помесячные потребности в сельскохозяйственной технике, водном транспорте и т. д. В еще большей степени сезонные изменения опроса характерны для товаров народного потребления. В этих случаях возникает необходимость в построении и применении сезонных моделей.

Формализованные методы достаточно эффективны, но все же они базируются на данных статистики, а значит, должны относиться к новым изделиям, по которым уже завершены опытно-конструкторские разработки либо имеются хорошие аналоги. Для совершенно новых, только зарождающихся изделий оценить потребности можно лишь с помощью экспертных методов. На схеме (рис. 18) указан метод комиссий. Он предусматривает разработку перспектив развития новой техники комиссией экспертов, которая проводит регулярные заседания и составляет соответствующий документ. Социологические опросы — это опросы населения для оценки потребности в основном в товарах народного потребления. Эвристическое прогнозирование включает в себя построение "дерева спроса" на новые изделия с использованием, например, метода Дельфи.

В прогнозировании потребности в новой продукции, как и в других объектах прогнозирования, целесообразно обеспечить комплексный подход, т. е. сочетание экспертных и формализованных методов и моделей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдуллаев А. Прогнозирование научно-технического прогресса. –Ташкент: Узбекистан, 1980.
2. Абдуллаев А. НТП в промышленности Узбекистана: управление и прогнозирование. –Ташкент: Мехнат, 1990.
3. Абдуллаев О. Иктисодий процессларни моделлаштириш. – Тошкент: 1989.
4. Абдуллаев О. Келажак бугундан бошланади. – Тошкент: 1990.
5. Автоматизированные информационные технологии в экономике. /Под ред. Г.А.Титоренко. –М.: 1998.
6. Анализ и моделирование трудовых показателей. –М.: 1999.
7. Анчишкин А. Наука-техника-экономика.—М.: Экономика, 1986.
8. Бобровник Г Н., Колебанов А.И. Комплексное прогнозирование создания новой техники.— М.: Экономика, 1989.
9. Валентей Д.И., Кваша А.Я. Основы демографии: Учебник.— М.: Мысль, 1989.
10. Войн, Я.Ф. Корреляции рядов динамики. –М.: 1977.
11. Горелова В.А., Мельникова Е.Л. Основы прогнозирования систем.— М.: Высшая школа, 1986.
12. Гранберг А Г. Моделирование социалистической экономики: Учеб. для студентов экономических вузов.— М.: Экономика. 1988
13. Гуломов С.С. ва бошкалар. Иктисодий информатика. – Тошкент: 1999.
14. Драйпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. Вып. 1,2. –М.: 1973.
15. Евланов Л.Г., Кутузов В.А Экспертные оценки в управлении.— М , Экономика, 1978.
16. Жан-Жак Ламбен. Стратегический маркетинг. –Санкт-Петербург.: 1996.
17. Замков О.О. и др. Математические методы в экономике. –М.: 1997.
18. Кобринский Н.Е., Майминас Е.З., Смирнов А.Д. Экономическая кибернетика: Учебник.— М.: Экономика, 1982.
19. Львов Ю.А. Основы экономики и организации бизнеса –Санкт-Петербург, 1992.
20. Льюис К Д. Методы прогнозирования экономических показателей.— М.: Финансы и статистика, 1986.
21 Магнус Я Р. и др. Эконометрика: начальный курс. –М.: 1997.
22 Маленво Э. Статистические методы эконометрии Вып. 1, 2. –М.:1976.
23 Методы машинной имитации экономических процессов —М.: Наука, 1982.
24 Методы народнохозяйственного прогнозирования. /Под ред. Н П Федоренко и др. –М. 1985

25. Методологические проблемы анализа и прогноза краткосрочных процессов. –М.: 1973.
26. Моделирование глобальных экономических процессов.— М.: Экономика, 1984.
27. Морозова И.В. и др. Прогнозирование и планирование в условиях рынка. – М.: 1999.
28. Основы экономического и социального прогнозирования: Учебник.—М.: Высшая школа, 1985.
29. Общая экономическая теория. /Видяпин В.И. и др.— М.: 1996.
30. Прыкин Б.В. и др. Общий курс менеджмента в таблицах и графиках. -М.: 1998.
31. Рабочая книга по прогнозированию /Ред. И. В. Бестужев-Лада (отв. ред.)— М.: Мысль, 1982.
32. Рыбальский В.И. Системный анализ и целевое управление в строительстве. -М.: Стройиздат, 1980.
33. Система экономико-математических моделей для анализа и прогнозирования уровня жизни.— М.: Наука, 1986.
34. Статистическое моделирование и прогнозирование. –М.: 1990.
35. Тейл Г. Экономические прогнозы и принятие решений. –М.: 1971.
36. Теория прогнозирования и принятия решений: Учеб. пособие /Под. ред. С. А. Саркисяна.— М.: Высшая школа, 1977.
37. Терехов Л.Л. Кибернетика для экономистов.— М.: Финансы и статистика, 1983.
38. Тюрин Ю.Н. Статистический анализ данных на компьютере. /Под ред. В.Э.Фигурнова. –М.: 1998.
39. Хозрасчет и самоуправление трудового коллектива: Учеб. пособие /Под. ред. О.И.Волкова.— М.: Профиздат, 1988.
40. Цыгичко В.Н. Прогнозирование социально-экономических процессов.— М.: Финансы и статистика, 1986.
41. Четыркин Е.М. Статистические методы прогнозирования.— М.: Статистика, 1977.
42. Шадиев Т.Ш. Экономические модели развития сельского хозяйства.— Ташкент: Фан, 1986.
43. Шадиев Т. и др. Эконометрика. – Ташкент: 1999.
44. Экономические аспекты научно-технического прогнозирования. /Под ред. М.А.Виленского. -М.: 1975
45. Экономико-математические методы и модели. –М.: 1999.
46. Янч Э. Прогнозирование научно-технического прогресса.— М.: Прогресс, 1974.

Св. план. поз. 60, 2000

Алимджан Мирзаджанович Абдуллаев
Адхамджан Азизович Фаттахов
Мухаммадали Хакимович Саидов

Моделирование и прогнозирование экономических процессов

(Учебное пособие)

Спонсор фирмы: «Ташкент-12» и «Акбар-Азизий»

Редактор З. Алехина
Технический редактор Р. Сафиев
Корректор Д. Эргашева

Подписано в печать 09.03.2000 г. Формат 60×90 1/16
Печ. л. 11,3 Тираж 1000 экз.
Заказ № 139 Цена договорная.

Отпечатано в типографии: