МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

**«Нижегородский государственный университет им.Н.И.Лобачевского»**

**М.Н.Павленков**

 Планирование и прогнозирование экономических систем

Учебное пособие

 Рекомендовано объединенной методической комиссией ИОО и

 филиалов университета для студентов ННГУ, обучающихся по

 направлению подготовки 38.03.01 «Экономика»

Нижний Новгород

2016

 УДК 338.2(075.8)

 ББК У9(2)23(я73)

 П-12

 П-12 Павленков, М.Н. Планирование и прогнозирование экономических систем: учебное пособие//Нижний Новгород: Нижегородский университет,2016.-203с.

Рецензенты:

д.э.н., профессор О.Ф.Алехина

д.э.н., профессор Л.В.Стрелкова

Изложены методологические основы и методы планирования и прогнозирования экономических систем. Материал базируется на использовании современных методов планирования и прогнозирования процессов в экономике.

Для студентов высших учебных заведений экономических, управленческих и финансовых специальностей, а так же аспирантам, научным сотрудникам и преподавателям.

 УДК 338.2(075.8)

 ББК У9(2)23(я73)

©Нижегородский государственный

университет им.Н.И.Лобачевского

Оглавление

|  |  |
| --- | --- |
| Введение ………………………….………………………….………………… | 4 |
| Глава 1. Сферы прогнозирования и планирования …………………………. | 6 |
| * 1. Региональная политика социально-экономического развития …………
 | 6 |
| 1.2. Сфера прогнозирования ……………………….………………………... | 12 |
| 1.3. Сфера планирования ………………………….…………………………... | 25 |
| Глава 2. Основы прогнозирования и планирования …………………………. | 38 |
| 2.1. Сущность прогнозирования и планирования …………………………… | 38 |
| 2.2. Методология прогнозирования ...………………………….…………….. | 45 |
| 2.3. Методология планирования ………………..…………..……………....... | 69 |
| Глава 3. Методы прогнозирования ……………………...……………………. | 100 |
| 3.1. Экспертные методы прогнозирования ..…………..….…………………. | 100 |
| 3.2. Формализованные методы прогнозирования ..………..….….…………. | 116 |
| 3.3. Методы математического моделирования ...………………….………… | 133 |
| Глава 4. Экономико-математические методы планирования ……..………... | 156 |
| 4.1. Методы математического программирования ………..……................. | 156 |
| 4.2. Многокритериальная оптимизация ……………………….…………….. | 180 |
| 4.3. Балансовые методы планирования …………………………..………….. | 191 |
| Рекомендуемая литература ….…………………………………………..……. | 201 |

Введение

Учебное пособие основывается на материалах лекций, которые автор читал студентам управленческих, экономических и финансовых специальностей.

В первой главе раскрываются сферы прогнозирования и планирования. Излагаются ключевые вопросы возникающие в процессе, структурной, инвестиционной внешнеэкономической и другими видами общегосударственной политики. Федеральный центр выступает непосредственным участником отношений с регионами, главным образом, в финансовой сфере: в форме межбюджетных трансфертов, прямых расходов федерального бюджета на территориях регионов, представления регионам целевых кредитов, покупки-продажи федеральных и региональных ценных бумаг и т.п.

В связи с этим для эффективного управления развитием регионов требуется решение ряда важнейших задач: определение целей и приоритетов при разработке и реализации программы развития; создание механизмов содействия осуществлению процесса регионального развития. В данной главе показано, что для этого необходим документально оформленный и научно обоснованный план социально-экономического развития. Механизмом формирования и обоснования плана развития являются математические модели.

В главе раскрыты основные положения по прогнозированию социально-экономических систем. Рассмотрены полномочия государства и субъектов в этой сфере. Определены основные цели развития и задачи прогнозирования развития субъектов Российской Федерации. Выделены принципы стратегического планирования социально-экономических систем развития и основные документы, которые разрабатываются на региональном уровне.

В данной главе раскрыто основное назначение планирования для национального и регионального управления. Рассматриваются основные цели и задачи планирования и раскрывается сущность директивного и индикативного планирования. Дается описание основных этапов разработки и реализации планов социально-экономического развития систем.

Вторая глава посвящена раскрытию методологических основ прогнозирования и планирования экономических систем.

Раскрывается сущность основных терминов: «прогностика», «предвидение», «закономерность», «предсказание», «указание», «план», «программа», «прогноз». Рассматривается экономическая методология, её цели и задачи. Сформулированы основные методологические принципы прогнозирования и этапы разработки прогноза социально-экономических систем.

Приводятся основные положения методологии планирования, принципы планирования и основные этапы процесса планирования экономических систем.

В главе рассматриваются характеристики балансового метода планирования, нормативного метода планирования и экономико-математических методов планирования. Дана классификация показателей, используемых в экономических расчётах, а также показана роль информационных систем в планировании.

Третья глава посвящена изложению основных методов прогнозирования, используемых для решения прикладных задач в области экономики. Изложены индивидуальные методы экспертных оценок (метод «интервью», метод ассоциаций, метод морфологического анализа, метод построения сценариев) и коллективных экспертных оценок (метод «Дельфи», метод «мозговой атаки», метод комиссий, метод анализа иерархий). Дается описание этапов экспертного исследования.

В данной главе детально рассмотрены формальные методы прогнозирования: методы экстраполяции (метод простой экстраполяции, метод скользящих средних, метод экспоненциального сглаживания, метод экстраполяции трендов, авторегрессионные модели, метод наименьших квадратов); методы математического моделирования (регрессионные методы, метод группового учёта аргументов, теория распознавания образов, нечёткие регрессионные модели, нейросетевые технологии).

В четвертой главе раскрываются экономико-математические методы планирования экономических систем. Рассматриваются основные этапы процесса моделирования.

Приводятся основные положения линейного программирования, излагается геометрическая интерпретация метода решения, а также симплексный метод. Раскрывается значение теории двойственности. Даётся описание транспортной задачи, а также венгерский метод решения транспортных задач с целочисленными объемами производства и потребления.

Изложены методы нелинейного программирования и численные методы решения.

В данной главе приведены основные методы многокритериальной оптимизации: лексикографический метод, метод скаляризации, метод главных компонент, метод последовательных уступок, метод максимальной свертки, метод компромиссной точки, метод целевого программирования, метод интерактивного программирования, метод эволюционного программирования.

Изложены основные положения балансового метода планирования.

**Глава 1. Сферы прогнозирования и планирования**

**1.1. Региональная политика социально-экономического развития**

Под региональной политикой в Российской Федерации понимается система целей и задач органов государственной власти по управлению политическим, экономическим и социальным развитием регионов страны, а также механизм их реализации:

•обеспечение экономических, социальных, правовых и организационных основ федерализма в Российской Федерации, создание единого экономического пространства;

•обеспечение единых минимальных социальных стандартов и равной социальной защиты, гарантирование социальных прав граждан, установленных Конституцией Российской Федерации, независимо от экономических возможностей регионов;

•выравнивание условий социально-экономического развития регионов;

•предотвращение загрязнения окружающей среды, а также ликвидация последствий ее загрязнения, комплексная экологическая защита регионов;

•приоритетное развитие регионов, имеющих особо важное стратегическое значение;

•максимальное использование природно-климатических особенностей регионов;

 становление и обеспечение гарантий местного самоуправления.

Целью современной региональной политики в социальной сфере являются обеспечение достойного уровня благосостояния и создание примерно равных жизненных условий для всех граждан независимо от места их рождения и проживания.

Региональная политика в современной сфере должна быть направлена на снижение его внутреннего социального напряжения и способствовать сохранению целостности и единства страны.

Цели региональной политики в экономической сфере-это рациональное использование многообразия экономических возможностей и объективных преимуществ территориального разделения труда, а так же экономической кооперации регионов.

Региональная политика должна учитывать комплекс законодательных, административных, социально-экономических и других направлений деятельности федеральных и региональных органов.

Однако не всегда интересы отдельных территорий совпадают с интересами государства в целом, поэтому необходим своеобразный компромисс между региональными, государственными и местными интересами.

Исходя из целей региональной политики, формируются и ее задачи.

С происходящими изменениями связаны новые задачи региональной политики:

•развитие социальной инфраструктуры и создание новых рабочих мест;

•стимулирование развития экспортных и импортозаменяющих производств;

•создание условий для формирования свободных экономических зон, а также технополисов как региональных центров ускоренного использования достижении отечественной и мировой науки;

•развитие и повышение форм межрегиональных и региональных инфраструктурных систем (транспорта, связи, информатики) для стимулирования региональных структурных сдвигов и решения общероссийских проблем.

Реализация этих и других задач регионального развития должна быть тесно связана с проводимой структурной, инвестиционной, внешнеэкономической и другими видами общегосударственной политики.

В новых условиях хозяйствования снизилась роль государства в отраслевом управлении, однако в региональном разрезе она сохраняется, регионально-управленческие функции продолжают выполняться в различных сферах: непроизводственный сектор; социальное обеспечение; использование природных ресурсов; безработица; экология; последствия рыночной деформации хозяйства и др.

Главная задача регулирования развития регионов в рыночной среде - обеспечить условия для ориентации экономики на поступательный рост производства, достижение социального и экологического благополучия и прогресса.

Регулирующими органами являются структуры федеральной законодательной и исполнительной власти (Федеральное Собрание, министерства финансов,экономического развития, торговли и др.), а также региональные органы власти.

Реализацией социально-экономической политики в регионах, а также решением собственных социально-экономических задач с учетом территориальных интересов занимаются региональные органы государственной власти и управления, которые обеспечивают и реализуют государственную власть в регионах посредством принятия законов и других нормативно-правовых актов субъектов Российской Федерации.

В соответствии с законодательством РФ они наделены государственно-властными полномочиями в пределах предметов ведения субъектов федерации, а также предметов совместного ведения федерации и субъектов федерации.

Количественный состав и структура органов законодательной власти (равно как и название) определяются ими самостоятельно с учетом местных особенностей и традиций. Как правило, основными структурными подразделениями органов законодательной власти являются комитеты, курирующие различные сферы региона, например:

•комитеты по бюджетно-финансовой политике, налогам, сборам, использованию государственной собственности;

•по экономической политике;

•по социальным вопросам;

•по природным ресурсам;

•и другие.

Каждый комитет рассматривает и подготавливает определенный круг вопросов, относимый к компетенции органа законодательной власти:

* комитет по бюджетно-финансовой политике, налогам, сборам, использованию государственной собственности готовит предложения для обсуждения в органе представительной власти, касающиеся проекта бюджета региона, введения и отмены региональных налогов и сборов, использования объектов, находящихся в государственной собственности субъекта федерации;
* комитет по экономической политике готовит проекты программ, прогнозов социально-экономического развития региона, заключения по ним для обсуждения на заседаниях органа представительной власти;
* комитет по социальной политике подготавливает предложения и проекты по вопросам социальной защиты населения региона, обеспечению занятости, вопросам развития образования, здравоохранения, культуры;
* комитет по природным ресурсам занимается вопросами, связанными свладением, распоряжением,пользованием земельными,ископаемыми, лесными, водными и другими природными ресурсами региона, обеспечивает подготовку их нормативного обеспечения для органа представительной власти региона.

Могут создаваться и другие комитеты и подкомитеты в соответствии со специфическими особенностями экономической системы конкретного региона. Характерным отличием региональных органов является их разнообразие по численности, названиям, структуре, выполняемым функциям, поскольку эти вопросы находятся в компетенции субъектов федерации, а федеральное законодательство определяет лишь общие принципы организации органов государственной власти субъектов федерации.

Органы исполнительной власти в соответствии со своими полномочиями решают задачи обеспечения социально-экономического развития региона в непосредственном взаимодействии с органами представительной власти. Основой формирования структур регионального управления является примерная структура, определенная Правительством РФ, вместе с тем, при создании структурных подразделений региональных органов исполнительной власти, определении их состава учитываются особенности конкретного региона. Таким образом, для региональных органов исполнительной власти (также как и для представительной власти) характерно значительное разнообразие структур, состава и численности.

Органы регионального управления можно разделить на две основные группы.

1.Территориальные органы федеральных органов управления (например, территориальные органы министерства по налогам и сборам, министерства по антимонопольной политике, территориальные управления Центрального Банка и др.). Эти органы не входят в структуры региональных администраций и правительств, не подчиняются главам региональных органов представительной и исполнительной власти. Они реализуют федеральные функции управлении на территории данного региона в соответствии со своей компетенцией с целью обеспечения исполнения общефедеральных интересов, реализации федеральной политики в регионе. Свою деятельность они осуществляют во взаимодействии с региональными органами представительной власти и региональными администрациями (правительствами).

2.Органы регионального управления непосредственно входящие в состав региональных администраций (правительств). Эти органы управляют всеми составляющими региональной экономической системы, в целях обеспечения интересов региона.

Поскольку регионы РФ имеют не только особенное, но и много общего в составе региональных экономических систем и, несмотря на значительное разнообразие региональных структур управления, в них можно выделить типовые, общие для всех регионов структуры управления.

Указанные управленческие структуры в соответствии с федеральным и региональным законодательством осуществляют весь процесс управления соответствующей сферой или отраслью экономики региона - анализ потенциальных возможностей региона в данной сфере или отрасли; прогнозирование направлений развития; определение целей, приоритетов, задач развития, выработку стратегий развития; разработку и реализацию планов, целевых комплексных программ развития сферы или отрасли, разработку методов управления, непосредственных управленческих воздействий, организацию финансирования.

Для реализации задач региональной политики используются разнообразные формы и методы государственного регулирования.

Региональное развитие регулируется на трех уровнях - федеральном (межрегиональном), региональном, (субъектов Федерации) и местном (муниципальном), причем последние два уровня играют главную роль (табл. 1.1).

Различают методы административного и экономического прямого и косвенного регулирования, которые сочетаются в зависимости от объекта, цели и задач регулирования, а также полномочий органов управления и специализации территорий.

Комплексный, комбинированный характер регулирования относится ко всем его функциональным направлениям. Например, государственное регулирование инвестиционной деятельности обеспечивается федеральными и региональными органами власти в пределах их компетенции и осуществляется в соответствии с государственными инвестиционными или целевыми программами: прямым управлением государственными инвестициями; предоставлением финансовой помощи в виде дотаций, субсидий, субвенций, бюджетных ссуд на развитие отдельных территорий, отраслей, производств; проведением финансово-кредитной политики (в том числе выпуском в обращение ценных бумаг), политикой ценообразования, амортизационной политикой; контролем за соблюдением государственных норм и стандартов и т. д.

По приоритетным направлениям инвесторам и другим участникам инвестиционной деятельности государством определяются льготные условия. Решения по государственным инвестициям из федерального бюджета принимаются законодательными органами Российской Федерации на основе прогнозов ее экономического и социального развития, схем развития и размещения производительных сил и целевых комплексных программ с учетом бюджетных возможностей.

Таблица 1.1

Государственное регулирование регионального развития

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п\п | Региональные проблемы | Уровни государственного регулирования\* |  |
| федеральный | региональный | муниципальный |
| 1 | Освоение ресурсов регионов | **+ +** | **-** | **-** |
| 2 | Рационализация структуры управления регионами | **+** | **+ +** | **+** |
| 3 | Использование ресурсов региона | \_ | + + | + |
| 4 | Формирование инфраструктуры систем региона | + + | + + | +  |
| 5 | Обеспечение занятости населения | + | + | + + |
| 6 | Обеспечение необходимого уровня обслуживания населения | + | + | + + |
| 7 | Осуществление экологических программ | + + | + + | + |
| 8 | Выравнивание региональных уровней жизни | + + | + | \_ |
| 9 | Совершенствование межрегиональных уровней жизни | + + | + + | \_ |
| 10 | Зоны свободного предпринимательства | + + | + + | \_ |

\* + + - основной уровень регулирования;

 + - дополнительный уровень регулирования.

Государственное регулирование регионального развития осуществляется на различных уровнях управления - федеральном, межрегиональном, региональном и местном. Задачи федеральных органов состоят в регулировании процессов организации производства в районах нового освоения и экстремальных районах, в реализации крупномасштабных программ, организации межрегиональных и межгосударственных экономических связей, а региональные и местные органы основное внимание уделят использованию локальных ресурсов, рационализации структуры хозяйства, экологическим и социальным проблемам.

Переход к рыночной экономике и реальному федерализму сопровождается тем, что каждый регион - субъект федерации становится экономической подсистемой с сильной взаимосвязанностью своих основных элементов. Значительно возрастает влияние доходов и платежеспособного спроса на региональное производство, потребление и инвестиции, развитие социальной сферы, а также влияние производства на занятость и доходы.

Регион как рынок испытывает влияние внешних конкурирующих и дополняющих рынков товаров, труда и капитала, а как подсистема национальной экономики имеет экономические связи с федеральными центром, другими регионами и внешним миром.

Федеральный центр выступает непосредственным участником отношений с регионами, главным образом, в финансовой сфере: в форме межбюджетных трансфертов, прямых расходов федерального бюджета на территориях регионов, предоставления регионам целевых кредитов, покупки-продажи федеральных и региональных ценных бумаг и т.п.

Эффективное управление развитием региона невозможно без решения задач всестороннего обеспечения этого развития. Для развития региона возникает необходимость синтеза методов рыночного стимулирования хозяйственной деятельности региона с централизованными методами регулирования и обеспечения развития экономики, как на федеральном, так и на региональном уровнях.

В соответствии с этим требуют решения ряд важнейших задач регионального управления:

•определение целей и приоритетов при разработке и реализации программы развития;

•создание механизмом содействия осуществлению процесса регионального развития.

Объединяющим началом должен служить документально оформленный и научно обоснованный план социально- экономического развития региона, составленный на основе анализа и моделирования реальных ресурсных возможностей и территориальных ограничений, что в свою очередь позволит определить цели и задачи развития региона.

Моделирование является одним из важнейших методов исследований во многих отраслях современной науки.

Математические модели могут быть использованы: при построении региональных типологий, региональном ситуационном анализе, разработке прогнозов, имитации последствий осуществления социально-экономических мероприятий на региональном уровне, обоснованиях параметров финансово-экономических механизмов и др. Сфера эффективного применения математического моделирования ограничивается, главным образом, возможностями формализации социально-экономических ситуаций и состоянием информационного обеспечения разработанных моделей.

Вопросы для самопроверки:

1. Что понимаете под региональной политикой?
2. Какие основные цели региональной политики?
3. Какие основные задачи решает региональная политика?
4. Какие создаются органы для регионального управления?
5. Для решения каких задач могут быть использованы математические модели?

**1.2. Сфера прогнозирования**

Государственное и региональное прогнозирование тесно связано с общественно-политическим и социально- экономическим состоянием страны и подразделяется на макро-, мезо- и микроуровни. Прогнозирование связано с планированием, так как это необходимо для регулирования бюджетной, кредитной, денежной и иных политик государства. Макро- и мезопрогнозирование охватывают, федеральный уровень, региональный и отраслевой, а микропрогнозирование осуществляется преимущественно хозяйствующими субъектами.

Государственное прогнозирование включает:

•разработку сценариев развития экономики страны;

•формирование показателей для региональных и отраслевых прогнозов;

•для уточнения потребностей финансирования федеральных целевых программ, поставок продукции для государственных нужд, поддержки отраслей и регионов.

Руководство государственным прогнозированием осуществляется правительством страны, которое разрабатывает экономическую политику государства. К функциям министерства в области прогнозирования относятся:

•организационно-методическое руководство и координация работ по формированию и реализации федеральных и межгосударственных целевых программ, формирование перечня программ, предусмотренных к финансированию за счет федерального бюджета;

•организация и координация комплексного прогноза социально-экономического развития страны, регионов, отраслей, секторов экономики;

* разработке вариантов и приоритетов развития экономики страны;
* разработка сводного финансового баланса государства;

•экономическое обоснование статей доходов и расходов федерального бюджета, в том числе бюджетной заявки на финансирование поставок продукции для федеральных нужд.

В прогнозировании и планировании по своим направлениям деятельности участвуют практически все министерства и ведомства, различные научные учреждения и организации. Основной информацией обеспечивает Росстат РФ, который создает информационную базу разработки прогнозов и планов государства и регионов. Он также занимается статистическим мониторингом итогов социально-экономического развития страны, что позволяет оценивать качество прогнозов.

Многообразие субъектов, входящих в Россию, предопределяет необходимость учета региональных особенностей при решении общих для страны экономических и социальных проблем, поэтому при постановке задач государственного масштаба должен быть учтен территориальный аспект.

Основная цель прогнозирования территориального социально-экономического развития - обеспечение согласования общегосударственных и региональных интересов при разработке и реализации региональной экономической политики.

Территориальные прогнозы разрабатываются на долгосрочную, среднесрочную перспективу и ежегодно (текущие прогнозы).

Региональные экономические прогнозы - это система научно- обоснованных направлений развития и экономики регионов и регионально-экономической структуры страны. Их необходимость вытекает из комплексного характера (экономический, социальный, экологический и другие аспекты) и значительного влияния макроэкономической политики государства на регионы.

Региональные прогнозы экономического и социального развития дают государству и регионам ориентиры, позволяющие им лучше определить господствующие тенденции в формировании территориальной структуры национальной экономики, примерные количественные параметры социально-эко­номического развития, свое участие в общегосударственном и международном территориальном разделении труда.

Реализация прогнозов опирается на систему стимулов и санкций, отраженных в нормативных актах, договорах и т. п. В основном прогнозы имеют индикативный (рекомендательный) характер.

Отправными моментами прогнозирования являются руководящие положения, установки и рекомендации государственной региональной политики на данном этапе и оценки возможного воздействия на развитие регионов основных территориально-ресурсных факторов.

Обоснование перспективных направлений совершенствования региональной структуры национального хозяйства проводится исходя из стратегических целей и задач с учетом влияющих на их реализацию факторов. Для этого разрабатывается система качественных и количественных показателей: использование производственного потенциал, воздействие нового геополитического положения, состояние окружающей среды, необходимость коренных организационно-рыночных преобразований, социально-экономических параметров.

Прогнозные показатели используются для совершенствования межрегиональных пропорций и связей народного хозяйства и реализуются с помощью административных и экономических регуляторов, Федеральный закон от 21.11.2011 года «О государственном стратегическом планировании" создал правовую базу для разработки и реализации стратегии экономического и социального развития страны. При этом в Законе определяются нормативы формирования системы долгосрочных, среднесрочных и краткосрочных прогнозов, концепции на долгосрочную перспективу и программы социально-экономического развития на среднесрочную перспективу.

В Законе сформулированы цели и содержание системы государственных прогнозов социально-экономического развития России и программ, а также порядок разработки прогнозов и программ. Прогнозы социально-экономического развития должны разрабатываться в целом по России, по народнохозяйственным комплексам, отраслям экономики, по регионам.

В Законе определено, что прогнозы должны разрабатываться в нескольких вариантах с учетом вероятностного воздействия внутренних и внешних политических, экономических, социальных и других факторов. Особо указывается на взаимосвязь долгосрочного прогноза, концепции социально-экономического развития, а также среднесрочных и краткосрочных прогнозов социально экономического развития региона.

В Федеральном законе определены следующие термины и понятия:

-государственное стратегическое планирование (процесс государственного стратегического планирования) - регламентируемая законодательством Российской Федерации деятельность органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации и иных участников процесса государственного стратегического планирования по прогнозированию социально-экономического развития, программно-целевому планированию и стратегическому контролю, направленная на повышение уровня социально-экономического развития Российской Федерации, рост благосостояния граждан и обеспечение национальной безопасности;

-прогнозирование социально-экономического развития;

-деятельность по разработке научно обоснованных представлений о направлениях и результатах социально-экономического развития Российской Федерации и субъектов Российской Федерации, определению параметров социально-экономического развития Российской Федерации, достижение которых обеспечивает реализацию целей социально-экономического развития Российской Федерации и приоритетов социально-экономической политики;

-программно-целевое планирование - деятельность, направленная на определение целей социально-экономического развития Российской Федерации, приоритетов социально-экономической политики, а также формирование комплексов мероприятий с указанием источников их финансирования, направленных на достижение указанных целей и приоритетов;

-документ государственного стратегического планирования - документ, разрабатываемый, рассматриваемый и утверждаемый органами государственной власти Российской Федерации, органами государственной власти субъектов Российской Федерации в соответствии с требованиями, установленными нормативными правовыми актами, указанными в статье 2 настоящего Федерального закона, в целях обеспечения процесса государственного стратегического планирования;

-корректировка документа государственного стратегического планирования - частичное изменение данных документа без изменения периода, на который разрабатывался документ;

-стратегический контроль - деятельность по мониторингу социально-экономического развития Российской Федерации и оценке в соответствии с принципами системы государственного стратегического планирования процесса государственного прогнозирования и программно-целевого планирования, документов государственного стратегического планирования, а также реализации положений документов государственного стратегического планирования;

-мониторинг социально-экономического развития Российской Федерации - наблюдение, сбор, систематизация и обобщение информации о социально-экономическом развитии и степени достижения целей социально-экономического развития;

-методическое обеспечение - разработка и утверждение требований и рекомендаций по разработке документов государственного стратегического планирования;

-приоритет социально-экономической политики - предпочтительное с точки зрения эффективности направление и способ действий по достижению целей социально- экономического развития;

-цель социально-экономического развития - состояние экономики, социальной сферы, обороны и безопасности, которое определяется участниками государственного стратегического планирования в качестве ориентира своей деятельности и характеризуется количественными и (или) качественными показателями;

-задача социально-экономического развития - ограниченный по времени комплекс взаимосвязанных мероприятий в рамках направления достижения цели социально- экономического развития;

-результат социально-экономического развития - фактическое (достигнутое) состояние экономики, социальной сферы, обороны и безопасности, которое характеризуется количественными и (или) качественными показателями;

-очередной год - год, следующий за текущим годом;

-отчетный год - год, предшествующий текущему году;

-отчетный период - отчетный год и 2 года, предшествующих отчетному году;

-среднесрочный период (перспектива) - период, следующий за текущим годом, продолжительностью от 3 до 6 лет включительно;

-долгосрочный период (перспектива) - период, продолжительностью более 6 лет.

К полномочиям субъектов Российской Федерации относятся:

-определение целей социально-экономического развития субъекта Российской Федерации и приоритетов социально-экономической политики субъекта Российской Федерации, а также способов их достижения;

-организация процесса разработки документов государственного стратегического планирования субъектов Российской Федерации;

-установление требований к содержанию документов государственного стратегического планирования, разрабатываемых в субъектах Российской Федерации, не предусмотренных настоящим Федеральным законом, порядка их разработки, рассмотрения и утверждения; разработка и рассмотрение проектов документов государственного стратегического планирования, разрабатываемых в субъектах Российской Федерации, их утверждение; стратегический контроль социально-экономического развития субъекта Российской Федерации;

-иные полномочия в области государственного стратегического планирования, отнесенные Конституцией Российской Федерации, настоящим Федеральным законом, иными федеральными законами к полномочиям субъектов Российской Федерации.

В последние годы в РФ проводятся работы по совершенствованию государственной региональной политики: цели, задачи по управлению регионом, а так же механизмы их реализации.

Основными целями развития региона ставятся:

-обеспечение экономических, социальных, правовых и организационных основ федерализма в РФ, создание единого экономического пространства;

-обеспечение единых минимальных социальных стандартов и равной социальной защиты населения независимо от экономических возможностей регионов;

-выравнивание условий социально-экономического развития регионов;

-предотвращение загрязнения окружающей среды, а также ликвидация последствий ее загрязнения, комплексная экологическая защита регионов;

-приоритетное развитие регионов, имеющих особо важное стратегическое значение;

-максимальное использование природно-климатических особенностей регионов;

-становление и обеспечение гарантий местного самоуправления. Прогнозирование - один из важнейших механизмов совершенствования политики регионального развития.

К задачам прогнозирования регионального развития можно отнести:

1.Прогнозирование территориального развития на долгосрочную перспективу:

•размещение производительных сил;

•совершенствование территориальной структуры;

•выравнивание социально-экономического развития территорий;

•определение базовых (опорных) регионов, определяющих этапы реализации целевых государственных программ;

•определение путей рационального использования природных ресурсов;

•определение путей улучшения состояния окружающей среды регионов;

•определение направлений совершенствования демографической ситуации.

Эти задачи прогнозирования решаются совместно на федеральном и региональном уровнях.

2.Прогнозирование территориального развития на среднесрочную перспективу:

-определение перспектив развития инфраструктуры региона;

-разработка собственного производства импортозамещающей продукции;

-разработка мероприятий по стабилизации экономической и финансовой ситуации в регионах;

-определение перспектив и путей развитая экспортоориентарованных регионов;

-выявление проблем, решение которых требует разработки целевых программ.

Среднесрочные прогнозы разрабатываются на территориях с последующим согласованием важных для страны задач на федеральном уровне.

3.Текущее (краткосрочное) территориальное прогнозирование:

-определение инфляционных ожиданий (динамики изменения цен и тарифов);

-определение вариантов развития опорных (базовых) отраслей;

-определение налоговых потенциалов регионов, их бюджетной обеспеченности и потребности в дотациях и субвенциях из федерального бюджета.

Эти задачи обязательно должны быть решены на основании региональной политики, учитывающей специфику конкретного региона и особенности современного этапа проведения экономических реформ.

Государственная экономическая политика не должна основываться ни на установлении общих для всех субъектов Федерации финансово-экономических правил, ни на поддержке регионов по политическим соображениям. Необходим объективный и конструктивный подход к формированию государственной системы регулирования территориального социально-экономического развития страны, основанный, во-первых, на признании необходимости учета региональной специфики при выработке экономической, социальной, финансовой политики государства, во вторых, на отказе от предоставления регионам индивидуальных льгот и принятии обоснованных мер господдержки различных типов регионов, имеющих общие проблемы и схожие особенности социально-экономического развития, непосредственно влияющие на характер и результаты хозяйственной деятельности, в-третьих, на формировании в каждом субъекте Федерации охватывающего все стороны экономического и социального развития хозяйственного механизма, построенного на базе общероссийских принципов и законов, но с учетом собственных особенностей и интересов своего населения.

В федеральном Законе определены основные принципы государственного стратегического планирования социально- экономического развития:

1.Принцип единства и целостности системы государственного стратегического планирования, который означает единство принципов организации и функционирования системы государственного стратегического планирования, единство порядка осуществления процесса государственного стратегического планирования и формирования отчётности по реализации документов стратегического планирования.

2.Принцип внутренней сбалансированности системы государственного стратегического планирования, который означает согласованность основных элементов системы государственного стратегического планирования между собой по целям социально-экономического развития, задачам и мероприятиям.

3.Принцип результативности и эффективности функционирования системы государственного стратегического планирования, который означает, что выбор способов и методов достижения целей социально-экономического развития Российской Федерации должен основываться на необходимости достижения заданных результатов с наименьшими затратами ресурсов.

4.Принцип самостоятельности выбора путей решения задач означает, что участники процесса государственного стратегического планирования в пределах своей компетентности самостоятельны в выборе путей и методов достижения целей и решения задач социально-экономического развития.

5.Принцип ответственности участников процесса государственного стратегического планирования означает, что участники процесса несут ответственность за эффективность решения задач и осуществление мероприятий по достижению целей социально-экономического развития в пределах своей компетенции в соответствии с законодательством Российской Федерации.

6.Принцип прозрачности (открытости) процесса государственного стратегического планирования означает, что документы, разрабатываемые в рамках системы государственного стратегического планирования, за исключением положений, содержащих информацию, относящуюся к государственной тайне, подлежат официальному опубликованию, проекты документов являются предметом общественного обсуждения.

7.Принцип достоверности и реалистичности означает обоснованную возможность достижения целей социально-экономического развития Российской Федерации, установленных в рамках системы государственного стратегического планирования.

8.Принцип финансовой обеспеченности означает, что при разработке и утверждении документов государственного стратегического планирования, предусматривающих осуществление расходов, должны быть определены источники их финансирования с учетом основных показателей бюджетной системы РФ на среднесрочную и долгосрочную перспективу.

9.Показатели, используемые в документах государственного стратегического планирования, а также при оценке эффективности деятельности федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов РФ должны соответствовать стратегическим целям социально-экономического развития РФ и субъектов РФ.

Формирование взвешенной общегосударственной и региональной социально-экономической политики немыслимо без проведения широкого круга аналитических и методологических работ, одно из направлений которых - государственное прогнозирование. В условиях России региональный аспект прогнозирования играет особую роль, ибо без учета специфики развития регионов не может быть реализована ни одна долгосрочная общегосударственная программа, невозможно проведение никаких социальных и экономических реформ. Кроме того, только прогнозы территориального развития позволяют определить вероятность возникновения кризисных ситуаций в различных субъектах Федерации, а также оценить саму возможность реализации основных направлений государственной экономической политики в различных сферах и на разных уровнях.

В сложившейся к настоящему времени системе государственного прогнозирования, главным звеном стали краткосрочные прогнозы. На втором месте - среднесрочные прогнозы, выполняемые в процессе подготовки правительственных программ, и уж затем - долгосрочные прогнозы. Подобная расстановка приоритетов в определенной мере соответствует и возможностям прогнозирования, поскольку в условиях нестабильной переходной экономики приемлемая точность прогнозов не обеспечивается и величина погрешностей резко возрастает по мере удлинения прогнозного периода.

В соответствии с Федеральным законом РФ в системе стратегического планирования на региональном уровне разрабатываются следующие документы:

•Стратегия социально-экономического развития субъекта Российской Федерации на долгосрочную перспективу разрабатывается в соответствии с приоритетами социально-экономической политики, определенными концепцией долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации, на основе прогноза социально-экономического развития Российской Федерации на долгосрочный период, отраслевых документов стратегического планирования на долгосрочный период, стратегий социально-экономического развития федеральных округов и отдельных территорий, иных документов федерального уровня, отражающих государственную политику в сфере социально-экономического развития субъектов Российской Федерации, с учетом схем территориального планирования Российской Федерации.

Период, на который разрабатывается стратегия социально-экономического развития субъекта Российской Федерации на долгосрочную перспективу, определяется высшим исполнительным органом государственной власти субъекта Российской Федерации.

Корректировка стратегии социально-экономического развития субъекта Российской Федерации на долгосрочную перспективу производится по решению высшего исполнительного органа государственной власти субъекта Российской Федерации.

•Государственные программы субъекта Российской Федерации разрабатываются в соответствии с приоритетами социально-экономической политики, определенными стратегией социально-экономического развития субъекта Российской Федерации на долгосрочную перспективу, стратегий социально-экономического развития федеральных округов и отдельных территорий.

Сроки реализации государственных программ субъекта Российской Федерации определяются высшим исполнительным органом государственной власти субъекта Российской Федерации.

На основе стратегии социально-экономического развития субъекта Российской Федерации на долгосрочную перспективу и государственных программ субъекта Российской Федерации разрабатывается схема территориального планирования субъекта Российской Федерации.

Прогноз социально-экономического развития субъекта Российской Федерации на среднесрочный период разрабатывается на основе прогноза социально-экономического развития Российской Федерации на среднесрочный период, стратегии социально-экономического развития субъекта Российской Федерации на долгосрочную перспективу с учетом основных направлений бюджетной и налоговой политики субъекта Российской Федерации.

Прогноз социально-экономического развития субъекта Российской Федерации на среднесрочный период разрабатывается ежегодно на 3 года.

Программа социально-экономического развития субъекта Российской Федерации на среднесрочный период разрабатывается на основе стратегии социально-экономического развития субъекта Российской Федерации на долгосрочную перспективу, прогноза социально-экономического развития субъекта Российской Федерации на среднесрочный период, основных направлений деятельности Правительства Российской Федерации на среднесрочный период.

Программа социально-экономического развития субъекта Российской Федерации на среднесрочный период разрабатываются раз в 3 года на 6 лет.

Корректировка программы социально-экономического развития субъекта Российской Федерации на среднесрочный период производится по решению высшего исполнительного органа государственной власти субъекта Российской Федерации.

•Краткосрочный прогноз предназначается, прежде всего, для разработки федерального бюджета на ближайший год, ибо его доходы во многом зависят от состояния производства, а расходы - от состояния бюджетной сферы регионов. Целью среднесрочного и долгосрочного прогнозов является прогнозирование структурных сдвигов в хозяйстве регионов и связанных с этим качественных изменений социально-экономической ситуации на региональном и макроэкономическом уровнях.

В сложившейся практике государственного прогнозирования территориальный разрез макроэкономических показателей базируется на использовании данных о действующей территориальной структуре производства и экспертных оценках ее изменения в прогнозируемом периоде, а также на предложениях субъектов Федерации, в определенной мере учитывающих возможности и интересы территорий. Анализ различий показателей, определенных «сверху» и «снизу», помогает выработать компромиссный вариант, отвечающий как федеральным, так и региональным интересам.

Наиболее сложны проблемы согласования интересов в финансово-бюджетной политике. Теоретически и федеральные органы власти и управления, и субъекты Федерации решают общие задачи финансового обеспечения экономического и социального развития России в интересах всех ее граждан. Однако здесь реально обнаруживаются различия и противоречия интересов - как по кругу конкретных задач, так и по средствам их решения. Достаточно отметить, что субъекты Федерации отвечают, прежде всего, за социальное развитие, тогда как федеральный уровень в первую очередь озабочен проблемами экономического развития и устойчивости государства. Как правило, средств на полнокровное решение всех проблем не хватает, причем особенно остро дефицит ресурсов сказывается в переходный, кризисный период, когда между центральным правительством и регионами идет острая борьба за распределение ограниченных ресурсов. Дополнительную остроту ей придает вышеупомянутый значительный разброс регионов по уровню экономического развития, соответственно по возможностям самофинансирования социальных программ. Последнее обстоятельство предопределяет необходимость крупномасштабного перераспределения ресурсов между регионами. Прогноз финансового аспекта развития России должен решать минимум четыре задачи. Необходимо определить, во-первых, какую часть финансовых ресурсов можно выделить на решение общегосударственных задач в области обороны, во внешнеэкономической деятельности, в обеспечении прав граждан, экологической безопасности, и т.д. Во-вторых, - какая часть доходов может быть оставлена в распоряжении регионов для решения социальных проблем, поддержки предпринимательства, борьбы с преступностью и других вопросов, относящихся к компетенции субъектов Федерации. В-третьих, - какие нужны налоговые и другие меры государственного воздействия, направленные на активизацию деловой активности и увеличение доходов бюджета и специализированных внебюджетных фондов. В-четвертых, - какую часть доходов государство в состоянии выделить для поддержки конкретных слаборазвитых субъектов Федерации и территорий, подверженных экономическим, социально-политическим или экологическим кризисам.

Прогнозирование социального развития связано прежде всего с решением проблем повышения уровня жизни населения, обеспечения рациональной занятости, развития социально-культурного комплекса, поддержки низко доходных и слабо защищенных слоев населения, улучшения экологии населенных мест. Все эти проблемы должны решаться главным образом на региональном уровне. Однако существенное влияние на ход их решения оказывают федеральные органы - не только посредством реализации федеральных целевых программ социального характера, но и в результате проведения определенной отраслевой и инвестиционной политики, выделения трансфертов и целевых субсидий регионам.

Один из основных инструментов исследования перспективного развития страны - комплексный прогноз территориального аспекта ее экономической и социальной эволюции, отражающий федеральные и региональные проблемы изменений в территориальной организации хозяйства, вытекающие из потребностей структурной перестройки экономики в направлении достижения баланса интересов государства и регионов в условиях развития рыночных отношений.

Целью разработки стратегий социально-экономического развития федеральных округов и отдельных территорий является конкретизация на уровне соответствующей территории общенациональных целей и приоритетов, определенных в документах системы государственного стратегического планирования, разрабатываемых на федеральном уровне, и обеспечение увязки стратегий социально-экономического развития субъектов Российской Федерации, входящих в состав соответствующего федерального округа или отдельной территории, с данными целями и приоритетами.

Стратегия социально-экономического развития федерального округа и отдельной территории содержит:

•оценку современного состояния социально-экономического развития;

•основные вызовы и проблемы социально-экономического развития;

•основные цели, задачи и показатели достижения целей социально-экономического развития;

•сценарные варианты реализации стратегии с выделением базового сценария социально-экономического развития;

•основные направления реализации стратегии;

•систему контроля и оценки эффективности реализации стратегии.

Стратегия социально-экономического развития федерального округа и отдельной территории обеспечивает согласованность и взаимоувязку в территориальном и временном разрезах мероприятий, предусмотренных долгосрочными отраслевыми документами стратегического планирования, стратегиями социально-экономического развития субъектов Российской Федерации на долгосрочный период, а также плановыми и программными документами крупных компаний, контролируемых государством, в том числе субъектов естественных монополий.

Стратегия социально-экономического развития федерального округа и отдельной территории разрабатывается в соответствии с приоритетами социально-экономической политики, определенными концепцией долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации, на основе прогноза социально-экономического развития Российской Федерации на долгосрочный период, отраслевых документов стратегического планирования на долгосрочный период, является ориентиром при разработке государственных программ, федеральных целевых программ, стратегий субъектов Российской Федерации и иных программных документов.

Федеральный орган исполнительной власти, уполномоченный Правительством Российской Федерации в области социально-экономического развития субъектов Российской Федерации:

•разрабатывает и корректирует стратегию социально-экономического развития федерального округа и отдельной территории, совместно с иными участниками государственного стратегического планирования в порядке, определяемом Правительством Российской Федерации;

•согласует между собой стратегии субъектов Российской Федерации в части территориального развития, входящих в состав соответствующего федерального округа или отдельной территории;

•обеспечивает координацию, методическое обеспечение и согласование работ в процессе разработки и корректировки стратегий социально-экономического развития федеральных округов и отдельных территорий.

Правительство Российской Федерации:

- утверждает стратегию социально-экономического развития федерального округа и отдельной территории;

- осуществляет контроль за реализацией задач, определенных стратегией социально- экономического развития федерального округа и отдельной территории, и достижением целевых показателей социально-экономического развития федерального округа и отдельной территории.

Таким образом, основой территориального прогноза являются прогнозы, разрабатываемые каждым субъектом Российской Федерации. На федеральном уровне должны проводиться проверка реалистичности этих материалов, их обобщение и сопоставление с показателями централизованного макроэкономического прогноза, а при необходимости - корректировка макроэкономических показателей. Важнейшие направления экономического анализа в процессе прогнозирования - определение влияния рыночной специализации на рациональное использование природных ресурсов и формирование регионального хозяйственного комплекса, выявление территории ускоренного экономического роста и депрессионных зон.

Прогнозы социально-экономического развития субъектов Российской Федерации позволяют определить:

-тенденции и количественные параметры их социально-экономического развития;

-динамику развития региональных товарных рынков; оценить бюджетно-финансовое состояние в предстоящем периоде; последствия решений Правительства Российской Федерации и исполнительных органов субъектов Российской Федерации на процессы экономического и социального развития регионов.

Региональный прогноз разрабатывается по определенным показателям (стоимостные и объемные показатели, цены) с учетом согласования сценарных условий развития российской экономики и экономики субъекта Российской Федерации. При подготовке прогнозных материалов экономическим органам субъектов Российской Федерации рекомендуется учитывать прогнозы развития муниципальных образований.

В соответствии с методическими рекомендациями к разработке показателей социально-экономического развития субъектов Российской Федерации разработка прогнозов социально-экономического развития субъектов Российской Федерации состоит из трех этапов:

1.Разработка региональных сценариев социально-экономического развития соответствующих территорий на основе анализа социально-экономической ситуации в регионе за предыдущий период и оценки влияния внешних и внутренних факторов на развитие в предстоящем периоде.

2.Разработка предварительного варианта основных показателей прогноза социально-экономического развития субъектов Российской Федерации с учетом сценарных условий функционирования российской экономики и региональных сценариев развития.

3.Разработка уточненных показателей прогноза социально-экономического развития субъекта Российской Федерации (с учетом результатов рассмотрения в Правительстве Российской Федерации предварительного прогноза развития страны, оценки социально-экономической ситуации в текущем году, а также уточненных макроэкономических прогнозных оценок).

Органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации на основе общероссийских сценарных условий разрабатывают региональные прогнозные сценарии, определяющие стратегию развития на соответствующий период, исходя из необходимости решения существующих проблем и имеющихся ресурсов.

Разработка сценарных условий, как правило, осуществляется в двух вариантах: вариант 1 - базовый - вариант инерционного развития с сохранением в прогнозируемом периоде тенденций внешних и внутренних условий развития экономики; вариант 2 - основной - вариант применения в прогнозируемом периоде системы управляющих воздействий на региональном уровне.

Сравнение расчетов на прогнозируемый период по этим вариантам региональных сценариев показывает эффективность предполагаемой к осуществлению политики органов власти субъекта Российской Федерации.

При разработке сценарных условий развития субъекта Российской Федерации необходимо сосредоточиться на решении следующих задач:

-выработка и обоснование комплекса мер государственного воздействия, направленного на повышение жизненного уровня населения;

-создание условий для развития реального сектора экономики с целью обеспечения устойчивого наполнения региональных бюджетов, в том числе за счет повышения доходов от производства изделий с высокой добавленной стоимостью, рентабельных инвестиционных проектов;

-стимулирование инвестиционной деятельности с целью обновления производства и инфраструктуры;

-развитие малого и среднего предпринимательства;

-стабилизация финансового положения предприятий, снижение размера кредиторской задолженности, осуществление комплекса мер по наращиванию объемов и доступности кредитных ресурсов, привлекаемых на финансирование основного и оборотного капитала предприятий;

-разработка и реализация реальных региональных бюджетов, более полная мобилизация налоговых и неналоговых платежей, экономия государственных средств и сокращение дефицита бюджета;

-реформирование системы финансирования и структуры управления жилищно-коммунальным хозяйством при одновременном совершенствовании помощи малоимущим;

-реализация социальных программ;

-оценка состояния и перспектив развития мировых и российских рынков сбыта продукции.

Важнейшей задачей является мобилизация всех источников формирования инвестиций: средства предприятий; оборот недвижимости; сбережения населения; иностранные инвестиции; средства федерального и регионального бюджетов и другие.

Вопросы для самопроверки

1. Что включает государственное прогнозирование?
2. Какая основная цель территориального социально-экономического развития?
3. Какие прогнозы должны разрабатываться в соответствии с Федеральным законом от 02.11.2011 года «О государственном стратегическом планировании»?
4. Какими полномочиями обладают субъекты Российской Федерации?
5. Какие основные цели развития региона?
6. Какие основные задачи прогнозирования регионального развития?
7. Какие основные документы в системе стратегического планирования разрабатываются на региональном уровне?
8. Какие основные этапы разработки прогнозов социально-экономического развития субъектов Российской Федерации?
9. Какие и для чего разрабатываются региональные прогнозные сценарии?

**1.3. Сфера планирования**

Вопросы регионального планирования являются наиболее дискутируемыми с момента начала реформ в России. Дискуссии велись как на уровне целесообразности или нецелесообразности планирования территориальной экономики, так и на уровне смысловой нагрузки, вкладываемой в эти понятия.

Процессы разгосударствления экономики привели сначала к полному отвержению устоявшихся механизмов развития народного хозяйства на основе централизованного планирования. Понятия «планы», программы социально-экономического развития территорий были заменены практически на всех уровнях власти на понятия «прогнозы» и «прогнозирование». При этом наиболее распространенным видом прогнозов стали краткосрочные (годовые) и среднесрочные (трехлетние) прогнозы. Применение планирования в качестве инструмента балансировки целей и ресурсов развития приобретает все большую актуальность в процессе управления развитием в различных сферах деятельности. В последние годы в нашей стране резко возрос интерес к региональному планированию, что является логическим следствием коренных политических и социально-экономических реформ.

Российский опыт регионального планирования неоднозначен и имеет относительно небольшой период во времени. В условиях отсутствия единых стандартов плановых документов развития в федеральном законодательстве регионы имели значительную свободу в выработке наиболее удобных для них форм планирования социально-экономического развития. До сих пор зачастую происходит подмена понятий в отношении инструментов планирования: концепции и стратегии развития наделяются свойствами программ и проектов, что негативно сказывается на качестве документов планирования и результатах их применения. Были ситуации, когда плановые документы носили «случайный характер».

При переходе к рыночной экономике распался единый централизованный порядок планирования и сложились два вида субъектов экономического планирования: хозяйствующие единицы и структуры государственной власти. С одной стороны, предприятия стали самостоятельно осуществлять все управленческие функции, включая определение целей и задач деятельности, установление стратегических и текущих планов, прогнозирование будущих тенденций развития, определение методов и инструментов управления. С другой стороны, одной из функций органов представительной и исполнительной власти является определение планов и программ социально-экономического развития страны и регионов.

Методы и содержание планов в каждом случае имеют свои особенности.

Процессы планирования развития экономики имеют свою специфику в зависимости от ряда конкретных условий: от формы государственного устройства; от заданных границ во времени и в пространстве; от характера конкретного объекта, субъекта и предмета планирования и прогнозирования; от уровня математического, технологического и иного ресурсного обеспечения.

Планирование представляет собой сложный процесс. Это связано с множественностью факторов внутренней и внешней среды и значительной степенью их неопределенности, а также с необходимостью выбора оптимального методического аппарата, с формированием целевых плановых показателей, которые должны быть конкретными и измеримыми.

В большинстве научных работ по управлению в число основных управленческих функций включена функция планирования, поэтому именно с неё авторы и начинают рассмотрение функций, тем самым признается ее важность и необходимость первоочередности выполнения. В связи с этим правомерно утверждение о том, что планирование является важнейшим этапом процесса управления, определяющим цели, наиболее эффективные методы и средства, необходимые для достижения этих целей.

Планирование как важнейшая функция управления обеспечивает основу для других функций, а организация, регулирование, мотивация и контроль ориентированы на реализацию планов. В системе государственного регионального управления планирование призвано определить стратегические (перспективные) и текущие цели территориального развития, разработать систему плановых документов, обеспечивающих реализацию этих целей.

Переход российской экономики к рынку потребовал переосмысления роли и места планирования в системе государственного управления. На первом этапе российских экономических реформ появился тезис о несовместимости плана и рынка, и, как следствие, отказ от использования планирования при создании основ рыночной экономики. Переход от директивного планирования к индикативному в 90-х годах фактически оказался реализованным лишь формально.

Правительственные программы социально-экономического развития страны носили в основном декларативный характер, положения региональной политики отражали предпочтительные действия центральных государственных структур власти и управления и опирались преимущественно на систему межбюджетных отношений. В результате чего в регионах отсутствовала реальная единая программа стратегического планирования. Сохранились лишь элементы текущего планирования. Это привело к утрате экономических связей между регионами, разобщению и диссонансу в их текущем и перспективном развитии.

В последние годы все более четко проявляется тенденция повышения роли планирования в системе государственного управления экономики.

Эффективная деятельность любого хозяйствующего субъекта, регионов игосударства невозможна без предопределения будущего, без построения модели желаемого состояния экономики при одновременном установлении путей, способов, средств и сроков достижения этого состояния, определения конечных результатов планируемых действий.

Еще в 20-х годах XX века Н.Д. Кондратьев исследовал проблему предвидения, причем о взаимосвязанном предвидении: а) стихийного хода событий; б) определенного эффекта осуществляемых людьми действий и мероприятий; в) возможных средств нашего воздействия на события; г) предполагаемых результатов от выполнения намеченных действий и мероприятий и их влияния на жизнь.

Таким образом, уже тогда начало возникать понимание связанности таких категорий как предвидение, прогнозирование, планирование и необходимости их использования в процессе управления сложными социально-экономическими системами, к числу которых относятся и регионы. Сама сущность управления требует логического продвижения от общего предвидения к конкретному прогнозированию, а затем к планированию - выбору оптимальной альтернативы развития объекта управления и ее реализации.

Значение планирования (национального и регионального) в переходный период состоит в следующем:

•планирование позволяет целенаправленно и системно осуществлять управление экономикой, системно, с учетом перспективы, применять различные методы и инструменты текущего регулирования;

•планирование позволяет повысить качество деятельности органов управления - предварительно скоординировать и увязать будущие действия всех структур и уровней управления, а также хозяйствующих субъектов. В процессе разработки и реализации плана повышается уровень взаимодействия управленческих структур, устраняется дублирование, достигается более экономное распределение ресурсов;

•планирование является основной социально-экономической базой нормального бюджетного процесса, позволяет более точно определить роль бюджета в экономическом и социальном развитии страны и региона, конкретные источники бюджетных доходов и направления бюджетных расходов по всем статьям бюджетных классификаций;

•планирование является важнейшим методом эффективного управления государственным и муниципальным секторами экономики, государственными пакетами акций.

Региональное планирование позволяет эффективно решать следующие задачи территориального управления:

•поддержание важнейших пропорций между отдельными секторами и отраслями экономики региона, элементами его экономической базы;

•поддержание необходимого соотношения между количеством и качеством рабочих мест и предложением рабочей силы;

•поддержание необходимых уровней производства продукции, обеспечивающих внутренние потребности и стратегических товаров, обеспечивающих региональную экономическую безопасность;

•развитие региональной инфраструктуры (энергетические, транспортные, информационные и другие системы) и создание оптимальных условий хозяйствования для всех секторов экономики;

•поддержание эффективного функционирования региональной финансово-кредитной системы;

•компенсация для жизненно важных для региона сфер, отраслей и предприятий, объективно существующих негативных факторов и издержек хозяйственной деятельности;

•поддержание необходимой инвестиционной активности, содействие

реализации крупных инвестиционных проектов;

•комплексное решение имеющихся и ожидаемых острых проблем в народном хозяйстве региона;

•поддержание минимальных гарантий жизнедеятельности населения, ликвидация внутри региона неоправданных резких отраслевых, профессиональных, социальных и территориальных различий в уровне жизни;

•определение и поддержание необходимых объемов и структуры социальных благ, предоставляемых регионом населению, содействие эффективному участию всех секторов экономики в реализации социальной политики.

Для осуществления планирования необходимо наличие определенных условий. Во-первых, система государственного регионального управления должна быть способна не только разработать планы, но и обеспечить их реализацию. Во-вторых, необходима современная информационная база, позволяющая обеспечить потребности прогнозирования перспектив территориального развития, мониторинга и контроля выполнения планов. В-третьих, должны действовать эффективные законодательно-правовые механизмы взаимодействия государства и рыночного сектора, согласования их интересов. В-четвертых, в обществе должен быть определенный уровень общеэкономической и исполнительной культуры, согласия и дисциплины.

Территориальное планирование в условиях рынка не ограничивает экономической свободы субъектов хозяйствования, так как параметры планов не являются директивными, а носят индикативный, рекомендательный характер. Вместе с тем, планы социально-экономического развития регионов, предприятий, фирм должны формироваться в контуре концепции развития Российской Федерации, что обеспечивает единство экономического пространства.

Все многообразие принципов территориального планирования, сформулированных в литературе, можно свести к следующим основным принципам: непрерывности территориального планирования; субсидиарности; системности и комплексности; адаптивности; единого экономического и социального пространства; баланса интересов органов власти, бизнеса и населения. В пользу планирования свидетельствует целый ряд факторов, что подтверждено лучшей практикой:

-планирование позволяет повысить эффективность муниципального управления в традиционных для российских муниципалитетов условиях ограниченности местных ресурсов;

-наличие собственного планового документа позволяет организовать процесс управления при решении повседневных проблем;

-во время работы над плановым документом формируется база для согласования интересов сторон (власть, бизнес, население, общественные организации), предотвращения конфликтов между ними;

-наличие плана формирует образ территории, привлекательный для инвестиций.

Чтобы успешно управлять региональным развитием, недостаточно понимать процесс планирования и знать его регулирующие законодательные основы, необходимо сформировать комплексную систему планирования, подкрепленную успешной практикой и необходимым научным и методическим сопровождением.

При формировании комплексной системы планирования установление жесткой очередности разработки плановых документов, а также установление вертикали планирования «сверху - вниз» или «снизу-вверх» не соответствует реалиям времени и невозможно с практической точки зрения. У каждого уровня публичной власти есть свой круг законодательно установленных полномочий, реализация которых невозможна без построения систем планирования своего уровня. В условиях разграниченных полномочий документы планирования одного уровня ни законодательно, ни функционально не могут регулировать процесс управления другого уровня. Внутри системы должны быть формализованные механизмы координации процесса планирования.

В сложившихся современных условиях необходимо одновременное формирование систем, независимо от вида или уровня планирования, на основе действующего законодательства Российской Федерации и с использованием приемов эффективного менеджмента. Внедрение механизмов взаимодействия и координации в процесс планирования в рамках распределенных полномочий между уровнями власти позволяет организовать государственное и региональное управление развитием территорий на принципах системности и с применением непротиворечивых документов планирования.

К основным видам планирования относятся социально-экономическое, бюджетное и территориальное планирование. Основанием для их выделения служит объект планирования.

Объект социально-экономического планирования сложный - это вся система региональной экономики и социальной сферы. Социально-экономическое планирование заключается в определении целей, задач, приоритетных направлений развития региона в планируемом периоде, параметров его социально-экономического развития и определении источников ресурсов для их достижения. Цели и задачи формализуются в виде значений социально-экономических результатов, которых регион намерен достичь в планируемом периоде. Состав, структура, порядок формирования и применения документов социально-экономического планирования определяются в рамках исполнения установленных правовых норм, а социально-экономическое планирование развития осуществляется на основе стратегии социально-экономического развития, прогнозов социально- экономического развития, долгосрочных целевых программ, ведомственных целевых программ, мероприятий по достижению целей и задач в планируемом периоде.

Объектом бюджетного планирования являются региональные финансы. Бюджетное планирование - это процесс определения объема, структуры и направлений использования бюджетных средств, которые можно мобилизовать в качестве доходов, финансирования расходов, привлечения и погашения заимствований. К особенностям планирования в бюджетной сфере следует отнести регулярный характер и высокий уровень формализаии данного процесса. Полномочия региональных органов и документы, формирование которых обязательно в процессе бюджетного планирования, четко определены в Бюджетном кодексе РФ. Итоговым документом бюджетного планирования является бюджет на очередной финансовый год и плановый период или бюджет на очередной финансовый год со среднесрочным финансовым планом.

В территориальном планировании объектом является территория региона, его пространственное развитие.

Качество разрабатываемых планов развития зависит от ряда условий, важнейшими среди которых являются:

-степень обеспеченности (высокая, ограниченная, нестабильная и т.д.) материальными, природными, научно-техническими, финансовыми, интеллектуальными и иными ресурсами;

-уровень конкурентноспособности страны, региона, отрасли, вида производства (наличие конкурентных преимуществ, недостаточная или низкая конкурентоспособность на внутреннем рынке, на различных видах внешних рынков);

-соотношение механизмов рыночного саморегулирования и государственного регулирования и возможности его оптимизации;

-особенности соотношений роли рыночных и нерыночных (государственных, общественных и др.) институтов;

-наличие и характер комплекса инструментов, используемых на разных этапах;

-планирования, что также является одним из существенных условий успешного процесса разработки планов; к числу таких инструментов следует отнести методы контроллинга.

На уровне государственных планов необходимо обеспечить согласование и взаимный компромисс интересов субъектов экономической деятельности в различных сферах.

Конфликт интересов лежит, прежде всего, в области распределения ресурсов: материальных, финансовых, организационно-правовых, интеллектуально-кадровых. Аналогичные противоречия возникают при разграничении позиций планов федерального и регионального уровня. Эффективным средством преодоления этих противоречий и предпосылкой оптимальности планов может служить проведение предварительного комплексного анализа ситуации в рамках предплановых разработок.

При разработке государственных планов экономического развития необходимо сначала провести комплексный анализ: определить возможные траектории развития внешней среды, оценить внутренний потенциал, возможные риски и преимущества и т, д. Итоги такого анализа обретают наибольшую ценность, если они интегрированы в единую систему взаимосвязанных информационно-аналитических блоков.

От правильности решений, которые принимаются на государственном уровне в порядке реализации долгосрочных и среднесрочных планов социально-экономического развития, зависит успех в реализации таких первостепенной важности задач, как минимизация внутренних и внешних угроз и безопасное устойчивое развитие экономики страны. К числу наиболее актуальных относятся следующие задачи:

-определение потенциальных возможностей развития экономических систем;

-оптимизация способов использования ресурсов: финансовых, материально-технических, людских и интеллектуальных;

-оценка возможных внутренних и внешних угроз;

-получение информации о влиянии основных факторов на экономическое развитие, таких как производственная инфраструктура, конкурентная среда, структура и емкость внутренних и внешних рынков сбыта, обеспеченность финансовыми ресурсами и др.

Не менее сложным процессом является реализация плана, которая включает: а) размещение и приведение в действие ресурсной базы, которая должна использоваться с наибольшим эффектом; б) решение организационных вопросов государственного менеджмента; в) структурирование внешних и внутренних связей как механизма функционирования объектов планирования.

Кроме рассмотренных видов планов регионального развития в рамках системы регионального планирования разрабатываются директивные и индикативные планы. Директивные планы, широко практиковавшиеся в СССР, имели силу юридического закона, адресный характер и были обязательны для исполнителя.

В СССР в условиях жесткой централизованной системы государственного управления действовала система директивного планирования. Плановые задания устанавливались по народному хозяйству страны, далее они дифференцировались по отраслям, по территориям и по конкретным предприятиям. Россия располагает значительным историческим опытом государственного планирования развития народного хозяйства. Прежде всего, это пятилетние народнохозяйственные планы СССР и союзных республик. Примером специализированного отраслевого плана может служить план ГОЭЛРО. С 1930-х гг. стали разрабатываться крупные региональные программы развития: Ангаро-Енисейская программа, программа «Большая Волга» и др.

В рыночных условиях директивные планы в своем традиционном виде практически не находят применения. Методы директивного планирования трансформировались в новые формы. Примерами тому могут служить планы по закупкам товаров для государственных нужд, планы развития инфраструктуры городов, производственные планы унитарных и казенных предприятий и др.

Индикативное планирование, является основным рабочим инструментом по реализации целей, поставленных в стратегическом плане развития страны с учетом конкретно складывающейся экономической и социально-политической ситуации. Индикативное планирование есть процесс формирования системы параметров (индикаторов), характеризующих состояние и развитие экономики страны, соответствующие государственной социально-экономической политике, и установления мер государственного воздействия на социальные и экономические процессы с целью достижения указанных индикаторов.

Опыт ряда стран свидетельствует, что индикативное планирование (ИП) в условиях рыночной экономики оперирует, прежде всего, параметрами макроэкономического ряда. ИП рассматривается как основной компонент в системе государственного регулирования экономики и его использование предполагает рациональное сочетание механизмов рыночного саморегулирования и централизованно-указующего регулирования.

Выдающий вклад в становление теории и практики индикативного планирования внес в 1922-1925 гг. Н.Д.Кондратьев. Применительно к нынешней мировой практике принято считать, что основы индикативного планирования в системном виде были изложены К.Ландауэром в книге "Теория национального экономического планирования" (1944). Уже тогда отмечены следующие признаки индикативного плана:

•план формируется в результате сознательной, координирующей деятельности государства совместно со всеми заинтересованными сторонами (агентами);

•принятие плана путем широкого и свободного обсуждения предполагает, тем не менее, соблюдение принципа приоритета решений, соответствующих интересах всего общества, а не отдельных агентов в ущерб общегосударственным интересам;

•цели плана и мероприятия по их достижению должны быть выбраны таким образом, чтобы обеспечивалась максимальная эффективность использования ресурсов;

•план должен быть сбалансирован по всем ресурсам.

Более развернутой и совершенной формой индикативного планирования является структурная форма, которая предусматривает распространение плановой деятельности на мезо - и микроуровень национальной экономики. Акцент делается на обеспечение реализации государственной структурной политики в отношении отдельных регионов, отраслей и секторов экономики путем соответствующего согласования планов и интересов предприятий и государства, путем контрактных отношений и др.

Структурная форма индикативного планирования возникает тогда, когда в рамках селективной структурной политики внимание обращается на территориальный разрез индикативныхпланов, и для влияния на эти параметры используются механизмы льготных кредитов, налоговых льгот и другие меры государственной поддержки в отношениях с региональными органами управления и частными предприятиями.

Стратегическая форма индикативного планирования предполагает еще более глубокое согласование интересов субъектов всех уровней национальной экономики. Особенностью данной формы ИП является значительное расширение временного горизонта индикативных планов и максимальная их интеграция с долгосрочной общенациональной экономической политикой. Важнейшая функция ИП - концентрация и реализация стратегических планов и национальных программ и проектов и обеспечение сбалансированности динамики всей экономики, взаимодействия технологических укладов.

По временной протяженности индикативные планы разделяются на среднесрочные (на период 3-6 лет) и краткосрочные (годичные). Взаимосвязь между ними понятна: годичные планы являются конкретизацией среднесрочных индикативных проработок, и они отличаются большей детализацией параметров, а также меньшим разбросом интервально устанавливаемых индикаторов. В условиях усиления глобальных взаимосвязей в мире возникает потребность в прогнозах и планах большего горизонта. Поэтому именно среднесрочные (а не годовые) индикативные планы становятся основной, системообразующей точкой реализации стратегических планов. В едином режиме со среднесрочными индикативными планами должны разрабатываться и уточняться наборы федеральных целевых программ, а также региональные индикативные планы и целевые программы.

Разработка индикативных планов не может вестись изолированно от процессов бюджетирования. Известно, что в России федеральные бюджеты, как и бюджеты субъектов федерации, до сих пор в основном разрабатывались в режиме годичного цикла. В этих условиях все программы и планы с государственным участием получали ресурсное обеспечение в привязке к технологиям принятия годовых бюджетов, что во многом обесценивало среднесрочные программы и планы, В большинстве стран мира ныне бюджетные разработки делаются в расчете на двух, трехлетние взаимопереходящие циклы.

С 2008г. вводится практика трехлетнего бюджетного планирования.

Имеется органическая взаимосвязь разработки и реализации индикативных планов с механизмами формирования и осуществления промышленной политики страны.

Промышленная политика выделяется из всей совокупности форм и разновидностей политики государства по развитию национальной социально-хозяйственной системы в силу того, что именно она концентрированно выражает инновационно-созидательные возможности стратегической линии государства. На рис. 1.1 приводиться взаимосвязь индикативных планов с другими компонентами механизма стратегического развития, где промышленная политика рассматривается как политика инновационно-промышленная.

Непосредственное воплощение национальной долговременной стратегии и индикативных планов в делах по социально-экономическому развитию страны происходит через действие корпораций (предприятий), через федеральные целевые программы, а также через региональные индикативные планы и целевые программы. Причем и предприятия, и региональные структуры являются при изложенном подходе также активными участниками самого творческого формирования индикативных планов федерального уровня.

Успех индикативного планирования определяется способностью правительств интегрировать стратегические подходы отдельных экономических агентов вокруг общенациональных целей и интересов.

Индикативное планирование реализуется в условиях функционирования рынка и одновременного функционирования предприятий и организаций государственной, частной и смешанной форм собственности. С помощью такого планирования осуществляется реализация конкретных общенациональных задач (экономический рост, борьба с бедностью, обеспечение полной занятости и т.д.). В развитых странах этот метод использовался и используется сейчас, но имеет свою специфику.

Социально- экономическая политика

Инновационно - промышленная политика

Стратегическое планирование

Среднесрочный индикаторный

Годовые планы социально-экономического планирования

Национальные проекты

Бюджетирование

Региональные планы и программы

Федеральные целевые программы

Корпоративные стратегии, планы и программы

Социально-экономическое развитие страны

Рис. 1.1 Взаимосвязи индикативных планов с другими компонентами механизма стратегического развития страны

Прогноз как более ранняя фаза разрабатывается для обоснования обобщающих показателей индикативных планов. Индикатор является центральным понятием системы индикативного планирования. Индикаторы определяются как параметры границ, в пределах которых система, включающая организационные механизмы, технологические связи, материальные и финансовые потоки, может устойчиво функционировать и развиваться в направлении реализации общенациональной цели. Индикатор в рамках индикативного плана носит векторный, направленный характер. Индикаторы могут иметь предельные пороговые (минимальные и максимальные) уровни. При этом особое место занимает определение и использование пороговых значений, призванных сигнализировать о приближении критического состояния объекта управления и необходимости изменения стратегии его развития.

Базой индикативного планирования является многостороннее макроэкономическое моделирование, определяющее требования к развитию основных отраслей экономики. Необходимо также просчитать соответствующие требования к наиболее крупным хозяйствующим субъектам, выработать рациональные параметры развития экономических систем субъектов Федерации.

Важнейшим элементом индикативного планирования следует считать развитие договорного взаимодействия федеральных органов управления с органами управления субъектов федерации, финансово-промышленными группами и крупнейшими предприятиями страны. Это позволит сформировать согласованную с регионами и промышленниками систему индикаторов, включающую индикаторы важнейших межотраслевых и межрегиональных поставок продукции и услуг.

Индикативное планирование отличается тем, что цели социально-экономического развития определены в виде конкретных параметров (индикаторов), достижение которых обеспечивается специально разработанными, преимущественно косвенными, экономическими мерами государственного воздействия на поведение участников рыночных отношении.

Основными индикаторами являются:

1) характеристики темпов роста, изменения структуры и эффективности экономики, развития внешнеэкономических связей;

2) показатели динамики финансовой системы и денежного обращения, развития рынка ценных бумаг, движения цен;

3) показатели изменения занятости и уровня жизни населения, развития социальной сферы и т. д.

Для хозяйствующих субъектов показатели государственного индикативного плана имеют лишь рекомендательный характер. Государство стимулирует реализацию задач индикативного плана методами косвенного воздействия через систему налогообложения, кредитования, с помощью субсидий, размещения государственных заказов и др. Таким образом, индикативный план является, по существу, планом-прогнозом.

Для составления индикативного плана требуется проведение информационно-аналитической работы, результаты которой позволяют оценить стартовый потенциал, характер влияния внутренних и внешних факторов, сформировать сценарий развития в будущем, определить количественные значения индикаторов на плановый период. Этот процесс требует использования достаточно сложного научно-методического аппарата, в нем интегрированы исследования, относящиеся к разным направлениям экономического анализа. В рамках существующей структуры органов исполнительной власти организовать подобную работу достаточно сложно. В этих условиях необходимо искать методы совершенствования индикативного планирования.

Таким образом, регулятором территориально-экономических процессов являются планы и программы экономического, социального и иного развития регионов. Каждая программа- это согласованный и увязанный по ресурсам, исполнителям и срокам осуществления комплекс научно-исследовательских, проектных, производственных, социально-экономических, организационно-хо­зяйственных и других целевых мероприятий, реализуемых при поддержке государства. Они обеспечивают эффективное решение задач общенационального, межтерриториального или важного регионального значения в области экономического, научно-технического, социально-культурного и (или) экологического развития региона - субъекта Российской Федерации, экономического района, зоны, города и т. д.

Ныне региональные планы призваны выполнять новую роль как наиболее активная форма прямого регулирования рыночной экономики, интеграции государственных, коллективных и индивидуальных интересов и отношений, мобилизации усилий для осуществления крупных национальных проектов, проведения региональной политики государства.

Региональный рынок активно участвует в экономических преобразованиях общества. Задача регулирования региональной экономики связана с локальной самостоятельностью обособленной территориально-хозяйственной единицы в рамках общей системы федеративного государства, регион выступает как объект и субъект государства, а региональные власти руководят деятельностью по развитию своих территорий. Вопросы регулирования касаются прежде всего социально-экономических аспектов развития. Для этого регионы разрабатывают прогнозы, планы и программы развития, включающие следующие основные направления:

-создание благоприятных условий для эффективной работы предприятий, находящихся в регионе;

-внедрение мер по стимулированию инвестиций в реальный сектор экономики;

-оздоровление финансового состояния действующих на территории фирм;

-обеспечение стабильного поступления налоговых сборов в бюджет;

-меры по приоритетному развитию местных товаропроизводителей;

-проведение социально-ориентированной тарифной и ценовой политики;

-обеспечение защиты социально-экономических интересов региона на федеральном уровне и др.

Региональное планирование включает следующую примерную последовательность разработки планов:

1 этап – составление концепции развития. Этап включает анализ среды деятельности, оценку преимуществ и недостатков, выявление имеющихся ресурсов, а также внешних и внутренних факторов воздействия, обоснование целей и задач развития, в ходе чего определяются стратегическое приоритеты и основные направления развития;

2 этап - разработка программ развития и бизнес- планов, выявление оценки их эффективности. Большинство региональных программ социально-экономического развития, принятых за последние годы, можно условно разбить на группы: а) традиционных, б) логично увязанных с концепциями развития; в) содержащие конкретные механизмы реализации;

3 этап - мониторинг реализации и использование механизмов обратной связи. В ходе этого этапа вносятся коррективы в действующие планы региона.

Региональная система планирования включает разработку прогнозов и планов, в том числе концепций, программ, стратегических планов, бизнес- планов и др. Составной частью регионального планирования являются бюджетные планы регионов. В практике регионального планирования имеются свои методологические особенности, отличающие обоснование их плановых документов от методологии федерального уровня. В стране продолжается процесс становления и совершенствования механизма регионального управления, составной частью которого является планирование и прогнозирование.

Вопросы для самопроверки

1. Какое значение имеет планирование для национального и регионального управления?
2. Какие основные задачи позволяет решать региональное планирование?
3. Дайте характеристику основным видам планирования: социально-экономическое, бюджетное, территориальное.
4. Чем отличаются директивные и индикативные планы?
5. Какие основные этапы включает региональное планирование?

**Глава 2. Основы прогнозирования и планирования**

**2.1. Сущность прогнозирования и планирования**

Многообразие проблем в экономике, являющихся предметом прогнозирования, приводит к появлению большого количества разнообразных прогнозов, разрабатываемых на основе определенных методов прогнозирования. Поскольку современная экономическая наука располагает большим количеством разнообразных методов прогнозирования, каждый менеджер и специалист по планированию должен овладеть навыками прикладного прогнозирования, а руководитель, ответственный за принятие стратегических решений, должен к тому же уметь сделать правильный выбор метода прогнозирования.

Прогнозирование во всем его многообразии изучает наука прогностика, которая свое начало берет в глубокой древности. Так, сам термин «прогностика» (от. греч. prognosis — предвидение)- древнегреческий. Более двух тысяч лет назад великий древнегреческий врач и ученый Гиппократ в своей книге «Прогностика» использовал понятие прогностики как искусства способов определения различных болезней, их протекания и исходов.

В древнем мире искусство предвидения базировалось не на научном подходе, а определялось в основном интуицией прорицателей, а чаще - на основе трактовки природных явлений, примет и догадок.

Прогностика в широком значении - теория и практика прогнозирования, в узком - наука о законах и способа разработки прогнозов. Термин прогностика получил распространение с середины 1960-х гг, когда появились первые специальные научные исследования по теоретическим проблемам конкретного прогнозирования социальных явлений.

Развитие прогностических исследований сначала в естественных науках (прежде всего в агрогидрометеорологии), а затем и в общественных науках (особенно в экономических) на протяжении 2-й половины 19- 1-й половины 20 в.в. привело к формированию прогностики как особой научной дисциплины.

В своем развитии наука о прогнозировании прошла несколько основных временных этапов. Бурное развитие теории и практики прогнозирования приходится на 50-е гг. XX в. В это время стали появляться простые прогнозные модели, проводились различные прогностические исследования. Своего рода «бум прогнозирования» пришелся на 60-70-е гг. XX в. Именно в это время разработано подавляющее большинство теоретических положений, методов, сложных прогнозных моделей, широкое применение в прогнозировании стали получать ЭВМ. С начала 80-х гг. XX в. и по настоящее время протекает новый этап, который характеризуется развитием прогнозирования на сугубо научной основе, активным применением прогностики в повседневной практической деятельности предприятий и организаций самых различных отраслей народного хозяйства. Прогностика как теория прогнозирования развивается во взаимосвязи с теориями научного предвидения целеполагания, планирования, программирования, управления.

Предвидение научное - вид теоретической деятельности, заключающийся в определении, описании тех или иных явлений природы, общественной жизни, психических состояний, которые отсутствуют или не известны в настоящий момент, но могут возникнуть или быть изучены и открыты в будущем.

Предвидение научное - возникает на основе донаучных форм предвидения, которые развиваются первоначально в рамках практической деятельности людей. Предвидение в форме пророчеств, прорицаний, гаданий было известно в глубокой древности.

В своей первоначальной форме предвидение нередко выступало в мистической, иррациональной и религиозной форме и монополизировалось специальными группами- жрецами, оракулами, пророками, шаманами и др. Однако уже в это гремя известны формы предвидения и предсказания, опирающиеся на личный «мирской» опыт и зачатки научных знаний. Примером может служить предсказание Фалесом солнечного затмения (585 до н. э.). Потребность в предвидении возникает из необходимости управления обществом, промышленностью, торговлей, организацией земледелия, планированием политических, экономических и культурных мероприятий.

Основой предвидения научного является научная теория, представляющая собой цепь взаимообусловленных, логически связанных законов. Из определённых законов по заранее установленным правилам выводятся следствия, содержащие информацию о свойствах, отношениях и др. характеристиках данных явлений. Отнесённые к будущему, они выступают как акты предвидения. Предвидение, более или менее локализованное во времени и содержащее достаточно полную информацию, обычно называется предсказанием, например описания химических свойств некоторых ещё не открытых элементов на основе периодического закона Менделеева (Периодический закон Менделеева). Предвидение может осуществляться по т. н. детерминистической и вероятностной схемам. В первом случае каждое явление предсказывается с высокой степенью точности и строго локализуется во времени или пространстве. Чем сложнее явление, тем чаще приходится прибегать к вероятностно-статистическим методам предвидения-предсказания. Детерминистические формы как правило, имеют место в механике, классической физике, химии, ряде разделов астрономии и т.п. Для предсказания явлений, относящихся к области сложных систем и подвергающихся воздействию многочисленных факторов, не поддающихся полному учёту (квантовая физика, экономика, политика, психология и др.), используются различные схемы вероятностно - статистического предсказания, предвидения и прогнозирования.

Главными направлениями в исследовании основ научного предвидения являются: логическое исследование его структур; сравнительные исследования в естественных и общественных науках; методология основных социальных процессов в современном обществе; методика и техника различных специальных видов предвидения, предсказания и прогнозирования, применяемых в народном хозяйстве, политике, культуре, в области индивидуального поведения людей. Понимание будущего, основанное на закономерностях развития природы, общества и мышления, связано с прогнозированием. Объективность в формировании образа будущего зависит от знания этих закономерностей и правильного их использования.

Закономерности - относительно устойчивые и регулярные взаимосвязи между явлениями и объектами реальности, обнаруживающиеся в процессах изменения и развития. На знании закономерностей соответствующих явлений основываются как объяснения внауке, так и научные предвидения. Различают закономерности эмпирические и теоретические. Первые представляют собой непосредственное обобщение опытных фактов, вторые характеризуют более глубокое проникновение в основания исследуемых процессов, и их теоретическое воспроизведение опирается на систему понятий высокой степени общности. Ведущей формой выражения законов науки является математика. Познание закономерностей реального мира составляет не только первейшую задачу науки, но и основу целесообразной деятельности человека.

В философско-методологическом плане особенно важно развитие представлений о природе закономерности, прежде всего разработка теоретико-вероятностных методов исследования и становление представлений о статистических закономерностях. Ранее наука знала только один класс закономерностей, которые первоначально получили название динамических (ныне их называют закономерностями жесткой детерминации). Представления о классе закономерностей жесткой детерминации сформировались в ходе развития классической физики. Фактически под этими закономерностями понимаются закономерности, в логическом отношении подобные законам механики. В качестве определяющей черты этих закономерностей рассматривается строго однозначный характер соответствующих связей и зависимостей. Однозначный характер связей означает их концептуальную (качественную) равноценность: любая связь, независимо от природы и структуры рассматриваемых процессов, в равной мере признается необходимой. Соответствующая философская концепция получила название лапласовского, или классического, мира.

С развитием теоретико-вероятностных методов исследования выявилась ограниченность законов жесткой детерминации. Были выработаны представления о новом классе закономерностей- о статистических закономерностях. В общем случае статистические системы суть системы, образованные из независимых или квазинезависимых сущностей. Структура этих систем характеризуется распределениями вероятностей, а статистические закономерности выражаются на языке вероятностных распределений- как законы взаимосвязи между распределениями различных величин, характеризующих объекты исследования, и как законы изменения этих распределений во времени.

Статистические системы обладают рядом особенностей. Весьма существенно, что наличие устойчивости, единство в поведении независимых сущностей (элементов систем) придают внешние условия, внешние воздействия. Другой важнейшей особенностью статистических систем является идея иерархии и субординации. Основная задача статистических исследований и заключается в раскрытии законов взаимосвязи между миром элементарных сущностей (их свойствами) и целостными характеристиками таких систем. Эти взаимосвязи уже не укладываются в рамки координации, а включают иерархическую компоненту.

Так прогнозируя будущее, можно уменьшить неточности при его определении, но полностью избавиться от них почти невозможно. Во-первых, нельзя считать достаточным уровень развития знаний о законах природы, общества и мышления. Во-вторых, в восприятии законов слишком велика роль субъективизма. В-третьих, один человек не имеет возможности охватить массу разнообразной информации.

Неточное формирование образа будущего обычно ведет к утопии, для которой характерно представление о желаемом будущем, а не об объективно достижимом.

Представление о будущем называется предвидением. Оно может быть как научным, так и ненаучным. Ненаучное предвидение может быть обыденным, интуитивным и религиозным. Однако предвидение в экономической жизни должно быть, как правило, научным.

Научное предвидение-опережающее отображение действительности, основанное на познании законов природы, общества и мышления. Научное предвидение может иметь форму предсказания, которому присущ описательный характер, или форму указания, когда указываются необходимые действия для достижения цели.

Формой предсказания является прогноз, т.е. научное исследование, направленное на определение перспектив развития явления.

Разработка прогноза в узком значении - специальное научное исследование конкретных перспектив развития какого-либо явления. Как одна из форм конкретизации предвидения научного в социальной сфере прогнозирование находится во взаимосвязи с планированием, программированием, проектированием, управлением, целеполаганием. Это проявляется в параллельных прогнозно-плановых, прогнозно-проектных и т.п. разработках (целевое, плановое, программное, проектное, организационное прогнозирование).

Различают поисковое (генетическое, изыскательское, исследовательское и нормативное прогнозирование). Первое имеет целью получить предсказание состояния объекта исследования в будущем при наблюдаемых тенденциях, если допустить, что последние не будут изменены посредством решений (планов, проектов и т.п.). Второе имеет в виду предсказание путей достижения желательногосостояния объекта на основе заранее заданных критериев, целей, норм. Важную роль в прогнозировании играет обратная связь между предсказанием и решением, интенсивность её неодинакова для различных объектов исследования. Теоретически она нигде не равна нулю: человек в отдалённой перспективе сможет изменять посредством решений и действий всё более широкий круг объектов предсказания. Но практически многие объекты, особенно в естественных науках, неуправляемы и допускают лишь безусловное предсказание с целью приспособить действия к ожидаемому состоянию объекта. С другой стороны, нередко, особенно в общественных науках, обратная связь достигает высокой степени интенсивности и приводит к эффекту т. н. самоосуществления или «саморазрушения» прогноза путём решений и действий с учётом последнего.

Ожидаемый результат исследования - использование прогностической информации, полученной на основе сопоставления данных поискового и нормативного прогнозирования для повышения обоснованности целей и решений, в том числе планов, программ, проектов.

Прогнозируются те явления, на которые человек не может оказать влияние или оно бывает слабым. Например, разрабатываются прогнозы погоды, урожая, моды, спроса на товары, рождаемости, смертности. Понятно, что эти явления невозможно предсказать с высокой точностью, а тем более запланировать.

Указание, в отличие от предсказания, связано с решением проблемы. Здесь обязательно присутствует волевое решение человека (группы людей) по достижению намечаемой цели. Указание может быть в форме плана или программы. Для формирования плана или программы используются различные методы планирования.

Планирование - это вид деятельности, связанный с постановкой целей (задач) и действий в будущем. Планирование в самом общем виде подразумевает выполнение следующих этапов:

•постановка целей и задач;

•составление программы действий;

•выявление необходимых ресурсов и их источников;

•определение непосредственных исполнителей и доведение планов до них.

План - это решение о мерах по достижению поставленной цели.

Другими словами, план представляет собой постановку одной или нескольких точно определенных целей и предвидение конкретных, детальных событий исследуемого объекта. В нем фиксируются наиболее приемлемые для участников (заинтересованных сторон) пути и наиболее эффективные средства развития в соответствии с поставленными целями и задачами, обосновываются принятые управленческие решения. Главная отличительная черта плана - определенность заданий. Таким образом, в плане предвидение получает наибольшую конкретность и определенность. Как и прогноз, план основывается на результатах и достижениях конкретно-прикладной теории.

Программа - это система целевых ориентиров развития явления и планируемых путей их достижения: решение в отношении совокупности мероприятий, необходимых для реализации научно-технических, экологических, социально-экономических и других проблем или некоторых их аспектов. Программа может выступать предплановым решением, а также конкретизировать определенный аспект плана.

Формы предвидения тесно связаны между собой и с исследуемым объектом в процессе управления и планирования системы (организации). Они отражают последовательные (по степени конкретизации стадии познания) состояния объекта в будущем. Исходное начало этого процесса - общенаучное предвидение состояний объекта, завершающий этап - составление плана перевода объекта в новое, заданное для него состояние. Важнейшим средством для этого служит прогноз как связующее звено между общенаучным предвидением и планом.

Вопрос о взаимосвязи планов, прогнозов и программ предоставляет определенный интерес. В таблице 2.1 приведены систематизированные высказывания различных авторов, которые отличают друг от друга понятия "план", "прогноз" и "программа".

Таблица 2.1

Сравнение определений терминов "план", "прогноз" и "программа".

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №п\п | Определение терминов |  |
| План | Прогноз | Программа |
| 1 | Определенная упорядоченная система или последовательность действий для достижения заданной цели. | Достаточно определенное высказывание о будущем, составленное обычно в предположении неизменности окружающих условий или их медленного изменения. | Перечень идей, планов проектов, разработанныхдля достижения цели. |
|  |
| 2 | Фиксация системы целей и задач, средств, предусматривающих направленное изменение ситуации при данном или предполагаемом состоянии среды. | Образ будущего, который всегда предшествует планированию, т е выбору главной цели и разворачиванию в иерархию целей и задач. | Планируемый комплексэкономических, проектных, социальных, технических, производственных и научно-исследовательских мероприятий, направленных на достижение одной генеральной цели или одного генерального направления. |
| 3 | Заранее намеченная система деятельности, предусматривающая порядок, последовательность и сроки выполнения работ. | Основанное на специальном исследовании заключение о предстоящем развитии и исходе чего-нибудь. | План деятельности, работ. |

Несмотря на различие некоторых определений терминов, их можно трактовать обобщенно.

Понятие «план» предполагает существование системы, для которой разрабатываются форма задания цели, определенный порядок действий для ее достижения, необходимые для этого ресурсы и исполнители.

Понятие «прогноз» также относится к действующей системе. Однако назначение его иное. Прогноз является исследовательским инструментом, который позволяет расширить сведения о возможностях рассматриваемой системы.

Понятие «программа» во многом аналогично понятию «план», однако, в отличие от последнего она не предполагает заранее намеченных исполнителей. Система исполнителей возникает и строится в процессе разработки программы. В результате программа является не просто формой задания целей, но и формой задания системы (возможно, новой) для достижения в будущем поставленной цели.

Следовательно, план представляет собой форму задания цели для действующей организации, прогноз - средство изучения возможностей действующей организации, программа - способ достижения поставленной цели, который основан на построении новой организации из действующих организаций или их частей.

Формы сочетания прогноза и плана могут быть различными: прогноз может предшествовать разработке плана (как правило), следовать за ним (прогнозирование последствий принятого в плане решения), проводиться в процессе разработки плана.

Прогноз и план как производные экономического предвидения имеют в своей природе много общего, хотя план рассматривается как более сложная категория. Отметим три особенности прогноза и плана.

* + 1. Прогноз связан с объективным течением жизни и исходит из ее диалектического понимания, когда необходимость пробивает себе дорогу среди случайностей; план же включает решение, волю и ответственность лиц, его принявших, с целью преобразования действительности.
		2. Для прогноза характерно вероятностное наступление события; план рассматривает это событие как цель деятельности.

3. Для прогноза характерны альтернативные пути и сроки достижения события; для плана характерно решение о системе мер, предусматривающих последовательность, порядок, сроки и средства достижения нужного события.

Таким образом, можно заключить, что прогнозирование шире планирования, так как охватывает не только показатели деятельности организации, но в большей степени учитывает изменяющиеся факторы и параметры внешней среды. Поэтому прогноз на практике - это предплановый документ, который с определенной достоверностью фиксирует вероятную степень достижения поставленной цели в зависимости от намеченных действий.

Ценность прогнозирования как раз и заключается в том, что прогнозы позволяют выделить существенные факторы и детально проанализировать их влияние на функционирование объекта исследования (системы в целом и ее отдельных частей) и соответственно определить возможные направления развития системы и (или) ее составных частей и результаты функционирования в заданные будущие периоды времени.

Присутствие в плане прогноза, который включает в себя прошлые тенденции, обычно повышает точность принимаемого решения, т. е. прогноз становится как бы частью плана, начальным этапом его обоснования.

Следует отметить, что прогноз и план имеют и определенные различия: во-первых, в способе оперирования информацией о будущем: прогноз это вероятность, план - это решение; во-вторых, в количественной оценке будущего: прогноз - это диапазон (интервал) значения, план - конкретная величина; в-третьих, в отношении к свободе: прогноз - это необязательность действий, план – обязательность исполнения.

Из вышеперечисленного следует, что сущность экономического прогнозирования в общем случае состоит в том, чтобы, с одной стороны, выяснить перспективы ближайшего или более отдаленного будущего в исследуемой области, руководствуясь реальными процессами действительности, а с другой - способствовать выработке оптимальных текущих и перспективных планов, опираясь на результаты различных вариантов прогноза и на оценку принятого решения в отношении его последствий в планируемом периоде. Применительно к хозяйствующим субъектам (организациям и предприятиям) задачи прогнозирования определяются тем, что прогноз является основой для разработки стратегии, планирования и управления.

Сущность планирования заключается в том, что это процесс экономического обоснования рационального поведения субъекта хозяйствования для достижения своих целей. Планирование представляет собой процесс формирования целей, определения приоритетов, средств и методов достижения. Оно зачастую рассматривается как завершающий этап прогнозирования, в процессе которого принимаются решения на основе выбора тех или иных альтернатив развития.

Вопросы для самопроверки.

1. Что понимается под термином «прогностика»?
2. Что понимается под термином «предвидение»?
3. Что понимается под термином «закономерности»?
4. Что понимается под термином « предсказание»?
5. Что понимается под термином «указание»?
6. Что понимается под термином «план»?
7. Что понимается под термином «программа»?
8. Что понимается под термином «прогноз»?
9. Что понимается под экономическим прогнозированием?
10. Что понимается под экономическим планированием?

**2.2. Методология прогнозирования**

Термин «методология» появился как комбинация двух древнегреческих слов: «методос» - «способ, путь» и «логос» «учение». Буквальный перевод слова «методология» - «учение о методе» или, лучше сказать, «учение о методах».

Метод - это определенная совокупность устойчивых правил, предназначенная для достижения какой-либо цели.

Методологию можно определить следующим образом:

-методология - это, во-первых, учение об основных методах какой-либо науки и, во-вторых, сама эта совокупность методов, т.е. методов, имеющихся в распоряжении данной науки, причем первая трактовка методологии является более глубокой по своему смыслу, чем вторая;

-методология - сложная диалектическая, целостная, субординированная система способов, приемов, принципов разных уровней, сфер действия, направленности, эвристических возможностей, содержаний, структур и т.д.

-методологией называют систему принципов научного исследования. Именно методология определяет, в какой мере собранные факты могут служить реальным и надежным основанием знания.

С формальной точки зрения методология не связана с сущностью знания о реальном мире, но скорее имеет дело с операциями, при помощи которых конструируется знание. Поэтому термином "методология" принято обозначать совокупность исследовательских процедур, техники и методов, включая приемы сбо­ра и обработки данных.

Содержательное понимание методологии исходит из того, что в ней реализуется эвристическая (т.е. поисковая) функция предметной области исследования. Любая теоретическая система знания имеет смысл лишь постольку, поскольку она не только описывает и объясняет некоторую предметную область, но одновременно является инструментом поиска нового знания.

Поскольку теория формулирует принципы и законы, отражающие предметный мир в ее предметной области, она оказывается в то же время и методом дальнейшего проникновения в еще не изученные сферы действительности на базе имеющегося знания, проверенного практикой.

Методология как часть философского знания тесно связана с теорией познания (гносеологией, эпистемологией) и вместе с ней выполняет следующие функции:

-предоставляет общие «познавательные» и «исследовательские» принципы для изучения реальности, включая социальную реальность;

-обеспечивает возможность междисциплинарного синтеза -как внутри крупных отраслей знания (естественные науки, социальные и гуманитарные науки, технические науки), так и на стыках между ними;

-разрабатывает в общих чертах проблему истины и методы ее подтверждения;

-анализирует мировоззренческие стандарты знания (в первую очередь, научного знания) и общий социокультурный фон его генерации;

-конструирует аналитические схемы для изучения истории различных типов знания: научного, религиозного, обыденного и т.п.

Изучение методологии весьма важно для любого исследователя. Но вместе с тем следует помнить, что изучение методологии какой-либо науки никоим образом не может заменить изучения самой науки.

Методологию необходимо рассматривать скорее как инструмент научного исследования, а сама роль ее может быть определена как инструментальная.

Методология как способ изучения какой-либо реальности многовариантна и многомерна. Наиболее сложна методология изучения любых социальных систем - при этом, чем более развитой является изучаемая социальная система, тем более сложные типы методологии приходится применять.

Первая самая распространенная классификация методологии - это ее разделение в зависимости от той области знания (сферы науки), где применяется данная методология.

Например, философия разрабатывает, использует и применяет философскую методологию изучения различных сфер действительности; история в отношении своего объекта - хронологически развернутой последовательности единичных событий и фактов жизни человеческого общества - использует историческую ме­тодологию; политические науки также располагают собственной методологией - методологией политических наук и т.д. Наконец, экономическая наука подобно любым другим наукам разрабатывает и использует собственную экономическую методологию.

Другим способом методологию можно разделить на научную методологию и методологию иных типов знания, например религиозную методологию, магическую и мистическую методологию, методологию «здравого смысла» и т.д.

В зависимости от того, какой тип отношений - количественный или качественный - исследует данная методология, ее можно разделить на количественную и качественную методологию.

Еще один вариант классификации методологий - это разделение их в зависимости от типа метода, который использует как ключевой та или иная методология. Здесь, например, можно указать методологию индуктивную, дедуктивную, «понимающую» (интерпретирующую), экспериментальную, моделирования, эволюционную и т.п.

И, наконец, весьма популярным является разделение методологии по трем уровням ее общности:

-всеобщую;

-общенаучную;

-частнонаучную.

Роль всеобщей методологии всех наук (социальных, естественных, технических) играет философия.

Общенаучная методология - это методология нескольких наук, или, по-другому, методология для нескольких наук.

Роль общенаучной методологии для экономической науки могут играть математическая, статистическая, историческая и некоторые другие типы методологий. Помимо экономического знания они могут быть применены и к другим типам научного знания.

Частнонаучная методология - это методология какой-либо одной конкретной науки.

В случае экономики речь должна идти об экономической методологии. Именно она выполняет функцию частнонаучной методологии для экономической науки. Но, что любопытно, для отдельных направлений внутри экономического знания (так называемых «экономических наук» - экономической географии, экономической истории, экономической теории, бухгалтерского учета и т.д.) эта же экономическая методология играет роль уже общенаучной, общедисциплинарной методологии.

Экономическая методология - важнейшее направление в экономических исследованиях, изучающее фундаментальный, метатеоретический уровень экономического знания, принципы его вывода и доказательства разнообразных экономических положений, теорем и теорий.

Можно выделить шесть основных целей и задач экономической методологии:

-исследование основных методов экономической науки, а также их взаимоотношения с методологией;

-анализ основных исследовательских программ (парадигм), существовавших в истории экономической мысли, а также периодов их смены;

-выведение и изучение ключевых этапов экономического исследования, а также рассмотрение процедуры «научного открытия» в экономической науке;

-анализ проблемы истины в экономической науке, а также исследование ее критериев и основных способов подтверждения;

-исследование места и значения экономической методологии в системе общей методологии социальных и естественных наук, в частности влияния методологии других наук на экономическую методологию, и воздействия последней на методологию иных областей знания;

-изучение основных мировоззренческих стандартов и идеалов экономической науки (этим вопросом экономическая методология занимается в тесной связи с философией экономики).

Можно выделить три основных этапа исследования в экономической науке: а) определение научной проблемы; б) выдвижение гипотез; в) создание теории на базе одной из гипотез, при том все остальные гипотезы признаются ложными.

Научная проблема в экономическом исследовании - это сложная экономическая задача, требующая своего разрешения. Правильно сформулировать научную проблему - также непростое дело, так как согласно общеизвестному методологическому принципу «правильно сформулированный вопрос - это уже половина ответа». Выявление научной проблемы включает в себя ее описание, т.е. письменное, устное или хотя бы мысленное изложение проблемы. Последнее также может быть формализованным (математическим, статистическим) или вербальным (словесным, концептуальным). Выдвижение гипотез - второй этап научного исследования в экономике. Гипотеза - это предположение относительно каких-либо научных фактов, которые нельзя до конца считать достоверным; она предсказывает какие-либо явления или факты, и со временем ее выводы либо опровергаются, либо превращаются в теорию. Гипотеза по возможности должна объяснять наибольшее число фактов, быть совместимой с предыдущими теориями и в целом обладать наибольшей эвристической силой. Нежелательны, хотя и возможны, гипотезы типа ad hoc, т.е. придуманные только для данного случая и плохо согласующиеся с предыдущими фактами и теориями.

Экономическая теория - это система обоснованных и доказанных положений, принятых большинством ученых в сфере экономического знания за истинные. Как завершающий этап экономического исследования теория представляет собой, как правило, одну из многих экономических гипотез - ту самую, что смогла в наи­большей степени доказать свою пригодность. Все иные гипотезы или отбрасываются вообще, или уходят на периферию экономической науки.

Экономическая теория опять же может либо иметь формализованный (математический) характер, либо быть концептуальной (вербальной). Введение математического инструментария повышает точность экономического знания, хотя сильно затрудняет его практическое применение. Концептуальные экономические теории, наоборот, легче применяются, но являются менее точными и по своей сущности больше напоминают хорошо разработанные гипотезы, которые в любой момент могут быть опровергнуты последующим развитием экономической науки.

Одной из научных экономических направлений являются прогностика - теория и практика прогнозирования: наука о законах и способах разработки прогнозов.

Роль прогнозных исследований в современном постиндустриальном обществе с усложнением социально-экономических, политических и экологических проблем усиливается. Но и увеличивается степень неопределенности прогнозов. А в условиях нестабильности и неопределенности российской экономики периода трансформации роль прогнозов еще более усиливается. Вот по этой причине необходимо создавать и постоянно совершенствовать научно обоснованную теорию, которая позволит произвести всестороннюю оценку объекта прогнозирования, определит перспективные направления привлечения знаний других наук и повысит достоверность и качество прогнозов.

Методология научного экономического прогнозирования включает совокупность принципов, методов и показателей, применяемых в процессе прогнозирования.

Общеметодологический подход к исследованию социально-экономических процессов определяет диалектический метод, который позволяет проникать в суть изучаемых явлений и фактов, относящихся к исследуемым объектам, устанавливать связи между явлениями. Он реализуется на основе использования как общих научных подходов и методов исследования, так и специфических.

Среди общих подходов можно выделить следующие: исторический, суть которого заключается в рассмотрении каждого явления во взаимосвязи его исторических форм; комплексный - включает рассмотрение явлений в их связи и зависимости с другими процессами и явлениями; системно-структурный предполагает, с одной стороны, рассмотрение экономической системы в качестве динамически развивающегося целого, с другой - расчленение системы на составляющие структурные элементы в их взаимодействии.

Исторический подход заключается в рассмотрении развития каждого явления (объекта) во взаимосвязи его исторических форм. Из взаимосвязи прошлого, настоящего и будущего следует, что будущее существует как возможность в настоящем. Поэтому прогнозирование связано с перенесением законов, тенденций, существующих в настоящем, за его пределы с тем, чтобы на этой основе воспроизвести еще не созданную модель будущего. Связь различных исторических форм проявления одного и того же события (объекта) означает, что современное состояние исследуемого объекта есть закономерный результат его предшествующего развития, а будущее состояние - закономерный результат развития в прошлом и настоящем. При таком подходе логическое исследование является отражением исторического хода общественного развития.

Исторический метод выполняет в экономическом исследовании пять основных функций: информационную, инструментальную, рефлексивную, критическую и предсказательную. Все эти функции важны каждая по-своему, и все они направлены на то, чтобы осуществить так называемую «историческую реконструкцию» - рациональное и доказательное воспроизведение того или иного фрагмента экономической истории или истории экономической мысли. Переход от ретроспективности к реконструкции составляет важнейший этап в применении исторического метода.

Всего же в историческом исследовании экономических процессов можно выделить пять основных этапов:

-выбор хозяйственного объекта и постановка исследовательской задачи;

-выявление источнико-информационной базы исследования и разработка методики его проведения;

-реконструкция исследуемой исторической реальности и ее описание;

-теоретическое объяснение на основе каких-либо экономических законов, принципов и теорем;

-верификация и фальсификация полученных результатов исследования.

Отправной точкой для исторической реконструкции и для исторического исследования в целом служат исторические источники. Именно анализ исторических источников превращает простые исторические свидетельства, данные и сведения в полноценные исторические факты.

Важной стороной исторического подхода к прогнозированию выступает его связь с практикой. Общественная практика составляет основу социально-экономического прогнозирования, как и других видов познавательной деятельности общественного прогнозирования. При этом задача прогноза не ограничивается познанием исследуемых объектов. Она состоит также в превращении полученного знания в инструмент воздействия на реальность в целях дальнейшего совершенствования общественной практики в заданном направлении, изменения будущего в соответствии с поставленными целями.

Комплексный подход включает рассмотрение явлений в их взаимосвязи и взаимозависимости, используя для этого методы исследования не только данной, но и других наук, изучающих эти же явления. Теоретической основой разработки научных представлений о будущем развитии социально-экономических объектов является политическая экономия (экономическая теория). При исследовании конкретных объектов экономическое прогнозирование основывается на достижениях и научном аппарате науки управления производством, теории планирования, а также других конкретных экономических дисциплин. Оно тесно связано и с рядом естественных и технических наук.

Системный подход представляет собой логический образ мышления, согласно которому процесс выработки и обоснования любого решения отталкивается от определения общей цели системы и подчинения достижению этой цели деятельности всех подсистем, включая планы развития и все другие параметры этой деятельности. При этом данная система рассматривается как часть более крупной (глобальной) системы, и общая цель ее развития согласуется с целями развития глобальной си­стемы.

В результате развития кибернетики и связанного с ней метода моделирования важным элементом системного подхода становится использование математического аппарата и ЭВМ для определения, разработки, проверки и осуществления постав­ленных целей и решений. Благодаря им возникает возможность не только применять в исследованиях качественные оценки явлений и процессов, но и пользоваться количественными измерениями, обеспечивающими достоверность и объективность анализа. Современный уровень знаний позволяет широко применять в исследованиях экономико-математические модели, теорию массового обслуживания, теорию игр, использовать при обработке статистических данных методы корреляционного, ре­грессионного и дисперсионного анализа.

В рамках комплексного подхода выделяются генетический и целевой подходы. Сущность генетического подхода состоит в том, чтобы проследить возможные направления и этапы будущего развития, опираясь на оценку исходного уровня настоящего и выявленные исследованием закономерности развития. Этот подход в полной мере учитывает инерционные моменты, возникшие в прошлом, настоящем и оказывающие влияние на будущее. При данном подходе связь и последовательность явлений рассматриваются от прошлого и настоящего к будущему. Генетический подход позволяет рассматривать объект, выявляя тенденции его развития и возможные результаты без влияния на этот объект.

При целевом подходе определяется цель и возможные пути ее достижения, т.е. исходят из определенного результата, который должен быть, достигнут в будущем. При этом подходе связь явлений рассматривается от будущего к настоящему.

Эти два подхода используются во взаимосвязи, потому что важно получить сведения о развитии объекта, не влияя на него и, задав цель, определить пути ее достижения.

Научными основами методологии прогнозирования и планирования экономики служат законы развития общества и экономическая теория. Прогностические функции выполняют законы диалектики: закон единства и борьбы противоположностей, закон взаимного перехода количественных и качественных изменений, закон отрицания отрицания.

Закон единства и борьбы противоположностей:

-баланс спроса и предложения на рынке определяет цену товара;

-либерализация экономических отношений влияет на народное благосостояние через опосредованную социальную политику;

-социальная направленность экономической политики влияет на структуру общества и общественные отношения;

-изменение расходной части бюджета невозможно без пропорционального изменения доходной части, так как произойдет разбалансировка, которая обязательно повлияет на социально-экономическое развитие страны и т.д.

Закон перехода количественных изменений в качественные: уменьшение количества организаций (предприятий) в результате процессов интеграции путем объединения организаций и кредитно-финансовых учреждений в промышленные агломераты и конгломераты, финансово-промышленные группы, т.е. олигополистические структуры, имеющие власть над ценами, издержками производства, делящими между собой рынки сырья и сбыта и качественно меняющими облик экономики и характер государственного управления.

Закон отрицания отрицания:

-эти же процессы (интеграции, глобализации) отрицают совершенную конкуренцию в рыночной экономике;

-зарождение новых социально-экономических отношений всегда происходит в недрах старого строя и всегда отрицает его;

-зарождение нового технологического уклада (ТУ) происходит на основе развития старого ТУ и отрицает его.

Особо следует подчеркнуть, что все науки выполняют прогностическую функцию, причем в каждой из них эта функция имеет свои особенности, определяемые предметом исследования и кругом изучаемых ею закономерностей.

При прогнозировании экономических явлений необходимо исходить из того, что на одно и то же явление могут оказывать действие не один, а многие законы, отличающиеся друг от друга по разным признакам, которые не меняются в пределах периода упреждения прогноза. Определение этих параметров опирается на действие всеобщих и общих законов. Что касается специфических законов, то они создают предпосылки для выводов о возможных качественных изменениях отдельных сторон прогнозируемых процессов.

Теоретической основой разработки научных представлений о будущем развитии экономики является экономическая теория. Рассмотрим важнейшие положения кейнсианской, монетарной и марксистской теорий, на которых базируется методология прогнозирования и планирования экономических и социальных процессов.

Кейнсианская теория делает упор на совокупные расходы (совокупный спрос) и их компоненты. Основополагающее кейнсианское уравнение:

C+G+I+(E-M)=Y,

где С - внутреннее потребление в частном секторе;

G- государственные расходы;

I- инвестиции;

Е - экспорт товаров и услуг;

М - импорт товаров и услуг;

Y- объем товаров и услуг за вычетом промежуточного потребления.

В состоянии равновесия левая часть (совокупные расходы) равна правой части (объему производства в стране). Кейнсианская модель экономического роста основана на роли спроса, который обеспечивает сбалансированный рост. На этой модели базируется методика расчета ВНП, возможных инвестиционных потоков, экспорта и импорта товаров и услуг.

Представителем монетарной теории является М. Фридмен. Главный параметр стабилизационной политики, согласно данной теории, - объем денежного предложения, т.е. монетаризм делает упор на деньги. Основополагающим является уравнение обмена:

MV=PQ,

где М - предложение денег;

V- скорость обращения денег;

Р - уровень цен;

Q-физический объем произведенных товаров и услуг.

Монетарная политика - один из основных макроэкономических инструментов, опирающихся на способность денежно-кредитной системы влиять не денежное предложение и соответственно на ставку процента.

Среди важнейших положений марксистской теории необходимо выделить следующие:

-деление общественного производства на две сферы - сферу материального производства, где производятся материальные блага и услуги, и непроизводственную сферу, оказывающую различные нематериальные услуги;

-деление производственной сферы на два подразделения:

I подразделение - производство средств производства;

II подразделение - производство предметов потребления;

-деление совокупного общественного продукта и любого вида продукции (товара) по стоимости на две части: стоимость израсходованных средств производства (с) и вновь созданную стоимость (v + m), где v- стоимость необходимого продукта и m- стоимость прибавочного продукта;

-положение о прибавочном продукте как источнике накопления и о накоплении как источнике расширенного воспроизводства.

Эти положения имеют важное значение при формировании (установлении) общеэкономических пропорций на прогнозный (плановый) период. На их основе выделяются приоритеты, обосновываются соотношения между фондами потребления и накопления, производством и потреблением и другие пропорции.

Важнейшие общеметодологические подходы являются базой методологии прогнозирования и позволяют сформировать методологические принципы прогнозирования, на которых основывается разработка прогнозов социально-экономического развития системы и составляющая конструктивная основа для разработки и использования прикладных методов прогнозирования.

Системность является важнейшим принципом, позволяющим объединить на общей методологической базе все многообразие методов прогнозирования в исследовании процессов самой разной природы. Этот принцип требует рассмотрения объекта прогнозирования как системы взаимосвязанных характеристик объекта и прогнозного фона в соответствии с целями и задачами исследования. Система не является произвольным механическим объединением элементов. В качестве обяза­тельного условия системного представления предполагается наличие следующих вполне определенных свойств: целостность, иерархичность, целенаправленность, самоорганизованность, управляемость и т.д.

Принцип системности предполагает исследование количественных и качественных закономерностей в экономических системах, построение такой логической цепочки исследования, согласно которой процесс выработки и обоснования любого решения должен отталкиваться от определения общей цели системы и подчинять деятельность всех подсистем достижению этой цели. Он позволяет расчленить любую систему на множество подсистем (экономика делится на комплексы, последние - на подкомплексы и т.д.). Этот принцип предполагает создание системы показателей, методов, которые соответствовали бы содержанию каждого объекта и позволяли бы построить целостную картину его развития.

Принцип адекватности прогноза объективным закономерностям характеризует не только процесс выявления, но и оценку устойчивых тенденций и взаимосвязей в развитии экономики и создание теоретического аналога реальных экономических процессов с их полной и точной имитацией. Реализация принципа адекватности предполагает учет вероятностного, стохастического характера реальных процессов, особенно в условиях неопределенности.

Принцип альтернативности прогнозирования связан с возможностью развития объекта исследования и его отдельных элементов по разным траекториям, при разных взаимосвязях и структурных соотношениях. В случае перехода от имитации сложившихся процессов и тенденций к предвидению их будущего развития возникает необходимость построения альтернатив, т.е. определения возможных путей развития объекта. Вероятностный характер прогнозирования отражает наличие случайных процессов и отклонений при сохранении их качественной однородности, устойчивости прогнозируемых тенденций. Альтернативность исходит из предположения о возможности качественно различных вариантов развития экономики.

Необходимым условием разработки достоверного прогноза является познание объективных законов развития процессов, выявление устойчивых тенденций на их основе. Это познание должно базироваться на глубоком изучении достижений прикладных разработок прогнозов, что составляет сущность принципа верифицируемости. Реализация этого принципа в практических исследованиях обеспечивается соответствующим качеством прогноза и оценкой достоверности и точности полученного результата.

Важным принципом является принцип эффективности, который определяет необходимость превышения экономического эффекта от использования прогноза над затратами по его разработке.

В методологии прогнозирования большое значение имеет выбранный метод и техника прогнозирования.

Главное требование, предъявляемое к прогнозным расчетам, гласит о том, что в каждом прогнозе должны быть указаны методы, использовавшиеся при его разработке. Лишь при соблюдении этого условия прогноз можно проверить и провести повторно.

Только таким образом можно проверить достоверность выдвинутых предположений и в каждом конкретном случае изменить или опровергнуть их.

При применении методов прогнозирования следует учитывать, что речь идет о методах, свойственных различным наукам и используемых во многих областях знаний. При этом следует отметить, что совершенствуются старые методы, разрабатываются новые методы, а также оригинальные формы подхода к проблемам исследования будущего. Содержательная систематизация методов прогнозирования должна определяться самим объектом прогнозирования, экономическими процессами развития и их закономерностями.

Объектом прогноза выступают важнейшие параметры будущих экономических процессов в их взаимосвязи. В процессе прогнозирования параметров, сопоставления их будущих значений, как с фактическими показателями текущего периода, так и с имеющимися или будущими возможностями возникает комплекс проблем принятия решений.

Для этого применяются различные методы, которые можно классифицировать следующим образом:

1.По степени охвата причинных связей на низшей ступени классификации методов прогнозирования находятся чисто механические приемы (перенесение прошлого в будущее). К этой категории относятся расчеты тренда независимо от степени совершенства методов их проведения. На следующей по сложности ступени находятся анализы односторонних зависимостей. Значительно более эффективны исследования нескольких односторонних связей, например метод множественной регрессии. Самыми совершенными под рассматриваемым углом зрения являются прогнозы, разработанные на основе анализа многосторонних взаимосвязей основных параметров системы.

2.По степени познания динамики процессов включается ряд методов, отличающихся друг от друга уровнем сложности. Наиболее простой метод сводится к принятию допущения о том, что сохранятся соответствующие пропорции. Учет постоянных или, при определенных условиях, циклических изменений позволяет достичь большего соответствия с действительным положением вещей. Но при использовании этих методов не учитываются скачкообразные качественные изменения, вызываемые научно-технической революцией и другими причинами. Лишь при учете этого обстоятельства (например, путем использования экспертных оценок) можно правильно отразить в прогнозе динамику процессов.

3.По степени учета в экономической сфере диалектики необходимости и случайности. Для получения оценок однозначно определяемых величин достаточно использовать точечные прогнозы. Напротив, интервальные прогнозы находят применение там, где имеют дело с переменными, обладающими областью рассеивания (статистические величины).

Более точные интервальные прогнозы разрабатываются в результате учета распределения вероятностей. Рассматриваемые при этом стохастические величины подразделяются на статические (инвариантные к времени) и динамические. К динамическим случайным величинам относятся величины, описывающие стационар­ные и переменные процессы, которые более точно определяются в теории случайных процессов.

4.По степени подверженности параметров влиянию извне. Практически независящей от нас (автономной) величиной является, к примеру, динамика численности населения в соседних регионах.

Существование лишь автономных параметров означало бы, что альтернативные расчеты (параллельные или условные прогнозы) излишни или малопригодны. Но поскольку ряд параметров зависит также и от субъективных методов их определения (инструментальные переменные), необходимо определить как будет реагировать система на различные внешние факторы.

5.Классификация возможна также на основе используемого математического инструментария (метод наименьших квадратов, корреляционные, регрессионные, вероятностные расчеты и т.д. или применяемых логических методов общего характера (аналогия, индукция и дедукция, анализ и синтез).

Классификация методов прогнозирования, проводимая с различных позиций, еще не дает решающего критерия для оценки прогноза.

Исследования причинных зависимостей, основывающиеся лишь на эмпирическом опыте, не в состоянии вскрыть устойчивых, повторяющихся, существенных и общих взаимосвязей, которые могли бы служить необходимой и достаточной базой разработки прогнозов. Следовательно, методы прогнозирования необходимо оценивать по тому, как они помогают выявить закономерные связи. Односторонняя ориентация методов прогнозирования по индуктивно каузальным критериям не всегда оправдывает себя. Это, однако, не говорит в пользу замены анализа конкретных причинных связей дедуктивными методами.

Процесс разработки прогноза социально-экономических систем можно представить в виде последовательности этапов:

Этап 1: анализ процесса роста и его особенностей;

Этап 2: выбор соответствующих методов и математических посылок;

Этап 3: использование методов прогнозирования;

Этап 4: верификация результатов.

Этап 1. Анализ процесса роста.

Для разработки прогноза требуется:

-определить закон роста или допущение о существовании такого закона;

-начальные и ограничительные условия;

-факторы (параметры), которые будут влиять на процесс.

Для оценки закона роста явления необходимо установить, к какому типу процессов роста оно относится. Для этого можно, в общем, воспользоваться следующей функцией:

yt+Δt=f(ayt;x;Δy) (2.1)

где yt+Δt - прогнозируемая величина в период t +Δt;

уt - базисная величина прогнозируемого процесса в период t(в настоящем или прошлом);

а- коэффициент преобразования базисной величины в прогнозируемую без учета действия новых факторов;

х - неизвестная величина, отражающая действие новых факторов в период t+Δt(в период tвлияние их было незначительным или отсутствовало вообще);

Δy*-* допуски прогноза.

По функции можно судить о двух типов экстремальных процессов:

1. X→0: наличие так называемого продолжающегося процесса, суть которого определяется базисной величиной процесса;

2. а→0: наличие так называемого начинающегося процесса, связанного с действием новых факторов.

В продолжающихся процессах непрерывность развития превалирует над его дискретностью. В начинающихся процессах, наоборот, прерывность процесса развития выступает на первом плане. В таких случаях необходимо разработать прогнозы, позволяющие на основе анализа длительных и непрерывных рядов развития заблаговременно предвидеть наличие непрерывности в экономическом процессе.

Предвидение условий протекания исходных процессов, то есть процессов, наступление которых порождается появлением качественно новых потребностей или реализацией научно-технических достижений и открытий и предвидение будущих последствий этих процессов, представляет наибольшие трудности.

В начинающихся процессах наиболее ярко проявляется объективная неопределенность экономических процессов. Решить проблему этой неопределенности, обусловленной действием субъективных факторов и сложностью общественно-экономических отношений, можно в принципе лишь путем использования прогнозов, предусматривающих наличие определенных допусков, а также созданием резервов и страховых фондов. Кроме того, необходимо подчеркнуть, что начинающиеся и продолжающиеся процессы могут переходить друг в друга, а чистых процессов не существует.

При решении прогностических проблем, вытекающих из процессов обоих типов, применяются разнообразные методы разработки прогнозов. При этом техника прогнозирования основывается на двух методических принципах, соответствующих названным основным типам процессов:

-на экстраполяции, пригодной для прогнозирования продолжающихся процессов;

-на обратном расчете, позволяющем разрабатывать прогнозы начинающихся процессов.

Этап 2. Выбор математических посылок.

В методическом плане основным инструментом любого прогноза является схема: экстраполяции. Сущность экстраполяции заключается в изучении сложившихся в прошлом и настоящем устойчивых тенденций развития объекта прогноза и в переносе их на будущее.

Различают формальную и прогнозную экстраполяцию. Формальная экстраполяция базируется на предположении о сохранении в будущем прошлых и настоящих тенденций развития объекта прогноза; при прогнозной экстраполяции фактическое развитие увязывается с динамикой исследуемого процесса с учетом изменений влияния различных факторов в перспективе.

Методы экстраполяции являются наиболее распространенными и проработанными. Основу экстраполяционных методов прогнозирования составляет изучение эмпирических рядов. Эмпирический ряд - это множество наблюдений, полученных последовательно во времени.

В экономическом прогнозировании широко применяется метод математической экстраполяции, в математическом смысле означающий распространение закона изменения функции из области ее наблюдения на область, лежащую вне отрезка наблюдения. Функция представляет собой математико-статистическую модель, отражающую зависимость объекта прогнозирования (экономического показателя) от влияющих на него факторов.

В качестве факторов могут выступать различные показатели, а также время (номер периода). Во втором случае зависимость называется трендом.

Обратный расчет - это метод нахождения промежуточных характеристик процесса. При этом можно выделить два вида обратных расчетов:

-заданы исходные параметры будущей динамики сравниваемых величин и фактического развития;

-определяется точка пересечения обоих значений;

-имеются данные о фактическом развитии и формулируются параметры состояния системы в будущем; обратный рас­чет осуществляется от целевых параметров.

После определения основных параметров, целей, исходных данных выполняется построение и проверка математической функции прогноза, а именно:

-выбор типа функции;

-подбор кривых;

-критерии подбора;

-преобразование исходных данных.

Основным фактором, влияющим на выбор типа функции, является идентификация и четкое понимание реальных моделей, присутствующих в данных.

Если в них удастся распознать тренд, циклическую или сезонную модель, это облегчит поиск эффективного метода экстраполекции, т.е. выбор типа функции.

Различают эмпирические и логические методы выбора типа функций.

В зависимости от объема исходных данных можно выделить следующие разновидности эмпирических методов:

-задана одна точка: исключается возможность обоснованного выбора функций;

-задана точка и угловой коэффициент: это дает возможность провести прямую и осуществить экстраполекцию;

-заданы две точки: экстраполяцию величины можно осуществить, построив прямую;

-заданы несколько точек: подбор кривой из множества возможных кривых.

Эмпирические методы выбора типа кривой имеют недостаток, который заключается в том, что разработанные на их основе прогнозы в значительной мере отличаются от фактических показателей, поэтому необходимо использовать логические методы подбора кривых. Лишь в исключительных случаях закон развития экономического явления может быть выведен из его количественных показателей.

Количественные показатели в большей их части непостоянны, поэтому необходимо исследование динамики, которое позволяет вскрыть наличие стационарности динамического ряда.

Если при выборе функции использовались теоретические разработки, то можно говорить, что использован логический выбор, а не чисто имперический.

В общем виде для выбора необходимой кривой исходные данные ряда исследуются: на тип роста рассматриваемого процесса; на эластичность; на монотонность.

Результаты этих исследований позволяют определить вид функции, отражающей желаемые свойства.

При выборе типа функции необходимо учитывать, что в практике прогнозирования имеет место комплексное применение логических и эмпирических методов.

Эффективность различных методов прогнозирования зависит от отдаленности прогноза во времени и типа анализируемых данных. Одни методы дают большую точность для короткого промежутка времени, а другие для составления длительных прогнозов.

Следует отметить, что правильно подобранный критерий оценки будет давать относительно малые ошибки прогноза. Критерии оценки точности прогноза используются для следующих целей:

-сравнение точности двух различных методов;

-оценка полезности и надежности метода;

-отыскание оптимального метода.

Важнейший принцип теории познания, играющий не последнюю роль в современных естественных науках, - это принцип сведения сложного к простому.

При разработке прогнозов, прежде всего, руководствуются законами роста, которые выявить можно лишь в том случае, если процесс фактического развития удается упростить таким образом, чтобы это не только не влекло за собой потери информации, а, наоборот, открывало перед исследователем новые пути к пониманию проблемы. Для этого приходится осуществлять соответствующее преобразование данных. Цель подобной трансформации - линеаризация, в идеальном случае, формы кривой.

Имеется три метода преобразования исходных данных прогноза, осуществляемого с целью обнаружить действие относительно простых законов роста, а именно логарифмирование данных, исчисление конечных разностей, замена переменных.

Математический метод решения проблемы обратных расчетов представляет собой метод сопоставления будущих возможностей и требований, вытекающих из количественных и качественных изменений функционировании системы, с составлением ее в настоящем и развитием ее в прошлом.

Речь идет о прогнозировании достижения желательных состояний системы на основе заранее заданных норм, идеалов, стимулов и целей.

Необходимо спрогнозировать способы достижения желаемого результата. Такой подход необходим чаще для программных или целевых прогнозов. Используются как количественное выражение норматива, так и определенная шкала возможностей оценочной функции.

Такие расчеты называют интерполяцией. Интерполяция - это способ вычисления показателей, недостающих в динамическом ряду явления, на основе установленной взаимосвязи. Принимая фактическое значение показателя и значение его нормативов за крайние члены динамического ряда, можно определить величины значений внутри этого ряда. Поэтому интерполяцию считают нормативным методом.

К настоящему времени существует множество различных способов интерполяции. Выбор наиболее подходящего алгоритма зависит от ответов на вопросы: как точен выбираемый метод, каковы затраты на его использование, насколько гладкой является интерполяционная функция, какого количества точек данных она требует и т. п.

На практике чаще всего применяют интерполяцию многочленами. Это связано прежде всего с тем, что многочлены легко вычислять, легко аналитически находить их производные.

В случае использования в нормативном методе шкалы (поля, спектра) возможностей оценочной функции, т. е. функции распределения предпочтительности, указывают примерно следующую градацию: нежелательно - менее желательно - более желательно - наиболее желательно - оптимально (норматив).

Нормативный метод прогнозирования помогает выработать рекомендации по повышению уровня объективности, следовательно, эффективности решений.

Таким образом, используя методы экстраполяции и интерполяции можно подобрать математические функции прогноза.

 Этап 3. Использование методов прогнозирования.

Прогнозированием, т.е. предвидением будущего развития и последствий возможных сдвигов в экономике на микро- и макроуровнях, занимаются государственные органы на разных уровнях управления. Экономическое и социальное развитие многогранно, многофакторно и противоречиво. Поэтому прогнозы обычно составляются в нескольких вариантах (сценариях). Это особенно важно в условиях переходных, кризисных этапов в развитии экономической системы, когда она становится неустойчивой, и подчас достаточно случайного стечения обстоятельств, чтобы ситуация резко переменилась.

Основная задача прогностики - развитие специальной (частной) методологии прогнозирования с целью повышения эффективности методов и техники разработки прогнозов. В проблематику прогностики входит изучение особенностей прогнозирования как особого научного исследования, принципов оптимального подбора методов прогнозирования, способов оценки достоверности прогнозов, принципов использования для разработки прогнозов выводов теории вероятностей, теории игр, исследования операций и другие.

Основой экономической прогностики является экономико-математическое моделирование. Оно позволяет на строго количественной основе выявить характер связей между отдельными элементами рынка и теми факторами, которые влияют на его развитие. Что особенно важно - математические модели дают возможность наблюдать, как станут развиваться события при тех или иных начальных допущениях .

Под методами социально-экономического прогнозирования следует понимать совокупность приемов и способов мышления, позволяющих на основе ретроспективных данных внешних и внутренних связей объекта прогнозирования, а также их измерений в рамках рассматриваемого явления или процесса вывести суждения определенного и достоверного относительно будущего состояния и развития объекта.

В настоящее время насчитывается свыше 150 различных методов прогнозирования, из которых на практике используется 15-20.

В процессе экономического прогнозирования используются как общие научные методы и подходы к исследованию, так и специфические методы, свойственные социально-экономическому прогнозированию.

Существуют различные варианты классификации.

Классификация методов прогнозирования в существенной мере условна. Методов много и целесообразно выделить некие агрегированные особенности, которые могут выступать в качестве критериев классификации.

Одним из критериев может быть степень формализации. По степени формализации методы прогнозирования делятся на интуитивные (их также принято называть экспертными) и формализованные (фактографические). Эта классификация достаточно обширна, поскольку включает в себя методы прогнозирования, применяемые в экономических, социальных, общественно-политических, научно – технических областях (табл. 2.2)

Экспертные (интуитивные) методы прогнозирования предполагают, что подходы, используемые для формирования прогноза, не изложены в явной форме и неотделимы от лица, делающего прогноз, при разработке которого доминируют его интуиция, накопленный опыт, творчество и воображение.

Таблица 2.2

Методы прогнозирования

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №п/п | Метод | Характеристика |
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Фотографический метод | Метод прогнозирования, базирующийся на фактографической информации |
| 1.1 | Статистический метод прогнозирования | Метод прогнозирования, основанный на построении и анализе динамических рядов характеристик объекта прогнозирования и их статистических взаимосвязей |
| 1.2 | Прогнозная экстраполяция | Метод прогнозирования, основанный на математической экстраполяции, при котором выбор апроксимирующей функции осуществляется с учетом условий и ограничений развития объекта прогнозирования |
| 1.3 | Прогнозная интерполяция | Метод прогнозирования, основанный на математической интерполяции, при котором выбор интерполирующей функции осуществляется с учетом условий и ограничений развития объекта прогнозирования |
| 1.4 | Прогнозирование по функции с гибкой структурой | Метод прогнозирования, основанный на использовании экстраполирующей функции, вид и параметры которой подбираются в процессе ретроспективного анализа исходного динамического ряда из некоторого множества возможных функций |
| 1.5 | Метод экспоненциального сглаживания | Метод прогнозирования, основанный на построении экстраполирующей функции с использованием экспоненциального убывания весов ее коэффициентов |
| 1.6 | Метод гармонических весов | Метод прогнозирования, основанный на экстраполяции скользящего тренда, аппроксимируемого отрезками линии с взвешиванием точек этой линии при помощи гармонических весов |
| 1.7 | Регрессионный метод прогнозирования | Метод прогнозирования, основанный на анализе и использовании устойчивых статистических связей между совокупностью переменных – аргументов и прогнозируемой переменной функции |

|  |
| --- |
| Продолжение таблицы 2.2 |
| 1 | 2 | 3 |
| 1.8 | Авторегрессионный метод прогнозирования | Метод прогнозирования стационарных случайных процессов, основанный на анализе и использовании корреляций значений динамического ряда с фиксированными временными интервалами между ними |
| 1.9 | Факторный метод прогнозирования | Метод прогнозирования, основанный на обработке многомерных массивов информации об объекте в динамике с использованием аппарата факторного статистического анализа или его разновидностей |
| 1.10 | Метод группового учета аргументов | Метод прогнозирования, основанный на кусочной аппроксимации исходного динамического ряда с оптимизацией вида и параметров прогнозирующей функции |
| 1.11 | Метод цепей Маркова | Метод прогнозирования, основанный на анализе и использовании вероятностей перехода объекта прогнозирования из одного состояния в другое |
| 1.12 | Метод исторической аналогии | Метод прогнозирования, основанный на установлении и использовании аналогии объекта прогнозирования с одинаковым по природе объектом, опережающим первый в своем развитии |
| 1.13 | Метод математической аналогии | Метод прогнозирования, основанный на установлении аналогии математических описаний процессов развития различный по природе объектов с последующим использованием более изученного математического описания одного из них для разработки прогнозов другого |
| 1.14 | Метод прогнозирования по опережающей информации; метод опережающей информации | Метод прогнозирования, основанный на использовании свойства научно-технической информации опережать реализацию научно-технических достижений в общественной практике |
| 1.15 | Патентный метод прогнозирования | Метод прогнозирования, основанный на оценке по принятой системе критериев, изобретений и открытий и исследовании их динамики |
| 1.16 | Метод анализа публикаций | Метод прогнозирования, основанный на оценке публикаций об объекте прогнозирования по принятой системе критериев и исследовании динамики их опубликования |

|  |
| --- |
| Продолжение таблицы 2.2 |
| 1 | 2 | 3 |
| 1.17 | Цитатно-индексный метод прогнозирования | Метод прогнозирования, основанный на оценке по принятой системе критериев и анализе динамики цитирования авторов публикаций об объекте прогнозирования |
| 2 | Экспертный метод | Метод прогнозирования, основанный на экспертной информации |
| 2.1 | Метод индивидуальной экспертной оценки | Метод прогнозирования, основанный на использовании в качестве источника информации оценки одного эксперта |
| 2.2 | Метод интервью | Метод индивидуальной экспертной оценки, основанный на беседе прогнозиста с экспертом по схеме «вопрос-ответ» |
| 2.3 | Метод коллективной экспертной оценки | Метод прогнозирования, основанный на выявлении обобщенной оценки экспертной группы путем обработки индивидуальных независимых оценок, вынесенных экспертами, входящими в группу |
| 2.4 | Метод экспертных комиссий | Метод экспертной оценки, основанный на объединении в единый документ экспертных оценок прогнозов отдельных аспектов объекта, разработанных соответствующими экспертными группами |
| 2.5 | Метод коллективной генерации идей; метод отнесенной оценки; метод «мозговой атаки»; конференция идей | Метод экспертной оценки, основанный на стимулировании творческой деятельности экспертов путем совместного обсуждения конкретной проблемы, регламентированного определенными правилами: запрещением оценки выдвигаемых идей, ограничением времени одного выступления с допущением многократных выступлений одного участника, приоритетом выступления эксперта, развивающего предыдущую идею оценкой выдвинутых идей на последующих этапах фиксацией всех выдвинутых идей |
| 2.6 | Дельфийский метод | Метод экспертной оценки, основанный на выявлении согласованной оценки экспертной группы путем независимого анонимного опроса экспертов в несколько туров, предусматривающего сообщение экспертам результатов предыдущего тура |

|  |
| --- |
| Продолжение таблицы 2.2 |
| 1 | 2 | 3 |
| 2.7 | Матричный метод прогнозирования | Метод прогнозирования, основанный на матричной интерпретации экспертных оценок связей отдельных аспектов |
| 2.8 | Метод эвристического прогнозирования | Метод прогнозирования, основанный на построении и последующем усечении дерева поиска экспертной оценки с использованием эвристических приемов и логического анализа прогнозной модели |
| 2.9 | Метод построения прогнозного сценария; метод сценария | Метод прогнозирования, основанный на установлении последовательностей состояний объекта прогнозирования при различных прогнозах фона |
| 2.10 | Морфологический метод прогнозирования; морфологический анализ | Метод прогнозирования, основанный на выявлении структуры объекта прогнозирования и оценке возможных значений ее элементов с последующим перебором и оценкой вариантов сочетаний этих значений |
| 2.11 | Морфологическая матрица | Матричный метод прогнозирования, использующий морфологический метод |

Экспертные методы прогнозирования, как правило, используются в двух случаях:

-когда невозможно учесть влияние многих факторов из-за значительной сложности объекта прогнозирования;

-при наличии высокой степени неопределенности информации, имеющейся в прогностической базе, или вовсе при отсутствии информации об объекте прогнозирования.

Оценки экспертов по способу их получения и соответственно методы экспертного прогнозирования разделяются на индивидуальные и коллективные.

К числу индивидуальных экспертных методов принято относить следующие: метод опроса в форме интервью (метод «интервью»), аналитический метод, метод построения сценариев, метод психо-интеллектуальной генерации идей. К частным методам относятся ассоциативные приемы, приемы аналогий, морфологический анализ.

Методы коллективных экспертных оценок включают следующие: метод комиссий (круглого стола); метод «Дельфи», метод коллективной генерации идей (метод «мозгового штурма»). К частным методам в данном случае можно отнести метод функционально-стоимостного анализа, метод управляемой генерации идей, синоптический метод. Группа методов коллективных экспертных оценок основана на том, что при коллективном мышлении, во-первых, выше точность результата, а во-вторых, при обработке полученных результатов могут возникнуть продуктивные идеи.

Фактографические методы основаны на фактически имеющейся информации об объекте прогнозирования и его прошлом развитии. Эти методы гораздо более формализованы и, как правило, содержат в своем составе различный логический или математический инструментарий.

В практике прогнозирования экономических процессов преобладают, по крайней мере, до последнего времени статистические методы. Это вызвано главным образом тем, что статистические методы опираются на аппарат анализа, развитие и практика применения которого имеют достаточно длительную историю.

Процесс прогнозирования, опирающийся на статистические методы, распадается на два этапа.

Первый этап состоит в обобщении данных, собираемых за некоторый период времени, а также в создании на основе этого обобщения модели процесса. Модель описывается в виде аналитически выраженной тенденции развития (экстраполяция тренда) или в виде функциональной зависимости от одного или нескольких факторов-аргументов (уравнения регрессии). Построение модели процесса для прогнозирования, какой бы вид она ни имела, обязательно включает выбор формы уравнения, описывающего динамику и взаимосвязь явлений, и оценивание его параметров с помощью того или иного метода.

Второй этап - сам прогноз. На этом этапе на основе найденных закономерностей определяют ожидаемое значение прогнозируемого показателя, величины или признака. Безусловно, полученные результаты не могут рассматриваться как нечто окончательное, так как при их оценке и использовании должны приниматься во внимание факторы, условия и ограничения, которые не участвовали в описании и построении модели. Их корректировка должна осуществляться в соответствии с ожидаемым изменением обстоятельств их формирования.

Практическое применение того или иного метода прогнозирования определяется такими факторами, как объект прогноза, сложность и структура системы, наличие исходной информации, квалификация прогнозиста.

Особое место в классификации методов прогнозирования занимают комбинированные методы, которые объединяют различные методы прогнозирования. Использование комбинированных методов особенно актуально для сложных социально- экономических систем, когда при разработке прогноза показателей каждого элемента системы могут быть использованы различные сочетания методов прогнозирования. Разновидностью комбинированных методов можно считать эконометрическое моделирование.

Этап 4. Объективизация результатов.

Входе прогнозирования у исполнителей может возникнуть прогнозный вариант, прогнозная альтернатива и необходимость проверки прогнозного эксперимента. Прогнозный вариант - это один из прогнозов, составляющих группу возможных прогнозов. Прогнозная альтернатива - один из прогнозов, составляющих группу взаимоисключающих прогнозов. Прогнозный эксперимент - это варьирование ха­рактеристик объекта прогнозирования на прогнозных моделях с целью выявления возможных, допустимых, недопустимых прогнозных и альтернативных вариантов развития объекта прогнозирования.

Полученный прогноз в дальнейшем может быть подвергнут корректировке, т. е. уточнению по результатам верификации, с учетом дополнительных материалов и исследований.

В прогнозировании может быть указана величина отклонения прогноза от действительного состояния объекта, которая называется ошибкой прогноза. Ошибка прогноза не связана с качеством прогноза, а зависит от принимаемых на его основе решений и их реализации.

Верификация прогноза есть определение степени его достоверности, точности и обоснованности. Абсолютная верификация прогноза, т.е. установление степени его соответствия действительному состоянию объекта в прогнозируемом будущем, практически возможна лишь к завершению периода упреждения. Это особая задача, которая выходит за рамки собственно прогнозирования. Но уже на заключительных стадиях разработки прогноза возможна и желательна относительная (предварительная) верификация - определение степени соответствия прогноза требованиям современной науки, его достоверности - вероятности осуществления, предсказанного для заданного доверительного интервала точности, обоснованности (в смысле соответствия теории и практики). Опыт показывает, что верифицированные таким образом прогнозы не только имеют очень высокую степень оправдываемости (до 95-96% значений наиболее вероятного тренда), но, главное, служат надежной ориентирующей информацией для управления, дают значительный экономический и политический эффект в смысле оптимизации принятия решений и тем самым полностью оправдывают затраты сил и средств на их разработку. Существуют различные методы верификации (табл.2.3)

Процедура верификации желательна и обязательна. В сравнительно простых случаях роль этой процедуры фактически играют экспертные опросы. В более сложных случаях требуется специальная процедура по одному из восьми видов верификации, многократно описанных в литературе:

-разработка прогноза методом отличным от первоначально использованного;

-сопоставление прогноза с другими, полученными из иных источников информации;

-проверка адекватного прогноза на ретроспективном периоде;

-аналитическое или логическое выведение параллельного прогноза из заранее полученных прогнозов;

-дополнительный опрос экспертов;

-опровержение критических замечаний оппонентов;

-выявление и учет источников возможных ошибок;

-сравнение с мнением, признанным наиболее компетентным.

Наиболее экономичный и вместе с тем максимально эффективный при минимальных затратах и минимальном риске субъективных оценок способ - коллективный опрос экспертов (желательно, заочный), что не исключает других способов, если к тому имеется возможность.

Таблица 2.3

Методы верификации

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п/п | Метод | Характеристика |
| 1 | Прямая верификация | Верификация прогноза путем его повторной разработки другим методом |
| 2 | Косвенная верификация | Верификация прогноза путем его сопоставления с прогнозами, полученными другими разработчиками |
| 3 | Инверсная верификация | Верификация прогноза путем проверки адекватности прогнозной модели на периоде прогнозной ретроспекции |
| 4 | Консеквентная верификация; дублирующая верификация | Верификация прогноза путем аналитического или логического выведения прогноза из ранее полученных прогнозов |
| 5 | Верификация повторным опросом | Верификация прогноза путем использования дополнительного опроса экспертов |
| 6 | Верификация оппонентом | Верификация прогноза путем опровержения критических замечаний оппонента по прогнозу |
| 7 | Верификация учетом ошибок | Верификация прогноза путем выявления и учета источников регулярных ошибок прогноза |
| 8 | Верификация экспертом | Верификация прогноза путем сравнения с оценкой наиболее компетентного эксперта |

Основные операции по верификации:

-верификация поисковой и нормативной моделей прогноза одним или несколькими способами по выбору;

-доработка моделей на основе обсуждения и их окончательная редакция.

Социальный прогноз - не самоцель, а информация для принимающих целевые, плановые, программные, проектные, организационно-управленческие решения. Поэтому работа над прогнозом не может считаться завершенной без выработки рекомендаций на основе сопоставления данных и нормативов. Методологически недопустимо передоверять последнюю процедуру самому заказчику прогноза, т.к. возникает соблазн подогнать прогнозные данные под ведомственные интересы заказчика, а тем самым обесценивается вся проделанная ранее работа. Рекомендации должны иметь возможно более объективное содержание, независимо от интересов заказчика (только в этом их значение и смысл). Поэтому их разработка - обязанность независимых от заказчика прогнозистов:

1.Составление предварительных рекомендаций силами исследовательской группы.

2.Обсуждение составленных рекомендаций очным (или в сложных случаях заочным) опросом экспертов.

3.Составление так называемого поствероятностного сценария эвентуального состояния объекта исследования в случае реализации предложенных рекомендаций с обязательным указанием не только позитивных, но и возможных негативных последствий такой реализации.

В сложных случаях проводится дополнительный опрос экспертов по содержанию представленного сценария, в более простых он совмещается с обсуждением.

4.Написание предварительного отчета об исследовании.

При этом обязательна развернутая интерпретация обеих прогнозных моделей и приложение документов по всем предыдущим процедурам.

5.Обсуждение представленного отчета очным (или в сложных случаях заочным) опросом экспертов.

6.Доработка отчета на основе обсуждения и сдача отчета заказчику.

Круг экспертов по ходу всех обсуждений должен быть по возможности стабильным, т.к. от обсуждения к обсуждению проходит "самообучение" экспертов, что повышает качество экспертизы. Опыт показывает, что без этого при прогнозировании даже самые компетентные и конструктивно мыслящие эксперты не в состоянии сразу давать прогнозные оценки должной степени адекватности.

Вопросы для самопроверки

1. Дайте содержательное понятие методологии.

2. Какие основные цели и задачи экономической методологии?

3. Что включает методология научного экономического прогнозирования?

4. Сформулируйте основные методологические принципы прогнозирования.

5. Дайте классификацию методов, которые применяются в прогнозировании.

6. Какие этапы выделяют в процессе разработки прогноза социально-экономических систем?

**2.3. Методология планирования**

Основное назначение планирования можно выразить следующим образом: планирование решает, какие должны быть цели организации и что должен делать исполнители, чтобы достичь этих целей.

Планирование как функция управления состоит в выборе оптимальной альтернативы развития объекта управления.

Планирование - есть предопределение будущего, построение активного образа модели желаемого и намечаемого в будущем состояния экономики при одновременном установлении путей, способов, средств и сроков достижения этих состояний и намечаемых целей.

Планы всегда ориентированы на достижение определенных целей, на решение конкретных задач стоящих перед экономикой, что находит свое отражение в показателях плана, числовых параметрах фиксирующих меру, степень решений социально-экономических задач, этапы движения к конечной цели.

Плановые показатели отражают также направленность экономических действий, промежуточные результаты, виды и объемы затрачиваемых ресурсов.

План - это рабочий инструмент достижения поставленной цели субъектом предпринимательства, созданный на основе конъюнктурного прогноза среды хозяйствования и расписанный по исполнителям, времени и средствам.

Приведенное определение плана содержит следующие ключевые слова:

- "инструмент" - означает, что план не самоцель, а средство достижения цели. Средства достижения цели могут меняться, и в этом заключается смысл понятия "рабочий инструмент", когда в механизме планирования предусматривается постоянная возможность уточнить используемые средства, если это потребуют цель и изменившиеся условия бизнеса;

-"достижения поставленной цели" - определяет удовлетворение личных и коллективных интересов работников объекта. Цель - как желаемый результат, как центр стремлений в плане - должна осуществляться точно к намеченному сроку;

-"на основе конъюнктурного прогноза" - означает, что в основе субъективных действий исполнителей плана находится их понимание объективных закономерностей существования хозяйственной среды и ее использование: знание механизма рынка, и разработка прогноза как предварительной части планирования;

- "расписанный по исполнителям, времени и средствам" - означает, что план действий обязательно должен быть обеспечен ресурсами, т.е по срокам исполнения материальными, трудовыми, финансовыми и интеллектуальными средствами.

Планирование рассматривается в терминах общеполитической, социальной, экономической и культурной среды. Определения планирования представляются как ориентированную на будущее деятельность по принятию решения, включающую назначение и выбор. Для одних планирование - процесс определения соответствующего будущего действия через последовательность выборов, для других планирование - предвидение при одновременной формулировке и осуществление программ и политик, для третьих планирование - процесс подготовки ряда решений для осуществления последующих действий, направленных на достижение целей предпочитаемыми средствами. Прежде чем дать определение планирования, рассмотрим основные концепции и теории планирования.

На сегодняшний день концепции и теории планирования можно разбить на формальное, инкрементальное и системное планирование.

Рассмотрим кратко их.

Формальное планирование. При формальном планировании проблема сужается до области, позволяющей использовать количественные модели и технику оптимизации.

Инкрементальное планирование. При этом планировании используют «здравый смысл» и качественные рассуждения, незначительно модифицирующие существующие политики, полагаясь на политические торги и компромиссы для достижения консенсуса.

Системное планирование. Это более широкий подход, при котором пытаются формулировать проблемы планирования на языке множества участвующих сил и отношений между ними. Поиск сходимости между идеализированными, оптимальными, возможными и инкрементальными откликами здесь базируется на совокупности качественных и количественных методов.

Планирование является системой, имеющей назначение, функции, потоки и структуру. Планирование можно вообразить как непрерывный и иногда нерегулярный цикл мышления и действия, который помогает построить более надежные и эффективные системы.

Общие процессы планирования. Планирование независимо от ее концепции и теории состоит из определенных этапов. Основными из них являются:

-структурирование проблемы. Сначала нужно определить одну или несколько целей и ограничения, налагаемые на достижение этих целей. Проблемы должны быть сформулированы таким образом, чтобы была возможность для вмешательства и управления;

-идентификация и оценка альтернативных реакций. На этом этапе перечисляют и оценивают возможные решения, а также расходы и доходы, связанные с альтернативными средствами достижения желаемой цели. Выбор делается из перечня, который составляют, пользуясь заранее определенными критериями;

-осуществление. Определяется последовательность действий для осуществления плана;

-проверка и оценка плана. На этом этапе определяется точность осуществления планов и оценивается эффект или исход, к которому приводит осуществление плана. Этот этап планирования осуществляется, спустя месяцы и даже годы после осуществления планов и, как правило, авторы плана не участвуют в нем. Этим занимаются в большей степени специалисты по теориям и процедурам планирования.

При планировании очень большое значение имеет то, где осуществляется планирование, что мы планируем и что мы вкладываем в планирование, а также как планируем и как применяем историю и философию планирования в определенной сфере деятельности.

Методология планирования заложена в сущности планирования целей и показателей их достижения. Без наличия четких целей, показателей для оценки их достижения, а также промежуточных задач, которые необходимо решить, чтобы достигнуть поставленных целей, не может осуществляться ни один контролируемый и управляемый процесс.

Правовым обеспечением методологии планирования являются: Гражданский кодекс РФ и другие нормативные акты о планировании. Информационным обеспечением методологии планирования являются данные по развитию рынков, анализу конкурентов, исследованиям потребительских предпочтений, отчетным показателям деятельности за прошлые периоды. К методологии планирования также можно отнести личный профессиональный опыт лиц, ответственных за составление плана.

Методология планирования также включает различные ограничения планирования, которые связаны с внутренними и внешними факторами. К внутренним можно отнести невозможность охватить все существующие данные по отдельным аспектам, касающимся плана, а также наличие данных только за предыдущие периоды. Внешние факторы связаны с изменениями в политической сфере, экономических условиях хозяйствования, технологических изменениях и т.д. Все эти изменения нельзя предугадать заранее и сложно учитыватьв процессе планирования, так же как и повлиять на них после того, как эти изменения наступят.

Процесс планирования осуществляется по своим внутренним законам согласно логике обоснования показателя, т. е. в соответствии с методологией планирования. Методология планирования - это учение о совокупности основных принципов, методов, о системе применяемых показателей, мер (и действий), необходимых для выполнения плана, а также его мониторинга. Методология планирования как научная рекомендация по осуществлению процесса планирования не является раз и навсегда данной, незыблемой. Она может совершенствоваться с появлением новых знаний в области экономики и планирования.

Основой методологии планирования выступает системный подход, согласно которому каждый объект в процессе его исследования должен рассматриваться как сложная система и, одновременно, как элемент более общей системы. С этих позиций должна использоваться и методология планирования в ходе разработки планов.

Решение любых проблем управления, а, следовательно, и планирования, имеет определенную логику - упорядоченную последовательность, взаимосогласованность и обоснованность процедур, связанных с решением любой проблемы планирования, а также определение исходного пункта, от которого начинается движение и на который должен опираться весь процесс планирования.

Планирование опирается на определенные закономерности, получившие название принципов.

Принципы - отправные основополагающие понятия, определяющие задачи, направления и характер разработки планов, а также проверки их выполнения. Правильное их применение создает предпосылки для эффективной работы, уменьшает возможность появления отрицательных результатов.

Впервые принципы планирования были сформулированы еще А.Файолем. В 1916г. в книге «Общее и промышленное управление» он выделил четыре основных принципа планирования: единство, непрерывность, гибкость, точность. Впоследствии Р.Акофф дополнил их пятым принципом - участия.

К основным принципам планирования относятся:

Принцип единства (системности) предполагает, что планирование должно носить системный характер. В соответствии с этим принципом, и система в целом, и каждая ее подсистема должны осуществлять функцию планирования в направлении единого вектора цели. Увязка планов должна осуществляться путем интеграции и дифференциации по вертикали и путем координации по горизонтали. Чем больше элементов и уровней в системе, тем выгоднее их планировать одновременно и во взаимосвязи.

Принцип непрерывности определяет процесс планирования как непрерывный, когда на смену одному выполненному плану приходит другой новый план, а на смену второму - третий и т. д. Принцип касается прежде всего планов различного периода: краткосрочный план является частью среднесрочного, а среднесрочный - долгосрочного.

Такое понимание включает и связь планирования с прогнозированием, когда план есть производная от прогноза. Принцип также определяет кругооборот и последовательность этапов планирования. Этапы планирования показателей разных планов в одной системе могут осуществляться как одновременно, так и различаясь по времени.

Принцип гибкости уточняет принцип непрерывности, т.е. формирует исходные начала для смены ситуации в планах в соответствии с непредвиденными ситуациями на рынке. Чтобы план был гибок, в него необходимо заложить резервы, которые иногда называют «надбавками или подушками безопасности». Принцип диктует наличие механизма изменения плановых величин, т. е. их возможную корректировку для адаптации к изменившимся обстоятельствам бизнеса.

Принцип точности требует обоснованности, детализации и конкретизации планов той степени, в какой позволяют внешние и внутренние условия. Обоснованность плана в числовом значении означает его соответствие имеющимся ресурсам, в том числе и трудозатратам исполнителей. Принцип точности основывается на сравнительно точных прогнозах, на принципе оптимальности планирования. Обоснованность плана в числовом значении означает его соответствие имеющимся ресурсам, в том числе нормальным способностям и трудозатратам исполнителей. Так называемый напряженный план, превышающий эту норму, не оставляет резервов на случай ухудшения обстоятельств, а так называемый заниженный план создает условия для необоснованного поощрения работников без должных усилий с их стороны.

Необходимость детализации и конкретизации плана в долгосрочной перспективе выражена менее ярко, чем в краткосрочном периоде. Действие данного принципа усиливается по мере приближения времени плана.

Принцип участия означает включение в плановую деятельность максимально возможного числа сотрудников предприятия, организации. Этот принцип предполагает сделать план личным планом каждого сотрудника. Руководители нижних звеньев управления обязательно привлекаются к работе над общим планом.

В процессе такой работы вносятся новые идеи, предлагается собственное видение решения проблем, что значительно обогащает и уточняет содержание планов, обеспечивая их необходимость и реальность.

В современной отечественной науке и практике планирования, помимо рассмотренных классических принципов, широкую известность получили и, так называемые, общеклассические принципы:

Принцип научности в планировании: план будет разрабатываться на научной основе, если он базируется на качественной, а значит достоверной, полной, своевременной информации, применяются современные методы планирования, обуславливающие систему плановых показателей, нормативов, норм, разработку планов ведут квалифицированные специалисты.

Принцип многовариантности. В настоящее время любая проблема может быть решена различными способами. Уже в ходе решения могут меняться условия достижения цели, поэтому следует применять и другие мероприятия. Для учета этих объективных обстоятельств в ходе разработки проекта плана целесообразно формирование альтернативных вариантов. Каждый альтернативный вариант охватывает весь комплекс мероприятий по решению данной задачи в конкретных условиях. Задача разработчиков проекта плана состоит в поисках этих альтернатив. Такая работа увеличивает вероятность лучшего использования ресурсов.

Принцип оптимальностисостоит в правильном и четом формулировании и детализировании целей социально- экономической системы в целом и каждого еезвена, отборе критериев оптимальности для всего комплекса задач планирования и решений каждой задачи в отдельности оптимально, т.е. находят единственно правильное решение с учетом избранных критериев оптимальности, основанных на решении задач математического программирования, экономико-математического моделирования.

Принцип преемственностиобеспечивает взаимосвязью и технологией разработки долгосрочного, среднесрочного, текущего, оперативного планов.

Принцип иерархичности.Предпосылкой является иерархичность в управлении нижестоящей структурой. Принципы иерархичности носят подчиненный характер планам вышестоящих уровней. Связаны с вероятностным характером экономической системы, позволяют "гасить" мелкие отклонения от планов в пределах отдельных звеньев социально-экономической системы. Принципы иерархичности представляют собой некий компромисс между полной централизацией и децентрализацией управления.

Принцип эффективности.Этот принцип требует разработки такого варианта планов, который при существующих ограничениях используемых ресурсов обеспечивает получение наибольшего социально-экономического эффекта.

При оценке эффекта в процессе планирования обычно происходит сравнение ожидаемых показателей с заранее выбранной целью, установленным нормативом доходности и другими сравнительными данными. Оценить реальный эффект на стадии разработки плана практически не всегда возможно, тем не менее его надо планировать. Таким образом, в современной науке и практике планирования, помимо рассмотренных классических требований, широкую известность имеют общеэкономические принципы: системность, оптимальность, эффективность, приоритетность, сбалансированность, равнонапряженность, конкретность, динамичность, риск. Основные принципы планирования ориентируют все на достижение наилучших экономических показателей. Многие принципы весьма тесно связаны и переплетены между собой. Некоторые из них, например, эффективность и оптимальность, действуют в одном направлении. Другие, гибкость и точность, в разных направлениях. Наши экономисты-менеджеры имеют в настоящее время большой выбор существующих принципов планирования.

Наряду с важнейшими рассмотренными принципами необходимо остановиться еще на нескольких положениях, характерных для регионального планирования:

Принцип единства политики и хозяйствующего руководства. В настоящее время, при существовании многопартийной системы, партии, стоящие у власти, реализуя политические идеи, проводят определенную экономическую политику.

Принцип оптимального сочетания отраслевых и региональных интересов. В условиях рынка решение проблемы отраслевого и территориального планирования основывается на развитии законодательной базы, финансовом регулировании, кредитовании, системе штрафных санкций и других рычагах управления.

Принцип строго целевой направленности формулирует цели экономического развития, их разделения на подцели все более дробного характера и выявляет ресурсы, необходимее для их согласованной реализации.

Принцип комплексной направленности. Комплексный план всесторонне, полно описывает все аспекты предполагаемой деятельности региона. Главным методическим принципом является корректировка и взаимосвязанность, взаимообусловленность планов.

Результаты социально-экономической деятельности региона во многом зависят от: уровня развития техники и технологии; применяемых систем управления; использования имеющихся материальных, трудовых и финансовых ресурсов, показателей продуктивности, доходности и платежеспособности и т.п. Все перечисленные факторы образуют целостную комплексную систему плановых показателей, так что всякое количественное или качественное изменение хотя бы одного из них приводит, как правило, к соответствующему изменению многих других экономических показателей. Кроме того, любое плановое решение влияет не только на экономические результаты, но и на социальные, технические, организационные и другие, поэтому необходимо, чтобы применяемые плановые и управленческие решения были комплексными, обеспечивающими учёт изменений как в отдельных объектах так и в конечных результатах всего региона.

Принцип минимизации риска - означает, что при формировании регионального плана социально - экономического развития должны быть оценены различные риски в будущем, необходимо прогнозирование рисков и их учет при сравнительном анализе вариантов плана, при принятии решения о конечном выборе варианта плана.

Принцип баланс интересов - это многозначное понятие, предполагающее нахождение консенсуса между властными структурами, властью и бизнесом, профессиональными и общественными группами населения по вопросам о выборе приоритетных стратегических целей и механизмов их практической реализации, обеспечение согласованности и непротиворечивости федеральных, региональных и местных интересов.

Принцип легитимности - это обязательность рассмотрения и принятия разработанных проектов, концепций, программ, планов социально-экономического развития органами представительной власти соответствующего уровня государственного управления.

Принцип демократичности - означает гласность и открытость хода и результата работ по формированию концепций, программ, планов с привлечением научной общественности и населения к рассмотрению и экспертизе проектов документов. Принцип демократичности тесно связан с принципами легитимности и баланса интересов.

Принцип инновационности - означает использование в процессе планирования технологических инноваций, особенно современных информационных технологий; создание эффективных организационных форм выполнения работ; обоснование и обеспечение механизмов экономического взаимодействия между заинтересованными субъектами управления и хозяйствования; обеспечение нормативной базы планирования, отвечающей международным стандартам; научные инновации, основанные на результатах фундаментальных и прикладных исследований в области проблем стратегического планирования и социально-экономического развития.

Все рассмотренные принципы планирования тесно взаимосвязаны, поэтому только практическое использование их в совокупности может обеспечить высокое качество и результативность планирования. Одно из обязательных требований к государственным институтам (органам), ответственным за разработку экономических планов, является обеспечение прозрачности и подконтрольности обществу процесса планирования. Обеспечение прозрачности планов должно достигаться путем их публикации в открытой печати, обсуждения в СМИ, а также посредством соблюдения четкости, конкретности и ясности формулировок основных положений и пунктов плана. Для достижения подконтрольности планов обществу было бы целесообразно привлекать общественность к обсуждению планов, к их критической оценке, поощрять инициативу населения, предпринимательских структур, представителей науки по соучастию в процессе регионального планирования. Важно было бы создавать условия для оценки общественностью хода выполнения плана и для анализа причин отклонения от плановых заданий. В наибольшей мере достоянием общественности должны становиться социальные планы, непосредственно затрагивающие личные интересы всех членов гражданского общества.

При разработке планов экономического развития необходимо сначала провести комплексный анализ: определить возможные траектории развития внешней среды, оценить внутренний, потенциал, возможные риски и преимущества и т. д. Итоги такого анализа обретают наибольшую ценность, если они интегрированы в единую систему взаимосвязанных информационно-аналитических блоков. Решение этих задач могло бы быть наиболее успешным в рамках контроллинга.

От правильности решений, которые принимаются на региональном уровне в порядке реализации долгосрочных и среднесрочных планов социально-экономического развития, зависит успех в реализации таких первостепенной важности задач, как минимизация внутренних и внешних угроз и безопасное устойчивое развитие экономики региона. К числу наиболее актуальных относятся следующие задачи:

-определение потенциальных возможностей развития экономики региона;

-оптимизация способов использования ресурсов: финансовых, материально-технических, людских и интеллектуальных;

-оценка возможных внутренних и внешних угроз;

-получение информации о влиянии основных факторов на экономическое развитие, таких как производственная инфраструктура, конкурентная среда, структура и емкость внутренних и внешних рынков сбыта, обеспеченность финансовыми ресурсами и др.

Не менее сложным процессом является реализация плана: размещение и приведение в действие ресурсной базы, которая должна использоваться с наибольшим эффектом;решение организационных вопросов регионального управления;структурирование внешних и внутренних связей как механизма функционирования объектов планирования.

Качество разрабатываемых планов социально-экономического развития зависит от ряда условий, важнейшими среди которых являются:

-степень обеспеченности (высокая, ограниченная, нестабильная и т.д.) материальными, природными, научно-техническими, финансовыми, интеллектуальными и иными ресурсами;

-уровень конкурентоспособности страны, региона, отрасли, вида производства(наличие конкурентных преимуществ, недостаточная или низкая конкурентоспособность на внутреннем рынке, на различных видах внешних рынков);

-соотношение механизмов рыночного саморегулирования и государственного регулирования и возможности его оптимизации;

-особенности соотношений роли рыночных и нерыночных (государственных общественных и др.) институтов;

-наличие и характер комплекса методов используемых на разных этапах планирования, что также является одним из существенных условий успешного процесса разработки планов.

Второй важнейший элемент методологии - методы планирования.

Результативность планирования во многом зависит от методов, которые будут использованы при проведении исследовательских работ. Однако, при выборе того или иного метода исследования необходимо учитывать:

•цели исследовательских работ;

•требования, предъявляемые к конечным результатам исследований, их точности и достоверности;

•ограничения по срокам, ресурсам, возможностям исследователей и используемым техническим средствам исследований;

•имеющиеся данные об аналогичных исследованиях и фактические данные о системе и внешней среде;

•достоинства и недостатки каждого из рассматриваемых методов.

Выбор того или иного метода (учитывая цели, требования к глубине и точности исследования, ограничения по срокам и т,п.) осуществляется:

-интуитивно, руководствуясь опытом исследователя;

-эвристически, используя приемы логики и формальные методические правила;

-экспертными способами, исходя из опыта, логики, знаний и интуиции экспертов;

-консультативным способом, т.е. на основе рекомендаций специалистов-консультантов;

-формальными методами обоснования и (или) оптимизации (линейной оптимизации и др.).

В любом случае, независимо от выбранного и в дальнейшем используемого конкретного метода, наибольший эффект и объективность исследовательских работ может быть достигнута комплексным применением приемлемых для целей планирования методов. При этом одни из них могут быть эффективны на одном этапе исследования, а другие - на другом.

К основным методам планирования можно отнести:

-балансовый метод;

-нормативный метод;

-экономико-математические методы и модели;

-опытно статический метод.

Каждый из указанных методов включает множество разновидностей, приемов и способов формирования планов. Далее рассмотрим указанные выше методы планирования.

Балансовый метод планирования характеризуется установлением материально-вещественных и стоимостных пропорций в показателях. Метод предполагает использование взаимно уравновешивающихся расчетов (таблиц), в одной части которых указываются ресурсы, а в. другой - направления их использования. Правильное определение ресурсов будет означать обоснованное направление их использования согласно имеющимся потребностям. В планировании часто приме­няются такие балансы, как:

а) натуральный (материальный);

б) стоимостной;

в) трудовой;

г) межотраслевой и др.

Балансовые методы основываются на взаимной увязке ресурсов, которыми будет располагать регион, и потребностей в них в рамках планового периода. Если ресурсов по сравнению с потребностями недостаточно, то происходит поиск их дополнительных источников, позволяющих покрыть дефицит. Необходимые ресурсы можно привлекать со стороны, а можно брать в собственном «хозяйстве» из резервов.

Невозможность по тем или иным причинам решить проблему дефицита приводит к необходимости идти на снижение потребления либо на основе его рационализации, либо путем механического сокращения, с соответствующим уменьшением конечных результатов.

Если же ресурсы имеются в избытке, решается обратная проблема - расширение их потребления или избавление от излишков. Последнее целесообразно даже в условиях инфляции, поскольку для хранения запасов приходится затрачивать значительные средства.

Балансовый метод реализуется через составление системы балансов - материально вещественных, стоимостных и трудовых, которые по временному горизонту могут быть отчетными, плановыми, прогнозными, а по целям создания - аналитическими и рабочими.

Баланс представляет собой двустороннюю таблицу, в левой части которой отражаются источники ресурсов, а в правой их распределение.

В основе такого рода таблицы лежит балансовое уравнение, смысл которого заключается в том, что сумма остатка ресурсов на начало периода и их поступления из внутренних и внешних источников должна быть равна сумме их расхода (текущего потребления и продажи на сторону) и остатка на конец периода. В то же время, как таковое равенство между ресурсами и их распределением не является единственной целью составления балансов. Важную роль здесь играет достижение их оптимальной структуры, обеспечивающей наибольшую эффективность деятельности системы.

В балансе ресурсы обычно даются с выделением основных источников, что позволяет контролировать их движение. Распределяются же они с учетом того, чтобы обеспечить выполнение целей развития, обязательств, создания запасов, реализацию программ, связанных с развитием региона.

Таким образом, баланс представляет собой метод оптимального распределения ресурсов, предназначенных для достижения целей системы.

Ресурсные балансы характеризуют производство и использование конкретных видов продукции, сырья, материалов (топлива, электроэнергии, металла и др.), производственных мощностей, оборудования, основных фондов и т.д. Материальные балансы разрабатываются в физических единицах, условно-натуральном и стоимостном выражениях и состоят из двух частей: ресурсной, где отражаются показатели, характеризующие ресурсы по всем источникам поступления; распределительной, характеризующей направления использования ресурсов. Эти части должны быть равны. Материальные балансы строятся по следующей схеме (табл. 2.4).

Материальные балансы разрабатываются на всех уровнях управления - предприятия, отрасли, региона, страны в целом для выявления обеспеченности производства сырьем и материалами, определения материально-вещественных пропорций в народном хозяйстве. В совокупности материальных балансов выделяют: топливно-энергетический, баланс производственных мощностей, балансы машин и оборудования, балансы основных фондов и т.д.

 Таблица 2.4

Схема материального баланса

|  |  |
| --- | --- |
| Ресурсы | Распределение |
| Остатки на начало периода | Производственно-эксплуатационные нужды (по конкретным потребителям) |
| Производство (по конкретным производителям) | Рыночные фонды |
| Импорт | Экспорт |
| Разбронирование государственных резервов | Пополнение государственных резервов |
| Прочие поступления | Остатки на конец периода |
| Всего | Всего |

Топливно-энергетический баланс характеризует наличие, распределение и использование топлива и энергии в стране. Он разрабатывается как в натуральном исчислении, так и в пересчете на условное топливо. В ресурсной части баланса отражаются группы и виды топливно-энергетических ресурсов: природное топливо (уголь, нефть, газ, отходы лесозаготовок и деревообработки и т.п.), природные энергоносители, продукты переработки топлива (кокс, мазут, угольные и торфяные брикеты, бензин и т.п.), горючие, побочные топливные энергоносители, электроэнергия, теплоэнергия (пар, горячая вода), сжатый воздух. В распределительной части отражается расход топлива и энергии по целевым направлениям их использования (в качестве сырья и материалов на не топливные нужды, непосредственно в качестве топлива или энергии), их потери, отпуск на сторону и остатки у потребителей и поставщиков. Баланс позволяет определить общие размеры и структуру производства и потребления всех видов топлива и энергии в стране, выявить направления их использования.

Баланс производственных мощностей показывает наличие мощностей на начало и конец периода, движение (прирост, выбытие), уровень использования производственных мощностей по выпуску конкретных видов промышленной продукции. Составляется в натуральном выражении, но в ряде отраслей также и в стоимостном выражении.

Балансы машин и оборудования характеризуют наличие оборудования и машин и их распределение по направлениям использования.

Балансы основных фондов характеризуют воспроизводство основных фондов по народному хозяйству, отраслям и формам собственности. Данные балансов имеют важное значение для анализа воспроизводства, изучения объема и структуры основных фондов в народном хозяйстве, исчисления показателей эффективности их использования. По ним исчисляют показатели износа, годности, обновления, выбытия основных фондов. Данные о наличии основных фондов используются для расчета показателей фондоемкости, фондовооруженности, фондоотдачи и других важных экономических показателей.

К материальным балансам относятся балансы земельных угодий государственных ресурсов зерна, картофеля, технических культур, кормов и другие.

Наряду с натурально-вещественными балансами в планировании широкое применение находят стоимостные.

Стоимостные балансы отражают образование доходов по всем источникам поступления и их распределение по направлениям использования. Они отражают процесс движения финансовых ресурсов, экономические связи, пропорции, процесс формирования и использования доходов государства, предприятий, населения в стоимостном выражении. К стоимостным балансам относятся баланс доходов и расходов населения, предприятий, госбюджет, финансовый, платежный, расчетный балансы и другие.

Баланс денежных доходов и расходов населения применяется для расчета реальных доходов, покупательской способности населения, спроса и предложения на товары, а также для регулирования денежного обращения и эмиссии денег в стране. Баланс разрабатывается в целом,отдельным регионам, а также по отдельным группам населения. Состоит из двух частей: доходной и расходной. Доходная часть отражает доходы населения по всем источникам поступления, расходная - все направления расходов. Баланс показывает оборот денег между общественными группами, миграцию денег. Он разрабатывается в составе плановых документов и отражает сбалансированность денежных доходов и расходов населения. Денежные доходы за вычетом оплаты услуг, платежей и сбережений составляют покупательные фонды населения, в соответствии с которыми определяется объем розничного товарооборота.

Свободный баланс финансовых ресурсов - сводный прогнозно-аналитический документ, показатели которого являются основой для принятия решений в области налоговой, ценовой, кредитной политики и особенно для разработки госбюджета. Схема финансового баланса отличается от обычной. Он состоит из трех частей, отражающих формирование, распределение и использование финансовых ресурсов.

Трудовые балансы представляют систему сводных и частных балансов, которая отражает процесс воспроизводства рабочей силы, выявляет наличие трудовых ресурсов и потребность в них по отраслям, сферам народного хозяйства, формам собственности, позволяет изучать состав трудовых ресурсов по социальным группам, выявлять резервы рабочей силы.

Центральное место в системе трудовых балансов занимает сводный баланс трудовых ресурсов. Он состоит из двух частей. В первой характеризуется наличие и численный состав трудовых ресурсов, вторая - направления их использования по сферам и отраслям народного хозяйства, по видам занятости, формам собственности и общественным группам с выделением города и сельской местности. Баланс разрабатывается в целом, по областям, районам, что дает возможность отслеживать масштабы и направления миграции населения. В системе частных трудовых балансов выделяют балансовые расчеты распределения молодежи по каналам обучения, балансы квалифицированных кадров, рабочих мест и другие.

Широкое использование балансового метода в планировании и прогнозировании во многом основано на использовании основного балансового уравнения, имеющего вид:

Конечный запас

=

Направления использования

Источники поступления

Начальный запас

+

-

Начальный запас, как правило, всегда известен, это фактические запасы на начало планируемого периода.

Конечный запас обычно задается в виде норматива. Поэтому, зная требуемые объемы потребления ресурса для которого составляется баланс, по основному балансовому уравнению легко определить требуемые объемы производства. Или наоборот, зная объемы производства, рассчитать планируемый уровень потребления, а в случае если известны и объемы производства и объемы потребления, то получить значение конечного запаса ресурса.

Нормативный метод планирования (или метод технико-экономических расчетов) использует нормативы и нормы. В экономике различают понятия "норматив" и "норма". Норматив - это научно обоснованная величина затрат, разработанная в централизованном порядке специальными научными учреждениями отрасли или государства. Норма - это обоснованная величина затрат, разработанная фирмой. Считается, что более обоснованными являются нормативы, применение которых повышает точность и объективность планового показателя. Однако они не всегда учитывают особенности конкретного региона или фирмы. В планировании часто используются следующие нормативы и нормы: сырья, материалов, топлива, электроэнергии, труда, удельных капиталовложений, финансовых затрат на единицу продукции, амортизации, транспортных тарифов, ставок арендной платы, ставок процентов по займам, естественной убыли, тарифов на электроэнергию, физиологи­ческие и рациональные нормативы потребления товаров, обеспеченности торговой и складской площадью, обеспеченности населения больничными койками, классной площади на ученика, количества зрительских мест на 1000 жителей и др.

Нормативный метод основан на определении и использовании прогрессивной системы норм и нормативов, отражающей достижения НТП и важнейшие цели развития экономики.

Нормативный метод - один из способов разработки прогнозных и плановых документов, обоснования плановых решений. В плановой и хозяйственной практике нормативный метод применяется как в совокупности с другими методами, так и самостоятельно. Например, в процессе разработки различных балансов применяется система норм и нормативов при обосновании потребности и определении возможных ресурсов. Нормативный метод тесно связан с программно-целевым подходом при обосновании количественных показателей, целей и определении необходимых ресурсов. Одним из важных аспектов нормативного метода является широкое использование нормативов вместо директивно устанавливаемых плановых заданий.

Основным принципом определения норм является принцип прогрессивности, который означает учет в процессе их разработки достижений НТП, мероприятий по экономии и рациональному использованию всех видов ресурсов, повышению эффективности общественного производства, производительности труда, совершенствованию управления. Нередко приходится устанавливать более общую связь между количественными и качественными параметрами процессов или регламентировать связи ряда аналогичных явлений, подчиняющихся общему правилу. В этих случаях вводится понятие «норматив», под которым понимается определенная закономерность или правило в виде расчетной величины, на основе которой ведется расчет норм или показателей. В случаях, когда нормы рассчитать трудно или даже невозможно, нормативы сами используются в качестве норм. Норматив - поэлементная составляющая нормы, характеризующая степень использования ресурса или его удельного расхода на единицу измерения (продукции, работы, поверхности, объема и т. п.).

Экономические нормативы отражают общественные требования к результатам деятельности и характеризуют необходимый уровень использования ресурса (его удельный расход) на конечный результат или регламентируют отношения в ходе распределения результатов деятельности. Комплекс норм и нормативов, используемых для разработки прогнозов и плановых документов, обоснования плановых заданий, оценки их выполнения, называется нормативной базой. В зависимости от уровня планового регулирования (народное хозяйство, отрасль, регион, предприятие) изменяются состав и содержание нормативной базы. Система норм и нормативов не есть раз и навсегда созданное и застывшее образование. Развитие хозяйственного механизма переход к рыночным отношениям обусловливают ее постоянное развитие: это расширение состава норм и нормативов, дальнейшая проработка методических вопросов нормирования, улучшение организации и технологии подготовки норм и нормативов.

Программно-целевой метод.По сравнению с другими методами программно-целевой метод (ПЦМ) является относительно новым . Широкое распространение он получил только в последние годы, хотя был известен давно и впервые использовался еще при разработке плана ГОЭЛРО.

Метод тесно связан с нормативным, балансовым и экономико-математическими методами и предполагает разработку плана начиная с оценки конечных потребностей исходя из целей развития экономики при дальнейшем поиске и определении эффективных путей и средств их достижения и ресурсного обеспечения. С помощью этoгo метода реализуется принцип приоритетности планирования.

Сущность ПЦМ заключается в отборе основных целей социального, экономического и научно-технического развития, разработке взаимоувязанных мероприятий по их достижению в намеченные сроки при сбалансированном обеспечении ресурсами с учетом эффективного их использования.

Метод применяется при разработке целевых комплексных программ, представляющих собой документ, в котором отражаются цель и комплекс научно-исследовательских, производственных, организационно- хозяйственных, социальных и других заданий и мероприятий, увязанных по ресурсам, исполнителям и срокам осуществления.

Разработка целевых комплексных программ осуществляется по этапам. На первом этапе формируется перечень важнейших проблем, из которого затем выбираются проблемы, требующие первоочередного решения. На втором этапе выдается задание на разработку программы для решения определенной проблемы. В нем отражаются цели программы, лимиты ресурсов, участники и сроки реализации программы. На этом этапе конкретизируются параметры, характеризующие цели программы и определяются задачи ее реализации по отдельным периодам. Генеральная цель разукрупняется на подцели. На третьем этапе разрабатываются задания и мероприятия, необходимые для успешной реализации программы. Состав основных заданий программы устанавливается исходя из построенной иерархии целей. По каждому заданию разрабатываются стадии его выполнения. Четвертый этап предполагает расчет основных показателей и ресурсного обеспечения программы. Определяются затраты материальных, трудовых, финансовых ресурсов, необходимых для ее реализации, формируются перечни материальных ресурсов с указанием поставщиков и получателей. На этом этапе производится расчет эффективности реализации программы. Пятый этап является заключительным. Он связан с формированием программных документов, согласованием и, при необходимости, с утверждением программы.

По содержанию целевые комплексные программы подразделяются на социально-экономические, научно-технические, производственно- экономические, территориальные, организационно-хозяйственные и экологические. Социально-экономические программы предусматривают решение проблем социального характера и повышение материального уровня жизни народа.

Научно-технические программы направлены на решение научных и технических проблем, ускорение внедрения в производство достижений науки и техники, позволяющих обеспечить в ближайший период значительный эффект (экономический, социальный и экологический). Перечень научно-технических программ формируется исходя из определенных приоритетов развития экономики. Производственно-экономические программы предназначены для решения крупных межотраслевых проблем в области производства, способствующих повышению его эффективности и развитию новых производств. Территориальные программы направлены на преобразование регионов, комплексное освоение новых территорий и решение других задач. Экологические программы представляют комплекс мероприятий природоохранного и природопреобразующего характера. Организационно- хозяйственные программы направлены на совершенствование организации управления экономикой. Наряду с программами, формируемыми для решения проблем в целом по стране, в отдельных отраслях, регионах, на предприятиях разрабатываются программы международного экономического сотрудничества.

Несмотря на то, что принципиальных препятствий к использованию программно целевого метода не возникает, в практике его использования еще имеются некоторые недостатки.

Нуждается в совершенствовании система анализа социально-экономических проблем. В результате невозможно с необходимой четкостью структурировать варианты решения проблем и сформулировать цели и задачи программы. В отсутствии официального документа, регламентирующего социально-экономическую диагностику например, региона, особое значение приобретает наличие у разработчика опыта разработки программ социально-экономического его развития. Как показывает практика, основные проблемы у регионов имеют высокую степень повторяемости.

При отсутствии среднесрочной программы развития страны достаточно сложно соотнести цели региональной программы с приоритетами социально-экономического развития страны. В настоящий момент разработчики имеют опыт разработки программ развития регионов, входящих в федеральные округа. При этом иногда достигается охват программами более 70% территории округа, что позволяет с высокой точностью позиционировать объекты, имеющие не только межрегиональное, но и федеральное значение.

Ввиду отсутствия главенствующей функции в региональном развитии иногда в программах социально экономического развития регионов допускается дублирование мероприятий федеральных, ведомственных и других программ.

Стремление решить все проблемы региона исключительно через программно-целевой метод, не всегда позволяет определить адекватные механизмы и мероприятия по решению проблем регионального развития и достичь поставленных целей программы. Наблюдается отставание законодательной базы в регионах, не позволяющее в полной мере использовать современные механизмы реализации программ. При этом использование исключительно программно-целевого метода для решения проблем региона, без оперативного анализа ситуации в регионе, приводит иногда к несвоевременному изменению плана программных мероприятий, реализация которых в изменившихся условиях уже нецелесообразна.

Существующие системы управления в регионах не всегда обеспечивают объективное плановое распределение ресурсов на реализацию мероприятий программы.

Структура программных мероприятий не в полной мере отвечает приоритетности целей программы. Соответственно, эффективность достижения отдельных целей не совпадает с их приоритетностью.

На сегодня в программах практически отсутствуют количественно измеримые показатели эффективности регионального развития. Это не дает возможности установить динамику движения региона к достижению конечных показателей социально- экономического развития.

Количественно измеримые годовые показатели реализации программы не вполне отражают динамику достижения долгосрочных целей программы. При этом не всегда прослеживается внутренняя взаимосвязь годовых показателей реализации программы в процессе достижения долгосрочных целей программы.

При планировании результатов реализации программы не в полной мере учитываются возможности изменения интересов участников реализации отдельных мероприятий, при изменении социально-экономической ситуации как в Российской Федерации в целом, так и в регионе. В результате некоторые участники программы могут не исполнить обязательства по софинансированию мероприятий программы.

Неполное исполнение бюджетных заявок по финансированию мероприятий программы приводит не только к рассогласованию сроков реализации отдельных мероприятий программы, но и к изменению конфигурации достижения долгосрочных целей программы. Ввиду отсутствия выделения в региональном бюджете отдельного бюджета программных мероприятий не всегда имеется транспарентность расходования средств на реализацию мероприятий программы.

Управление реализацией программы неадекватно системе стратегического планирования, в результате чего не обеспечивается сосредоточение ресурсов на приоритетных долгосрочных целях в угоду мероприятиям, направленным на достижение краткосрочных результатов.

Для эффективной реализации программы необходимо дополнять или изменять региональное законодательство. На сегодня, в большинстве случаев, региональное законодательство, особенно в части правового регулирования привлечения инвестиций, не отвечает задачам эффективной реализации программы.

Использование программно-целевого метода предполагает адекватное совершенствование системы управленческого учета в регионе. При этом указанная система должна учитывать как периодическое структурирование и актуализацию проблем региона, изменение целей развития и методов их достижения. Соответственно должны корректироваться программные мероприятия. В ряде случаев предпринимаются попытки реализации программ без изменения систем управленческого учета, структуры и функций оперативного управления. Такие попытки резко снижают эффективность применения программно-целевого метода.

Управление реализацией программы предполагает не только четкое установление лимитов ответственности руководителей за реализацию мероприятий, но и наличие устойчивой системы мотивации исполнителей за эффективную реализацию мероприятий. В отдельных случаях при использовании программно-целевого метода не прорабатываются вопросы мотивации исполнителей.

Выделение финансовых средств федерального бюджета на реализацию мероприятий программы проводится не в полном объеме, что приводит как к дополнительным затратам, связанным с прерыванием работ на отдельных объектах, так и к нарушениям с привлечением внебюджетных ресурсов в плановых объемах.

В программах не предусмотрены показатели экономической эффективности процесса реализации программных мероприятий. Это приводит к неэффективному использованию материальных ресурсов, использованию энергоемких технологий и процессов.

Не вполне проработан механизм определения реальной эффективности реализации программных мероприятий в социальной сфере или в ряде отраслей, имеющих ограниченное распространение.

Нуждается в серьезной проработке вопрос согласования мероприятий региональной программы и мероприятий других программ, реализуемых в регионе. Тем более, что на данный момент большинство проектов федеральных целевых программ направлено в федеральную адресную инвестиционную программу, не требующую софинансирования проектов со стороны региона. Поэтому не всегда регион может хотя бы контролировать направленность мероприятий других программ, реализация которых обеспечивает не только достижение целей отраслевого, но и регионального развития.

Ввиду того, что страна находится в переходном периоде от плановой к рыночной экономике, системы управления регионами подвергаются периодическим изменениям, что приводит к некоторой неэффективности в управлении реализацией региональных программ, если управление ими ведется без создания отдельной дирекции.

Не всегда соблюдаются сроки реализации мероприятий программ, связанных с осуществлением капитального строительства, не в полной мере осуществляется контроль качества строительно-монтажных работ. Руководители программы в ряде случаев не обладают должной компетенцией для производства экспертизы качества проектно-сметной документации, контроля качества строительно-монтажных работ. В ходе строительства объектов при возникновении дополнительных работ или изменений проектно-сметной документации существует необходимость квалифицированной оценки объема этих работ.

Для более эффективного инновационного развития регионов, вероятно, необходимо разработать специальные механизмы трансферта научно-технических разработок в серийное производство. В большинстве случаев это сопряжено со специальными маркетинговыми мероприятиями, связанными с определением цены разработок и объемов ожидаемого спроса на предполагаемую к выпуску продукцию.

Ввиду того, что на данный момент в неявном виде используются отдельные элементы стратегического планирования в решении проблем развития регионов, в ряде регионов помимо программно-целевого метода, параллельно с реализацией программы, разрабатываются законодательные и нормативные акты, способствующие решению проблем регионального развития силами внешних заинтересованных лиц. Во многом эффективность таких законопроектов определяется как четкостью изложения механизмов регулирования взаимодействия субъектов, так и определением реальных, а не декларируемых, целей нормативного акта. Зачастую в управлении регионом не происходят структурно-функциональные изменения, соответствующие условиям поддержки и оптимального применения принятых нормативных актов.

В ряде регионов после реализации предыдущей программы происходит смена разработчика или разработка программы силами местной администрации (или местных разработчиков). В таком случае не всегда удается сохранить преемственность новой программы социально-экономического развития региона. При разработке программы силами местного разработчика, зачастую зависимого от исполнительной власти региона, не удается обеспечить объективный подход квыявлению и оценке реальных проблем региона и, соответственно, поставить объективные цели развития региона.

Экономико-математические методы и модели.Сущность их состоит в том, что они позволяют с меньшими затратами времени и средств находить количественное выражение взаимосвязи между сложными социально-экономическими, технологическими и иными процессами, опосредованными в показателях. В современных условиях практически любой показатель может быть запланирован посредством экономико-математического метода. Применение методов способствует устранению субъективизма в планировании и повышает научный уровень обоснованности плана. Однако, применение методов требует точного математического описания экономической задачи и часто экспертной оценки полученных данных.

Математические методы в экономике. Математические методы дают возможность использовать в планировании экономико-математические модели и вычислительную технику с целью повышения научной обоснованности и оптимизации планов.

Современная экономическая теория на макро-, мезо- и микроуровне включает в качестве естественного, необходимого элемента математические модели и методы. Использование математики в экономике позволяет решить целый комплекс взаимоувязанных проблем. Во-первых, выделить формально, описать наиболее важные, существенные связи экономических переменных и объектов. Во- вторых, методы математики и статистики позволяют путем индукции получать новые знания об объекте, например, оценивать форму и параметры зависимостей его переменных, в наибольшей степени соответствующие имеющимся наблюдениям. Развитие макроэкономического планирования в современных условиях увязано с последовательным ростом уровня его формализации. Основу для этого процесса заложил прогресс в области прикладной математики, именно: теории игр, математического программирования, математической статистики и других научных дисциплин. Для принятия решений часто используются: теория массового обслуживания; методы линейного программирования; методы нелинейного программирования; метод динамического программирования; анализ безубыточности.

В последнее время особую популярность приобрели такие методы планирования, как:

-метод чувствительности;

-проверка устойчивости;

-предельного анализа;

-нормы прибыли на вложенный капитал и др.

Эти методы присущи планированию в условиях рыночной экономики и ранее в отечественной практике редко использовались.

Анализ чувствительности - позволяет оценить, насколько сильно изменится эффективность планируемого мероприятия при изменении условий его реализации или одного из исходных параметров. Чем сильнее эта зависимость, тем выше риск реализации планируемого мероприятия.

Анализ чувствительности может использоваться:

1.Для выявления факторов наиболее влияющих на результаты реализации планируемого мероприятия (изменение дохода в зависимости от изменения цен на продукцию, сырье, объема выпуска и пр.). Знание этих факторов и их влияния позволяет заранее выявить и учесть, а, следовательно, и уменьшить их негативные последствия.

2.Для сравнительного анализа проектов при решении вопроса о включении их в план. Для каждого проекта определяется чувствительность к изменению различных факторов: цен, объема продаж, процентных ставок по кредиту. Предпочтение отдается наименее чувствительному критерию.

Проверка устойчивости.По форме данный метод похож на анализ чувствительности.

Его главная цель - предвидеть ход развития событий в процессе реализации плана, который могут произойти во внешнем окружении и внутренней среде объекта. Суть метода - разработка сценариев развития событий в базовом и наиболее опасных вариантах реализации плана. Определяются доходы, потери, показатели эффективности.

Достоинством данного метода является то, что он позволяет оценить одновременное влияние нескольких параметров на конечные результаты.

Предельный анализ.Данный метод позволяет контролировать и устанавливать прибыльное соотношение издержек и доходов. Если получение прибыли – цель, то предельный анализ - важный метод ее достижения. Предельный анализ в планировании может быть использован для установления цен на продукцию, объемов продаж и др. Одним из вариантов предельного анализа является точка безубыточности.

Норма прибыли на вложенный капитал - важнейший инструмент планирования. В основе этого метода лежит расчет, показывающий связь между доходами региона и его капиталом. С его помощью определяется целесообразность капитальных вложений, планируются затраты, производится оценка эффективности прошлых плановых решений.

К основным преимуществам данного метода следует отнести его простоту, соответствие главной цели деятельности региона, а также то, что он не связан с объемом продаж.

Сегодня при расчете данного показателя используются различные виды капитала, что значительно расширяет зону его применения. Так, норма прибыли на собственный капитал характеризует финансовые результаты работы на используемый капитал - является показателем деятельности региона и т.д.

Дисконтирование - метод приведения будущих расходов к исходному моменту времени (моменту осуществления капиталовложений). Учитывает изменение стоимости денежных доходов и затрат в течение периода реализации планируемого мероприятия.

Приведение доходов будущих лет к моменту осуществления капиталовложений осуществляется по следующей формуле:

Dp=Dr/(l+r)t ,

где: Dp - приведенный доход, руб.;

Dr - ежегодный доход от капитальных вложений, рассчитанный на момент их осуществления, руб.;

r - коэффициент дисконтирования;

t - порядковый номер года приведения.

Опытно-статистический метод планирования характеризуется ориентацией на фактически достигнутые в прошлом результаты, по экстраполяции которых определяется план искомого показателя. Такой метод планирования является достаточно простым, но он имеет существенные недостатки: плановый показатель, рассчитанный таким образом, отражает сложившийся уровень работы с его недо­использованными резервами и погрешностями в прошлом.

Опытно-статический метод предполагает расчет показателей на основе анализа достигнутых величин за прошедшие периоды, индексов их изменения и экспертных оценок развития. Этот метод применим при расчете и анализе, например, налогооблагаемых баз, а также их составляющих - объемов реализации продукции, прибыли, доходов; при составлении средне – и краткосрочных планов налоговых у платежей. Общая схема формирования плановых показателей приведена в таблице 2.5

Таблица 2.5

Формирование плановых показателей

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование показателей (элементов планирования) | Фактические величины, соответствующие базовому периоду | Индексы (коэффициенты) внешних изменений | Индексы (коэффициенты) внутренних изменений | Плановые величины, соответствующие расчетному периоду (гр.5 = гр.2 х гр.З х гр.4) |
| 1. Показатель 1 |  |  |  |  |
| 2. Показатель 2 |  |  |  |  |

Данный метод предполагает осуществление планирования производственных, финансовых планов, прогнозов объемов продаж, затрат, т.е. обеспечивает тесную связь всех элементов планирования и финансового управления между собой.

При применении рассматриваемого метода очень важна точность определения индексов изменения базовых величин, которые можно разделить на индексы внешних и внутренних изменений.

Неопределенность внешней среды и наличие непредусмотренных изменений делают необходимой постоянную корректировку и соответствующее уточнение планов. Индексы внешних изменений должны учитывать, прежде всего, уровень инфляции, влияющий, с одной стороны, на цены на сырье, материалы и услуги, и с другой - на минимальный уровень заработной платы работников. Кроме того, изменяется потребительский спрос на производимую продукцию, рынки сбыта. Все эти и другие аналогичные факторы могут значительно повлиять на величину основных показателей региона.

Например, для определения плановой величины затрат на производство региона и объема реализации, следует исходить из фактических показателей базового периода, скорректированных на следующие коэффициенты внешних и внутренних изменений.

Индексы внешних изменений:

1.Коэффициент изменения уровня цен на приобретаемое сырье, материалы, услуги - определяется путем экспертных оценок исходя из инфляционных ожиданий, курса валют, статистических данных.

2.Коэффициент изменения уровня заработной платы работающих - определяется также экспертным путем на базе прогнозов увеличения минимальной заработной платы, изменения уровня жизни населения, данных о среднеотраслевом уровне оплаты труда по категориям работающих.

3.Коэффициент изменения объема продаж - определяется экспертным путем на основе информации о потребительском спросе на данный вид продукции, состоянии рынков сбыта, предложениях предприятий-конкурентов.

Индексы внутренних изменений:

1.Коэффициент изменения объема производства и реализации - определяется в соответствии с планами расширения или сворачивания производства, выпуском новой продукции и другими факторами.

2.Коэффициент изменения уровня цен на продукцию, услуги или товары - определяется в соответствии с ценовой и маркетинговой величиной затрат, нормой прибыли и т.д.

3.Коэффициент изменения численности работающих - определяется в зависимости от потребности в работниках, от объема выполняемых работ.

В опытно-статистическом методе огромное значение имеют экспертные оценки перспектив развития как региона так и, в большей степени, страны в целом, которые позволяют с большей или меньшей степенью точности составить прогноз на ряд лет. В силу того, что все экспертные оценки и применяемые индексы носят вероятностный, субъективный и относительный характер, метод предполагает составление нескольких вариантов плана, рассчитанных на наиболее и наименее благоприятный ход развития. Это особенно важно при составлении среднесрочных и долгосрочных планов.

В процессе планирования ни один из рассмотренных методов не применяется в чистом виде. В основе эффективного регионального планирования должен лежать системный научный подход, основанный на всестороннем и последовательном изучении состояния региона внутренней и внешней среды. Системный анализ призван найти ответы на основные вопросы о социально-экономическом состоянии региона.

Полученные в ходе системного анализа ответы позволяют выявить все основные факторы, ограничивающие и мешающие его развитию. Основные препятствия развития в условиях свободных рыночных отношений обычно создаются как внутренними, так и внешними условиями. Выявление и выбор путей преодоления внутренних факторов должны стать основой планирования развития региона, предприятий и организаций, совершенствования их организационных структур управления, повышения эффективности всех видов деятельности.

Следующий элемент методологии планирования - показатели плана.

Показатель плана - это выраженная числом характеристика свойства (явления, процесса) экономического объекта. Показатели, используемые в экономических расчетах, могут быть классифицированы по различным основаниям:

1.По роли в управлении: директивные; обязательные; расчетные; необязательные для исполнения.

2.По экономическому содержанию: натуральные; стоимостные; трудовые.

3.По отношению к деятельности: количественные; качественные.

4.По отношению к соизмерителю: абсолютные; относительные, т.е. выраженные по отношению к другому показателю.

5.По роли в экономической работе: прогнозные; плановые; фактические.

6.По критерию математических вычислений: объемные; средние; приростные; предельные;индексные.

Показатели в масштабах объекта объединяются системой. Система экономических показателей - это комплекс взаимосвязанных характеристик объекта. Эти характеристики могут быть взаимосвязаны экономически, технологически, организационно.

Система показателей отражает:

•организацию, объем и структуру работы;

•реальные связи объектов хозяйствования;

•единую стандартизированную и обязательную методику расчета.

Все показатели в системе должны быть сопоставимы по методике расчета, по ценам и другим факторам.

Важным составным элементом методологии планирования является система мер (действий), необходимых для выполнения плана.

План - реальный ориентир к действиям. И действия плана требуют своих обоснований. Без них план никогда не станет реальностью. Достижение цели требует продуманных, волевых и ответственных действий, поэтому меры выполнения плана включают:

-развернутое описание необходимых действий;

-ресурсное обесценение;

-перечень участвующих исполнителей (служб) и определение их дифференцированных задач;

-сроки выполнения расчетных показателей.

Меры достижения целей плана требуют обоснования с организационной, технологической, маркетинговой, кадровой и иных сторон. Эти стороны должны иметь экономическое содержание, т. е. необходимые ресурсы и ожидаемые результаты, выраженные в стоимостном эквиваленте. Понятно, что меры выполнения бизнес-плана по уровню разработанности будут отличаться от мер выполнения стратегического плана. Понятно, что данный элемент методологии планирования имеет свои особенности в каждом виде плана. Но обязательность его присутствия в плане не вызывает сомнений.

Так важным фактором выполнения плана является организация планирования, которая включает:

-порядок и последовательность разработки плана;

-система информации;

-исполнители.

Под организацией работ по планированию понимается процесс переработки входа системы планирования в ее выход по достижении целей организации (фирмы).

 Представим этот процесс схематично (рис. 2.1).

Система планирования. Рассмотрим компоненты системы планирования. Вход, выход, внешняя среда и обратная связь являются компонентами внешнего окружения системы планирования. Вход - это нормативы, разработанные на стадии стратегического маркетинга в соответствии с миссией и целями региона, дополнительная информация для разработки планов, необходимые ресурсы, документы. Выход -планы, разработанные в соответствии с целями регионального развития.

Внешняя среда

Выход

Вход

Процесс планирования

Обратная связь

Рис. 2.1. Система планирования как процесс

Внешняя среда - факторы макро- и микросреды организации, инфраструктуры региона, прямо или косвенно влияющие на процесс планирования, его параметры, параметры входа и выхода системы. Прямо влияют на процесс и эффективность планирования такие факторы, как антимонопольная политика, налоговая и таможенная системы, сила конкуренции, активность маркетинговых посредников, наличие качественной нормативно-методической документации по различным функциям менеджмента (прежде всего по планированию) и др.

Обратная связь характеризует различную информацию, поступающую от исполнителя плана к его разработчику (стрелка в «процесс») или к поставщикам входа системы планирования (стрелка к «входу»). Поступление информации по обратной связи может быть связано с некачественными планами, дополнительными требованиями государственных органов.

Процесс планирования - процесс разработки и принятия управленческих решений в области планирования. Этот процесс составляет внутреннюю структуру системы планирования (рис 2.2). Рассмотрим содержание компонентов внутренней структуры системы планирования.

5. Управляющая подсистема

3. Обеспечение разработки планов

2.Планы отвечающие целям организации

4. Управляемая подсистема

Рис 2.2. Внутренняя структура системы планирования

Научное сопровождение состоит из принципов и методов планирования. Качество научного сопровождения планирования является главным фактором обеспечения качества планов.

Планы, отвечающие целям- это система стратегических, тактических (текущих) и оперативных планов по различным аспектам социально-экономического развития региона (табл.2.6).

Таблица 2.6

Примерная форма плана

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Шифр и наименование объекта плана | Контрольные плановые задания с единицей измерения | Известное лучшее достижение в данной области | Сроки выполнения | Исполнители |
| Раздела | Подраздела | Начало | Конец | Ответственный исполнитель | Соисполнитель |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |

Окончание табл. 2.6

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Место выполнения | Потребность в ресурсах | Ожидаемый результат | Примечания |
| Подразделение | Рабочее место | В натуральном выражении | В денежном выражении | В натуральном выражении | В денежном выражении |
| 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |

Обеспечение разработки планов включает ресурсное, информационное, кадровое, методическое и правовое обеспечение этого процесса.

Процесс разработки плана включает следующие укрупненные работы:

-изучение проблемы;

-формирование системы планирования;

-уточнение нормативов и других требований;

-разработка управленческого (планового) решения;

-оформление, согласование и утверждение плана;

-доведение плановых заданий до исполнителей;

-координация выполнения плана;

-учет и контроль выполнения конкретных плановых заданий и параметров;

-стимулирование выполнения плана.

Таким образом, элементами организации планирования являются порядок и последовательность разработки плана, система информации и исполнении. Качество планирования во многом определяется уровнем подготовленности специалистов. В планировании возрастает роль тех специалистов, которые непосредственно руководят осуществлением планов. В условиях рыночной экономики к этим специалистам предъявляются новые требования, связанные с необходимостью увидеть в потоке информации определенные тенденции и закономерности, обосновать правильный путь выхода из сложного положения.

Вопросы планирования и прогнозирования уровня государства, региона или фирмы представляют сложный процесс, отражающий множество влияющих и взаимосвязанных факторов, которые включают реализацию средств управленческого воздействия на экономику с целью достижения выбранных стратегических целей развития. Информационные технологии, отражая качественно новый уровень знаний, расширяют возможности эффективного управления, предоставляя современные средства учета данных, методы их обработки и анализа, использования в определении образа будущего, т.е. они помогают в принятии решения о целесообразности и обоснованности действий в конкретных условиях.

В начальный период разработки и развития информационных систем очень важно выполнить ряд требований, реализация которых в дальнейшем обеспечит "безболезненную" интеграцию информационных систем и их информационное взаимодействие с учетом индивидуальных особенностей каждой информационной системы, финансовых возможностей и других факторов. В первую очередь, это касается унификации структуры данных, технологии информационного обмена и организации ведения базы данных метаинформации, другими словами, открытости системы, или ее открытой архитектуры.

Интеграция различных видов информации многоаспектного и информационного обслуживания в рамках одной распределенной сети, ставит при проектировании ИС совокупность проблем, к основным из которых относятся: синтез структуры ИС, как крупномасштабной развивающейся системы, решение задач оптимального управления ресурсами в процессе развития ИС, создание высокоэффективной технологии и средств управления локальными и распределенными базами данных, разработка методов и средств моделирования и оценки эффективности функционирования ИС, разработка методов стандартизации и унификации доступа к информационным ресурсам системы, разработка методов планирования развития ИС, включая вопросы расширения обслуживаемых территорий, расширение круга решаемых народно-хозяйственных задач, расширение состава пользователей и т.д.

В этой связи в системах управления большими и сверхбольшими базами данных со стороны пользователей системы управления предъявляются следующие общие требования:

•обеспечение работы пользователей в реальном масштабе времени, либо обеспечение пользователей экспортируемой из основной системы информацией на оптических дисках, магнитных или бумажных носителях;

•однократный ввод с возможностью многократного использования накапливаемых данных, содержащихся в динамической информационной модели любого узла, всеми пользователями системы, минимальная избыточность за счет развитой системы идентификации содержания информационной базы и связей между узлами системы;

•простота использования системы, позволяющей изменять языки запросов высокого уровня, которые обеспечивают возможность получения данных пользователями системы без необходимости разработки ими специальных программ;

•обеспечение максимальной скорости удовлетворения запросов пользователей на требуемые данные с помощью совершенных систем адресации, механизмов доступа и поиска данных, обеспечивающих в реальном времени получение пользователями этих данных при возникновении необходимости в них;

•переносимость создаваемого программного обеспечения, что должно обеспечить возможность его функционирования в различных средах;

•обеспечение требуемого уровня достоверности и целостности хранимой и текущей информации;

•обеспечение необходимого уровня достоверности и защищенности данных от физического разрушения, несанкционированного доступа и использования, а также эффективного и своевременного восстановления работоспособности информационного обеспечения при сбоях и отказах;

•обеспечение возможности изменения способов физического хранения архивных данных, а также замены внешних запоминающих устройств без значительной модификации программного обеспечения, логическая независимость данных, предусматривающая возможность добавления новых элементов данных и расширения общих логических структур информационной базы без модификации программного обеспечения;

•обеспечение различных уровней секретности для различных уровней управления, при которых каждый последующий (вышестоящий) уровень имел неограниченный доступ к информации предыдущего (нижестоящего) уровня. А также предоставление нижестоящим уровням ограниченной информации по верхним уровням;

•индивидуализация доступа пользователей. Каждый из пользователей должен иметь пароль определенного уровня секретности;

•простота интерфейса для пользователей системы;

•возможность отслеживания последних изменений, осуществляемых пользователями в системе, возможность контроля за данными изменениями и их отмены;

•поддержка всех существующих информационных технологий: персональный компьютер; «файл-сервер"; "клиент-сервер"; "клиент-агент-сервер"; "распределенные базы данных"; обеспечение согласованности по чтению и транзакциям для гарантии получения достоверного результата при отработке "online" запросов при одновременном выполнении транзакций;

•возможность подключения новых элементов системы без значительного изменения платформы (основных главных элементов системы);

•стандартизация вида электронной информации, необходимая для эффективного и быстрого обмена между элементами системы без повторной обработки (перекодировки).

Кроме того, разработанные аналитические средства должны на основе доступа к первичной и вторичной статистической и учетной информации обеспечивать построение прогноза развития социально-экономической ситуации в регионе на краткосрочную, среднесрочную и долгосрочную перспективу, визуализацию полученных результатов в отраслевом и территориальном разрезах.

Информация, информационный фонд в условиях создания, функционирования и развития систем регионального управления являются главным источником эффективного принятия решений.

Любая система организационного управления, в том числе автоматизированная, не может работать без информации о состоянии управляемого объекта и внешней сферы, без передачи информации и принятых управляющих воздействиях. Определение оптимальных объемов информации, поступающей в различные органы управления, оптимального распределения потоков информации во времени и пространстве является необходимым условием эффективного функционирования систем организационного управления.

Система управления любого ранга комплексно обеспечивает решение задач перспективного и текущего планирования, учета и статистики. Информация, необходимая для решения этих задач, также представляет собой единый комплекс, начиная от исходных первичных данных и информационных массивов и кончая выходными результатами.

Информационная подсистема должна обеспечить необходимой информацией в требуемые сроки и в удобной для использования форме все подсистемы, а также создать требуемый механизм обратной связи.

Под современной информационной технологией обслуживания понимается представление пользователям в регламентном режиме и по запросам информационных продуктов, обладающих свойствами полноты, достоверности и надежности, актуальности и оперативности, простоты и удобства пользователя.

Поставленная цель достигается путем реализации следующих направлений работ:

-формирование единой информационной инфраструктуры территориального административно-хозяйственного комплекса с возможностью интеграции в общероссийские комплексы;

-разработка стандартов, соглашений, протоколов, связанных с описанием объектов региональной инфраструктуры;

-упорядочение источников основных видов информации с определением их юридического статуса ведения и предоставления данных в соответствии с их функциональной и ведомственной принадлежностью. Нормативное закрепление прав и обязанностей разных категорий пользователей. Разработка регламентирующих документов по ведению информационных ресурсов региона;

-формирование организационно-хозяйственной структуры межотраслевой территориальной информационной системы для обеспечения ее внедрения, эксплуатации и развития;

-создание единой телекоммуникационной среды для обмена информацией в рамках межотраслевой территориальной информационной системы с выходом в глобальные сети передачи информации;

-компьютеризация текущей деятельности и рутинных процессов обработки информации в структурных подразделениях держателей информации;

-разработка рыночной инвестиционной схемы поддержки внедрения межотраслевой территориальной информационной системы на компенсационной основе.

Таким образом, применение информационных технологий в экономических расчетах при грамотном подходе позволяет расширить поле привлекаемой информации, ускорить информационные потоки, минимизировать убытки и обезопасить свою деятельность.

Вопросы для самопроверки

1. Какое основное назначение планирования?

2. Дайте краткую характеристику формального, инкрементального и системного планирования.

3. Какие основные этапы включает планирование?

4. Что является основой методологии планирования?

5. Какие основные принципы планирования?

6. Какие основные методы планирования.

7. Дайте характеристику балансового метода планирования.

8. Дайте характеристику нормативного метода планирования.

9.Дайте характеристику экономико-математических методов планирования.

10.Дайте характеристику опытно-статистических методов планирования.

11.Дайте классификацию показателей, используемых в экономических расчетах.

12.Какие укрупненные работы выполняются в процессе разработки плана?

13.Какую роль выполняет информационная система в планировании?

**Глава 3. Методы прогнозирования**

**3.1.Экспертные методы прогнозирования**

Согласно англо-русскому словарю expert - это специалист. Однако в русском языке слово «эксперт» приобрело дополнительные нюансы. Под экспертом понимают не только специалиста (например ,выпускника вуза),а только такого, кто обладает высокой квалификацией, и, кроме того, умеющего использовать свою интуицию для решения поставленных перед ним задач, например, для диагностики, прогнозирования, выбора варианта технического или управленческого решения.

Ударение в слове «эксперт», как и в словах «маркетинг» и «творог», можно ставить как на первый слог, так и на второй. Оба варианта признаются нормой. Ударение на первый слог соответствует английскому языку, ударение на второй слог больше подходит для русского языка.

Существует две группы экспертных оценок:

-индивидуальные оценки основаны на использовании мнения отдельных экспертов, независимых друг от друга;

-коллективные оценки основаны на использовании коллективного мнения экспертов.

Экспертные методы применяются в случаях: объект чрезвычайно прост или, наоборот, при чрезвычайной сложности объект прогнозирования, его новизны, неопределенности формирования некоторых существенных признаков, недостаточной полноты информации и невозможности полной математической формализации процесса решения поставленной задачи.

Основными принципами, положенными в основу методов индивидуальных экспертных оценок, являются максимальная возможность использования индивидуальных способностей эксперта и незначительность психологического давления на него.

Индивидуальные экспертные оценки основаны на использовании мнений экспертов-специалистов соответствующего профиля. Среди

индивидуальных экспертных оценок наиболее широкое распространение получили методы интервью, аналитический, написания сценария (Рис.3.1).

Индивидуальные методы экспертных оценок

Аналитические методы

|  |
| --- |
| Метод построениясценариев |

Метод «интервью

Метод ассоциаций

Метод морфологического анализа

Рис.3.1. Индивидуальные методы экспертных оценок.

**Метод интервью** предполагает беседу прогнозиста с экспертом по схеме вопрос-ответ, в процессе которой прогнозист в соответствии с заранее разработаннойпрограммой ставит перед экспертом вопросы относительно перспектив развития прогнозируемого объекта. Успех такой оценки в значительной степени зависит от способности эксперта экспромтом давать заключение по разным вопросам.

Метод интервью отличается строгой организованностью и неравноценностью функций собеседников: прогнозист задаёт вопросы эксперту, при этом он не ведёт с ним активного диалога, не высказывает своего мнения и открыто не обнаруживает своей личной оценки ответов на задаваемые вопросы.

В его задачи входит сведение своего влияния на содержание ответов к минимуму и обеспечение благоприятной атмосферы общения, а цель -получить от эксперта ответы на вопросы , сформулированные в соответствии с задачами всего исследования.

Интервью по степени формализации может быть:

-стандартизированное, полустандартизированное. В таком интервью заранее определены формулировки вопросов и последовательность, в которой они задаются;

-нестандартизированное свободное или ненаправленное интервью. При таком интервью прогнозист следует лишь общему плану, сформулированному соответственно задачам исследования, задавая вопросы по ситуации. Благодаря своей гибкости эта форма располагает к более хорошему в сравнении со стандартизированным интервью контакту;

-полустандартизированное или фокусированное интервью. При проведении данного вида интервью прогнозист руководствуется перечнем как строго необходимых, так и возможных вопросов.

По стадии исследования:

-предварительное интервью. Используется на стадии пилотажного исследования;

-основное интервью. Используется на стадии сбора основных сведений;

-контрольное интервью. Используется для проверки спорных результатов и для пополнения банка данных.

-по количеству участников: индивидуальное интервью - интервью, в котором участвует только прогнозист и эксперт;

-групповое интервью - интервью, в котором участвует более двух человек;

-массовое интервью - интервью, в котором участвуют от сотни до тысячи респондентов. В основном используется в социологии.

Успех метода в значительной степени зависит от психологической способности эксперта экспромтом давать заключения по различным вопросам, в том числе фундаментальным. Недостатком этого метода является, правда незначительное, но всё-таки психологическое давление на эксперта.

**Аналитический метод** предусматривает тщательную самостоятельную работу эксперта над анализом тенденций, оценкой состояния и путей развития прогнозируемого объекта. Эксперт может использовать всю необходимую ему информацию об объекте прогноза. Свои выводы он оформляет в виде докладной записки.

**Метод ассоциаций** (гирлянд случайностей). Сущность метода состоит в перенесении признаков случайных объектов, а также элементов генерируемых по этим признакам гирлянд ассоциаций на исследуемый объект,его синонимы (аналоги) и их сочетания, с последующим анализом, развитием полученных комбинаций и отбором рациональных вариантов. Метод относится к стратегиям ненаправленного свободного поиска новых решений на основе генерируемых ветвящихся потоков новых понятий и признаков, свободных ассоциаций и попыток получать значимые полезные сочетания (комбинации) понятий и признаков.

В общем виде алгоритм метода можно представить в виде последовательности этапов:

Этап 1. Определение синонимов объекта.

Этап 2. Выбор случайных объектов.

Этап 3.Составление комбинаций из элементов гирлянды синонимов объекта и элементов гирлянды случайных объектов. Комбинации составляются из двух элементов путем попытки объединения каждого синонима рассматриваемого объекта с каждым случайным объектом.

Этап 4.Составление перечня признаков случайных объектов. Определяются признаки случайно выбранных объектов с возможно большим количеством признаков в течение ограниченного времени. Успех поиска в значительной мере зависит от широты охвата признаков случайных объектов, поэтому целесообразно перечислять как основные, так и второстепенные признаки.

Для удобства составляется таблица признаков, в одном столбце которой указаны по порядку случайные объекты, а в другом (напротив) - признаки этих случайных объектов.

Этап 5.Генерирование идей путем поочередного присоединения к техническому объекту и его синонимами признаков случайно выбранных объектов.

Этап 6.Генерирование гирлянд ассоциаций. Поочередно из признаков случайных объектов, выявленных на четвертом шаге, генерируют гирлянды свободных ассоциаций. Для каждого из отдельных признаков они могут быть практически неограниченной длины, поэтому генерирование следует ограничить по времени или количеству элементов гирлянды.

Замечание. Если генерирование гирлянд ассоциаций проводится коллективно, то каждый член коллектива занимается этим самостоятельно.

Этап 7.Генерирование новых идей. К элементам гирлянд синонимов технического объекта пытаются присоединить элементы гирлянд ассоциаций.

Этап 8.Выбор альтернативы. На этом шаге решается вопрос - продолжать генерирование гирлянд ассоциаций или их уже достаточно для отбора полезных идей.

Замечание. Если по предварительной оценке таких идей мало, можно продолжить создание гирлянд ассоциаций, начиная с какого-нибудь нового элемента гирлянд, созданных на шестом шаге и действуя подобным же образом.

Этап 9.Оценка и выбор рациональных вариантов идей. Среди множества нерациональных, тривиальных и даже нелепых идей, как правило, всегда находятся оригинальные и рациональные. Если в течение короткого времени можно найти несколько десятков вариантов решения, то вполне удовлетворит положение, при котором хотя бы несколько вариантов покажутся полезными.

Этап 10.Выбор варианта.

Замечание. Нередко говорят об «оптимальных» вариантах, но забывают указать, относительно кого или чего они оптимальны.

Изучается метод индивидуально, а применяется коллективно. Он позволяет получить практически неограниченное число идей, полезен для развития памяти, воображения, сообразительности и гибкого мышления. Метод прост и доступен, но применим для сравнительно узкого круга несложных поисковых задач. Областью применения метода являются задачи прогнозирования совершенствования известных систем и процессов.

**Метод морфологического анализа** ориентирован на объект прогнозирования. Его целью является поиск решений на базе полученного множества вариантов решений с учетом его морфологии.

В современном виде морфоанализ создан швейцарским астрофизиком Ф.Цвикки. В 30-е годы XX века Ф.Цвикки интуитивно применил морфологический подход к решению астрофизических проблем и на этой основе предсказал существование нейтронных звезд. Только на первый взгляд может показаться странным, что метод активизации мышления создан астрофизиком, ведь астрономия одной из первых наук столкнулась с большими и сложными динамическими системами (звездами, галактиками) и первой ощутила потребность в методах, позволяющих анализировать такие системы. Большими динамическими системами по своему многообразию и сложности являются технические системы.

Сущность метода морфологического анализа заключается в соединении в единую систему методов выявления, обозначения, подсчета и классификации всех выбранных вариантов какой-либо функции данной инновации. Любая инновация связана со стремлением уменьшить объем вложения капитала и снизить степень риска, которая всегда сопутствует нововведению. А эти две характеристики инновации находятся в прямой зависимости от числа требуемых изменений.

Морфологический анализ проводится по схеме, состоящей из шести последовательных этапов:

1)формулировки проблемы;

2)постановки задачи;

3)составление списка всех характеристик обследуемого (предполагаемого) продукта или операции;

4)составления перечня возможных вариантов решения по каждой характеристике (перечень называется морфологической картой (таблицей), если характеристик продукта-2, или «морфологическим ящиком (гиперящиком)», если характеристик-3 и более).

Пятым и шестым этапами морфологического анализа являются**:** анализ сочетаний и выбор наилучшего сочетания. Выбор обычно производится путем перебора всех вариантов, а это очень трудоемкая работа.

При методе морфологического анализа применяются специфические понятия:

-морфологический интервал;

-морфологическое расстояние;

-морфологическая окрестность;

-поверхность морфологической окрестности;

-скачок (или прорыв).

Морфологический интервал области (экономической, технической, технологической и т.д.) представляет целое множество дискретных точек или координат, каждая из которых соответствует определенной комбинации переменных величин. Эти переменные величины есть параметры. Пространство имеет столько измерений, сколько имеется параметров.

Морфологическое расстояние между двумя точками пространства. Оно определяется числом параметров, которые не являются общими для двух вариантов. Здесь следует иметь в виду, что два варианта, которые отличаются друг от друга одним параметром, являются морфологически близкими вариантами. Но одновременно эти два варианта отличаются по многим (т.е. по всем остальным) параметрам и являются морфологически далекими друг от друга.

Морфологическая окрестность. Она представляет собой множество точек, каждая из которых морфологически близка к другой точке.

Поверхность морфологической окрестности - это множество вариантов, отличающихся от точек данной окрестности самое большое одним параметром. Площадь поверхности морфологической окрестности равна числу таких точек.

Скачок, или прорыв, означает, что в результате исследований была разработана такая новая система, которая произвела революцию в экономике, технике, технологии. Появление скачка в данной области равносильно освоению новой большой территории. Скачок в области инновационного продукта или операции способствует быстрому захвату рынка как своей страны, так и ряда зарубежных стран. Вероятность любого скачка в единицу времени представляет при всех прочих равных условиях убывающую функцию, аргументом которой является морфологический интервал, определяющий его от современного уровня развития экономики, техники, технологии и т.п. Математическая запись такой функциональной зависимости может быть, например, следующая: один/два; один/четыре; один/восемь и т.д. При этом в любом случае нововведения будут возникать в непосредственной близости от старых нововведений, прежде всего за счет проникновения в соседние, еще не исследованные области на границах уже освоенных территорий.

Метод морфологического анализа и его разновидности основаны на использовании стратегии направленного систематического поиска множества потенциально возможных решений задачи в пределах морфологического множества, соответствующего структуре и особенностям задачи. Этот метод обеспечивает получение большого числа возможных решений по любой изучаемой проблеме при сравнительной легкости процедуры поиска.

**Метод построения сценариев.** Особое место среди экспертных оценок занимает построение сценариев, т.к., помимо традиционной экспертизы, этот метод включает целый ряд параметрических подходов и тяготеет к семейству комбинированных. Сценарии разрабатывают для определения рамок будущего развития технологии, рыночных сегментов, стран, регионов, отдельных фирм и т.д. Экономические организации со сложной структурой и разноплановой деятельностью в меньшей степени поддаются прогнозированию в рамках сценария.

Метод построения сценария - это метод описания логически последовательного процесса, события, исходя из сложившейся ситуации. Описание сценария ведется с учетом временных оценок. Основное назначение сценария - определение генеральной цели развития прогнозируемого объекта, явления и формулирование критериев для оценки верхних уровней «дерева целей». Сценарии обычно разрабатываются на основе данных предварительного прогноза и исходных материалов по развитию прогнозного объекта. Сценарий - это картина, отображающая последовательное детальное решение задачи, выявление возможных препятствий, обнаружение серьезных недостатков с тем, чтобы предрешить вопрос о возможном прекращении начатых или завершении проводимых работ по прогнозируемому объекту.

Сценарий, по которому должен составляться прогноз развития объекта или процессов, должен содержать в себе вопросы развития не только науки и техники, но и экономики, внешней и внутренней политики. Поэтому сценарии должны разрабатываться высококвалифицированными специалистами соответствующего профиля прогнозируемого объекта.

Сценарий по своей описательности является аккумулятором исходной информации, на основе которой должна строиться вся работа по развитию прогнозируемого объекта. Поэтому сценарий в готовом виде должен быть подвергнут тщательному анализу. На рис. 3.2 показана модель сценария (пример) охватывающая уровни науки и производства.

Для анализа данной модели может быть применен системный подход, обеспечивающий последовательное рассмотрение взаимосвязанных компонентов решения прогнозируемого процесса. При построении сценариев устанавливают логическую последовательность гипотетических событий, связанных между собой причинно-следственными связями. Это модель процесса, а не только конечного результата. Последовательность событий или состояний рассматривается во временной системе координат. Методика написания сценария требует определения необходимых управляющих воздействий и тех переломных точек, в которых эти воздействия необходимо применять для достижения целей развития.

Совместное мнение обладает большой точностью, чем индивидуальное мнение каждого из специалистов. Данный метод применяют для получения количественных оценок качественных характеристик и свойств. Например: в структурах государственной власти постоянно поступают научно-технические проекты, подготовленные различными организациями и отдельными гражданами. По каждой заявке требуется принять решение о целесообразности осуществления проекта и необходимом для этого содействии со стороны структур государственной власти (финансировании, организационных решениях).

Наука

Отрасль промышленности

Новые производственные мощности

Имеющиеся производственные мощности

Альтернатива, риск

Проблемы, критерии

Области наук

А

Б

В

Г

Д

Исследование потенциальных возможностей областей наук в целях повышения эффективности производства по выпуску продукции

Финансирование

Рис.3.2. Модель сценария науки и производства.

**Методы коллективных экспертных оценок** предполагают определение степени согласованности мнений экспертов по перспективным направлениям развития объекта прогнозирования, сформулированным отдельными специалистами. Основные методы приведены на рис.3.3.

Метод коллективных экспертных оценок

Метод комиссий

Метод анализа

иерархий

Метод «Мозговой атаки»

Метод «Дельфи»

Рис.3.3. Методы коллективных экспертных оценок.

**Метод Дельфи** – одна из первых попыток разработать более обоснованную и строгую процедуру при экспертном прогнозировании, предпринятая Т.Гордоном и О.Хелмером – сотрудниками одной из корпораций США, которые в 1964 г. опубликовали результаты обобщения и статистической обработки мнений специалистов относительно перспектив развития в ряде областей науки. Он используется при прогнозировании развития науки и техники, инвестиций и других аспектов.

Цель метода Дельфи - разработка программы последовательных многотуровых индивидуальных опросов. Индивидуальный опрос экспертов обычно проводится в форме анкет-вопросников. Затем осуществляется их статистическая обработка и формируется коллективное мнение группы, выявляются и обобщаются аргументы в пользу различных суждений. Обработанная информация сообщается экспертам, которые могут корректировать оценки, объясняя при этом причины своего несогласия с коллективным суждением. Эта процедура может повторяться до 3-4 раз. В результате происходит сужение диапазона оценок и вырабатывается согласованное суждение относительно перспектив развития объекта.

Особенности метода Дельфи:

А) анонимность экспертов (участники экспертной группы неизвестны друг другу, взаимодействие членов группы при заполнении анкет полностью исключается);

Б) возможность использования результатов предыдущего тура опросов;

В) статистическая характеристика группового мнения.

Этот метод помогает предопределить развитие проблемных ситуаций, носящих долгосрочный характер.

**Метод мозгового штурма** (мозговой штурм, мозговая атака, англ.brainstorming) - оперативный метод решения проблемы на основе стимулирования творческой активности, при котором участникам обсуждения предлагают высказывать как можно большее количество вариантов решения, в том числе самых фантастичных. Затем из общего числа высказанных идей отбирают наиболее удачные, которые могут быть использованы на практике. Является методом экспертного оценивания.

Правильно организованный мозговой штурм включает три обязательных этапа. Этапы отличаются организацией и правилами их проведения:

1**.**Постановка проблемы.Предварительный этап. В начале этого этапа проблема должна быть четко сформулирована. Происходит отбор участников штурма, определение ведущего и распределение прочих ролей участников в зависимости от поставленной проблемы и выбранного способа проведения штурма.

2.Генерация идей.Основной этап, от которого во многом зависит успех всего мозгового штурма. Поэтому очень важно соблюдать правила для этого этапа:

-главное-количество идей. Не делайте никаких ограничений;

-полный запрет на критику и любую (в том числе положительную) оценку высказываемых идей, так как оценка отвлекает от основной задачи и сбивает творческий настрой;

-необычные и даже абсурдные идеи приветствуются;

-комбинируйте и улучшайте любые идеи.

3.Группировка, отбор и оценка идей.

Этот этап часто забывают, но именно он позволяет выделить наиболее ценные идеи и дать окончательный результат мозгового штурма. На этом этапе, в отличие от второго, оценка не ограничивается, а наоборот приветствуется. Методы анализа и оценки идей могут быть очень разными. Успешность этого этапа напрямую зависит от того, насколько «одинаково» участники понимают критерии отбора и оценки идей.

Для проведения мозговой атаки обычно создают две группы:

-участники, предлагающие новые варианты решения задачи;

-члены комиссии, обрабатывающие предложенные решения.

Различают индивидуальные и коллективные мозговые атаки.

В мозговом штурме участвует коллектив из нескольких специалистов и ведущий. Перед самим сеансом мозгового штурма ведущий производит четкую постановку задачи, подлежащей решению. В ходе мозгового штурма участники высказывают свои идеи, направленные на решение поставленной задачи, причем как логичные, так и абсурдные. Если в мозговом штурме принимают участие люди различных чинов или рангов, то рекомендуется заслушивать идеи в порядке возрастания ранжира, что позволяет исключить психологический фактор «соглашения с начальством».

В процессе мозгового штурма, как правило, вначале решения не отличаются высокой оригинальностью, но со временем типовые, шаблонные решения исчерпываются, и у участников начинают возникать необычные идеи. Ведущий записывает или как-то иначе регистрирует все идеи, возникшие в ходе мозгового штурма.

Затем, когда все идеи высказаны, производится их анализ, развитие и отбор. В итоге находится максимально эффективное и часто нетривиальное решение задачи.

Успех мозгового штурма сильно зависит от психологической атмосферы и активности обсуждения, поэтому роль ведущего в мозговом штурме очень важна. Именно он может «вывести из тупика» и вдохнуть свежие силы в процесс.

Существуют следующие разновидности метода.

Метод обратного «мозгового штурма» сочетает в себе две «мозговые атаки» коллектива генераторов идей: первая - для свободного выявления недостатков исследуемого объекта и вторая - для поиска новых идей и устранения выявленных недостатков. Такое разделение коллективного «мозгового штурма» повышает его целенаправленность и предает поиску более конкретный характер.

Метод массового «мозгового штурма» распараллеливает процесс генерирования идей, а метод двойного «мозгового штурма» организует последовательность из двух мозговых атак и из двух стадий оценки идей.

Метод «конференции идей» для повышения результативности коллективного поиска идей объединяет несколько принципов: высокий профессионализм, заблаговременная подготовка участников, различные приемы их психологической настройки в сочетании с правилами морфологического анализа по систематизации поиска и логикой эвристики.

Все разновидности метода базируются на использовании стратегии ненаправленного случайного поиска.

**Метод комиссий** («круглого стола») - один из методов экспертных оценок, основанный на работе специальных комиссий. Группы экспертов за «круглым столом» обсуждают ту или иную проблему с целью согласования точек зрения и выработки единого мнения.

Метод комиссии состоит в открытой дискуссии по обсуждаемой проблеме для выработки единого мнения экспертов. Коллективное мнение определяется в результате тайного или открытого голосования. В некоторых случаях к голосованию не прибегают, выявляя результирующее мнение в процессе дискуссии. Преимущество метода комиссии состоит в росте информированности экспертов, поскольку при обсуждении эксперты приводят обоснования своих оценок, под воздействием которых некоторые участники комиссии могут изменить первоначальную точку зрения. К числу недостатков относятся отсутствие анонимности. Оно может приводить к достаточно сильным проявлениям конформизма со стороны экспертов, присоединяющих свои мнения к мнению более компетентных и авторитетных экспертов даже при наличии противоположной собственной точки зрения. Дискуссия часто сводится к полемике наиболее авторитетных экспертов, в которой часто верх берет не обоснованность, а количество приводимых доводов «за» и «против». Кроме того, публичность высказываний может приводить к нежеланию некоторых экспертов отказаться от ранее высказанного мнения, даже если оно в процессе дискуссии претерпело изменения.

Для повышения качества прогнозируемых результатов в состав группы включают экспертов не только данной, но и смежных областей знаний. При этом не рекомендуется включать в группу лиц, имеющих подчиненность в служебных вопросах, и лиц, имеющих непререкаемый авторитет. Обсуждение должно протекать в режиме свободной дискуссии. Рекомендуется предварительно обучить группу методом коллективной работы. Кроме того, необходимо обратить внимание на психологическую совместимость участников коллектива. Метод «круглого стола» имеет недостаток, заключающийся в том, что эксперты в своих суждениях руководствуются в основном логикой компромисса, что увеличивает риск получения искаженных результатов прогноза.

**Метод Анализа Иерархий (МАИ)** используется во всем мире для принятия решений в разнообразных ситуациях: от управления на межгосударственном уровне до решения отраслевых и частных проблем в бизнесе, промышленности, здравоохранении и образовании. Для компьютерной поддержки МАИ существуют программные продукты, разработанные различными компаниями.

Анализ проблемы принятия решений в МАИ начинается с построения иерархической структуры, которая включает цель, критерии, альтернативы и другие рассматриваемые факторы, влияющие на выбор. Эта структура отражает понимание проблемы лицом, принимающим решение. Каждый элемент иерархии может представлять различные аспекты решаемой задачи, причем во внимание могут быть приняты как материальные, так и нематериальные факторы, измеряемые количественные параметры и качественные характеристики, объективные данные и субъективные экспертные оценки. Иными словами, анализ ситуации выбора решения в МАИ напоминает процедуры и методы аргументации, которые используются на интуитивном уровне.

Следующим этапом анализа является определение приоритетов, представляющих относительную важность или предпочтительность элементов построенной иерархической структуры, с помощью процедуры парных сравнений. Безмерные приоритеты позволяют обоснованно сравнивать разнородные факторы, что является отличительной особенностью МАИ. На заключительном этапе анализа выполняется синтез (линейная свертка) приоритетов на иерархии, в результате которой вычисляются приоритеты альтернативных решений относительно главной цели. Лучшей считается альтернатива с максимальным значением приоритета. Метод анализа иерархий содержит процедуру синтеза приоритетов, вычисляемых на основе субъективных суждений экспертов. Число суждений может измеряться десятками или даже сотнями.

Математические вычисления для задач небольшой размерности можно выполнить вручную или с помощью калькулятора, однако гораздо удобнее использовать программное обеспечение (ПО) для ввода и обработки суждений. Самый простой способ компьютерной поддержки - электронные таблицы, самое развитое ПО предусматривает применение специальных устройств для ввода суждений участниками процесса коллективного выбора.

Порядок применения Метода Анализа Иерархии:

1.Построение качественной модели проблемы в виде иерархии, включающей цель, альтернативные варианты достижения цели и критерии для оценки качества альтернатив.

2.Определение приоритетов всех элементов иерархии с использованием метода парных сравнений.

3.Синтез глобальных приоритетов альтернатив путем линейной свертки приоритетов элементов на иерархии.

4.Проверка суждений на согласованность.

5.Принятие решения на основе полученных результатов.

Первый шаг МАИ – построение иерархической структуры, объединяющей цель выбора, критерии, альтернативы и другие факторы, влияющие на выбор решения. Построение такой структуры помогает проанализировать все аспекты проблемы и глубже вникнуть в суть задачи.

Иерархическая структура - это графическое представление проблемы в виде перевернутого дерева, где каждый элемент, за исключением самого верхнего, зависит от одного или более выше расположенных элементов. Часто в различных организациях распределение полномочий, руководство и эффективные коммуникации между сотрудниками организованы в иерархической форме.

Иерархические структуры, используемые в МАИ, представляет собой инструмент для качественного моделирования сложных проблем: вершиной иерархии является главная цель; элементы нижнего уровня представляют множество вариантов достижения цели (альтернатив); элементы промежуточных уровней соответствуют критериям или факторам, которые связывают цель с альтернативами (Рис.3.4).

 После построения иерархии участники процесса используют МАИ для определения приоритетов всех узлов структуры. Информация для расстановки приоритетов собирается со всех участников и математически обрабатывается.

ЦЕЛЬ

Критерий 3

Критерий 1

Критерий 2

Критерий 4

Альтернатива 1

Альтернатива 2

Альтернатива 3

Рис. 3.4. Иерархическая структура МАИ

 Приоритеты – это числа, которые связаны с узлами иерархии. Они представляют собой относительные веса элементов в каждой группе. Подобно вероятностям, приоритеты - безразмерные величины, которые могут принимать значения от нуля до единицы. Чем больше величина приоритета, тем более значимым является соответствующий ему элемент. Сумма приоритетов элементов, подчиненных одному элементу выше лежащего уровня иерархии, равна единице. Приоритет цели по определению равен 1.0.

1Рассмотрим простой пример, поясняющий методику вычисления приоритетов.

 На рисунке 3.5 показана иерархия, в которой приоритеты всех элементов не устанавливались ЛПР. В таком случае по умолчанию приоритеты элементов считаются одинаковыми, то есть все четыре критерия имеют равную важность с точки зрения цели, а приоритеты всех альтернатив равны по всем критериям. Другими словами, альтернативы в этом примере неразличимы. Заметим, что сумма приоритетов элементов любого уровня, равна единице. Если бы альтернатив было две, то их приоритеты были бы равны 0.500, если бы критериев было 5, то приоритет каждого был бы равен 0.200. В этом простом примере приоритеты альтернатив по разным критериям могут не совпадать, что обычно и бывает на практике. Приведем пример, в котором локальные приоритеты альтернатив по разным критериям не совпадают. Глобальные приоритеты альтернатив относительно цели вычисляются путем умножения локального приоритета каждой альтернативы на приоритет каждого критерия и суммирования по всем критериям.

ЦЕЛЬ

1.000

Критерий 4

0.250

Критерий 3

0.250

Критерий 2

0.250

Критерий 1

0.250

Альтернатива 3

0.333

Альтернатива 2

0.333

Альтернатива 1

0.333

Рис.3.5. Простейшая иерархическая структура МАИ с приоритетами, определенными по умолчанию

Если приоритеты критериев изменятся, то изменяется значение глобальных приоритетов альтернатив, следовательно, может измениться их порядок. На рисунке 3.6 показано решение данной задачи с изменившимися значениями приоритетов критериев, при этом наиболее предпочтительной альтернативой становится А3.

Этот метод разработан американским математиком Томасом Саати, который написал о нем книги, разработал программные продукты и в течение 20 лет проводит симпозиумы ISAHP (англ. International Symposium on Analytic Hierarchy Process). МАИ широко используется на практике и активно развивается учеными всего мира. В его основе наряду с математикой заложены и психологические аспекты. МАИ позволяет понятным и рациональным образом структурировать сложную проблему принятия решений в виде иерархии, сравнить и выполнить количественную оценку альтернативных вариантов.

ЦЕЛЬ

1.000

Критерий 4

0.363

Критерий 3

0.182

Критерий 2

0.092

Критерий 1

0.363

А1 - 0.286

А2 - 0.143

А3 - 0.571

А1 - 0.286

А2 - 0.143

А3 - 0.571

А1 - 0.286

А2 - 0.143

А3 - 0.571

А1 - 0.286

А2 - 0.143

А3 - 0.571

А1 - 0.334; А2 - 0.301; А3 - 0.365

Рис. 3.6. Решение задачи с изменившимися значениями приоритетов критериев.

Экспертное оценивание предполагает создание некого разума, обладающего большими способностями по сравнению с возможностями отдельного человека. Источником возможностей мультиразума является поиск слабых ассоциаций и предположений, основанных на опыте отдельного специалиста. Экспертный подход позволяет решать задачи, не поддающиеся решению обычным аналитическим способом, в том числе:

-выбор лучшего варианта решения среди имеющихся;

-прогнозирование развития процесса;

-поиска возможного решения сложных задач.

Перед началом экспертного исследования необходимо четко определить его цель (проблему) и сформулировать соответствующий вопрос для экспертов. При этом рекомендуется придерживаться следующих правил:

-четкое определение условий, времени, внешних и внутренних ограничений проблемы. Возможность ответа на вопрос с доступной человеческому опыту точностью;

-вопрос лучше формулировать как качественное утверждение, чем как оценку числа. Для численных оценок не рекомендуется задавать более пяти градаций;

-эксперты оценивают возможные варианты, и не следует ожидать от них построения законченного плана действий, развернутого описания возможных решений.

Проблемы, для решения которых приходится применять методы экспертных оценок, можно разделить на:

-проблемы, которые характеризуются тем, что о них имеется достаточная информация, но она может носить качественный характер, или их решение требует учета многих критериев, что вызывает необходимость привлечения экспертов;

-проблемы, которые характеризуются недостатком информации. Эти проблемы возникают при решении большинства задач прогнозирования. Обработка мнений экспертов для получения обобщенных оценок не может состоять в простом усреднении индивидуальных оценок, поскольку может оказаться, что мнение какого-либо эксперта, плохо сочетающееся со «среднеарифметическим» мнением, истинное. Поэтому важнейшую роль здесь приобретают процедуры качественной обработки оценок экспертов.

Рассмотрим отдельные этапы типового экспертного исследования. Как показывает практический опыт, с точки зрения менеджера-организатора такого исследования - целесообразно выделять следующие стадии проведения экспертного опроса (Орлов А.И.).

1.**Принятие решения о необходимости проведения экспертного опроса и формулировка его цели ЛПР.** Инициатива должна исходить от руководства, что в дальнейшем обеспечит успешное решение организационных и финансовых проблем. Очевидно, что исходный толчок может быть дан докладной запиской одного из сотрудников или дискуссией на совещании, но реальное начало работы - решение ЛПР. Цель экспертного исследования ЛПР может сформулировать по-разному, и от этой формулировки зависит выбор процедуры экспертизы.

2.**Подбор и назначение ЛПР основного состава рабочей группы** - **РГ** (обычно научного руководителя и ответственного секретаря). При этом научный руководитель отвечает за организацию и проведение экспертного исследования в целом, а также за анализ собранных материалов и подготовку заключения экспертной комиссии. Он участвует в формировании коллектива экспертов и выдаче задания каждому эксперту (вместе с ЛПР или его представителем). Научный руководитель - высококвалифицированный эксперт и признаваемый другими экспертами формальный и неформальный руководитель экспертной комиссии. Дело ответственного секретаря - ведение документации экспертного опроса, решение организационных задач. Назначение научного руководителя и ответственного секретаря оформляется распорядительным документом (приказом, постановлением и т.п.). Остальной состав РГ обычно формируется позже, в процессе развертывания исследования, причем по предложениям научного руководителя и ответственного секретаря.

3.**Разработка** РГ (точнее, ее основным составом, прежде всего научным руководителем и ответственным секретарем) **и утверждение у ЛПР технического задания (ТЗ) на проведение экспертного опроса.** На этой стадии решение о проведении экспертного опроса приобретает четкость во времени, финансовом, кадровом, материальном и организационном обеспечении. В частности, формируется костяк РГ со своей внутренней структурой. Обычно в РГ выделяются различные группы специалистов -аналитическая, эконометрическая( специалисты по методам анализа данных), компьютерная, по работе с экспертами (например, интервьюеров), организационная (конечно, возможно совмещение ролей- один и тот же сотрудник может и отвечать за выбор метода анализа экспертных мнений, и сам же проводить это анализ). Очень важно для успеха, чтобы все перечисленные позиции были включены в ТЗ и утверждены ЛПР.

4.**Разработка аналитической группой РГ подробного сценария (т.е. регламента, правил) проведения сбора и анализа экспертных мнений (оценок).** Термин «сценарий» имеет примерно тот же смысл, что и в театре, и кинематографе. Сценарий включает в себя, прежде всего, анкеты и опросные листы (планы интервью), определяющие конкретный вид информации, которая будет получена от экспертов (например , слова, условные градации, числа, ранжировки, разбиения или иные виды объектов нечисловой природы). Довольно часто экспертов просят высказаться в свободной форме, ответив при этом на некоторые заранее сформулированные вопросы. Кроме того, их просят заполнить формальную карту, в каждом пункте выбрав одну из нескольких градаций.

Сценарий должен содержать и конкретные методы анализа собранной информации, например вычисление медианы Кемени, статистический анализ люсианов, а также иные методы статистики объектов нечисловой природы и других разделов прикладной статистики. Эта работа ложится на эконометрическую и компьютерную группу РГ.

Традиционная ошибка - сначала собрать информацию, а потом думать что с ней делать. В результате, как показывает печальный практический опыт, информация используется не более чем на 1-2%. Причины в том, что в большом ворохе беспорядочно собранных фактов, как правило, отсутствует необходимая упорядоченность. А именно, значения отдельных показателей собраны с пропусками, способы измерения изменяются от одного эксперта к другому, от одного объекта экспертизы к другому(как говорят, определения «плывут»), сам перечень показателей не позволяет ответить на интересующие ЛПР вопросы и т.д.

Сценарий утверждается научным руководителем экспертной комиссии (ЭК).

5.**Подбор экспертов** в соответствии с их компетентностью. На этой стадии РГ составляет список возможных экспертов и оценивает степень их пригодности для планируемого исследования. Итоговый перечень должен включать, по крайней мере, в 1,5 раза больше потенциальных экспертов, чем- то их число, которое планируется реально привлечь к работе.

6.**Формирование ЭК.** На этой стадии РГ проводит переговоры с экспертами, получает их согласование на работу в ЭК. Возможно, часть намеченных РГ (на стадии 5) экспертов не сможет войти в экспертную комиссию (болезнь, отпуск, командировка и т.п.) или откажется по тем или иным причинам (занятость, условия контракта и т.п.). В обязательном порядке ЛПР утверждает состав ЭК, возможно, вычеркнуть или добавить часть экспертов к предложениям РГ. Проводится заключение договоров с экспертами об условиях их работы и ее оплаты. На этой же стадии завершается формирование РГ.

7.**Проведение сбора экспертной информации** в соответствии с разработанным на стадии 4 сценарием. Часто перед этим проводится набор и обучение интервьюеров одной из групп, входящих в РГ.

8.**Компьютерный анализ экспертной информации** с помощью включенных в сценарий методов. Ему обычно предшествует компьютеризация экспертных мнений, т.е. создание и наполнение соответствующих баз данных или электронных таблиц.

9.При применении (согласно сценарию) экспертной процедуры, состоящей из нескольких туров, **повторение двух предыдущих этапов.**

10.**Итоговый анализ экспертных мнений, интерпретация полученных результатов аналитической группой РГ и подготовка заключительного документа ЭК для ЛПР.** Форма заключения ЭК обычно задается в ТЗ.

11.Официальное **окончание деятельности ЭК и РГ.** в том числе **утверждение ЛПР заключительного документа ЭК,** подготовка и утверждение научного и финансового отчетов РГ о проведении экспертного исследования, оплата труда экспертов и сотрудников РГ, официальное прекращение деятельности (роспуск) ЭК и РГ.

Научный отчет РГ должен позволять восстанавливать все подробности деятельности ЭК на основе документов. В частности, в него должны быть включены все полученные от экспертов материалы и протоколы компьютерной обработки данных.

Вопросы для самопроверки

1.Что понимается под экспертной оценкой и какие группы экспертных оценок существуют?

2.Дайте характеристику индивидуальных методов экспертных оценок.

3.Дайте характеристику коллективных методов экспертных оценок.

4.Дайте характеристику основных этапов экспертного опроса.

**3.2. Формализованные методы прогнозирования**

Для формализации связей между показателями развития исследуемой системы, используют фактографические, или формализованные методы.

Преимущество формализованных методов перед экспертными состоит в возрастании объективности прогноза, расширении возможности рассмотрения различных вариантов и в автоматизации процесса прогнозирования, что позволяет экономить большое количество ресурсов.

Формализованные методы прогнозирования базируются на математической теории, которая обеспечивает повышение достоверности и точности прогнозов, значительно сокращает сроки их выполнения, позволяет облегчить деятельность по обработке информации и оценке результатов. В состав формализованных методов прогнозирования входят: методы экстраполяции и методы математического моделирования (Рис. 3.7)

Термин «экстраполяция» имеет несколько толкований. В широком смысле слова экстраполяция - это метод научного исследования, заключающийся в распространении выводов, полученных из наблюдений над одной частью явления, на другую его часть. В узком смысле - это нахождение на ряду данных функций других ее значений, находящиеся вне этого ряда. Экстраполяция заключается в изучении сложившихся в прошлом и настоящем тенденций экономического развития и перенесении их на будущее. В прогнозировании экстраполяция применяется при изучении временных рядов и представляет собой нахождение значений функций за пределами области ее определения с использованием информации о поведении данной функции в некоторых точках, принадлежащих области ее определения.

В экстраполяционных прогнозах предсказание конкретных значений изучаемого объекта или параметра в какой - то определенный период времени не считается основным компонентом. Особо важным здесь является своевременное фиксирование объективно намечающихся сдвигов, выявление закономерных тенденций развития явления или процесса. Под тенденцией развития понимают некоторое его общее направление, долговременную эволюцию. Обычно тенденцию стремятся представить в виде более или менее гладкой траектории.

Формализованные методы

Метод математического моделирования

Методы экстраполяции

Методы простой экстраполяции

Регрессионные методы

Метод скользящих средних

Метод группового учета аргументов

Метод экспоненциального сглаживания

Теория распознавания образов

Методы экстраполяции трендов

Авторегрессионные модели

Нечеткие регрессионные модели

Нейросетевые технологии

Метод наименьших квадратов

Рис. 3.7 Формализованные методы прогнозирования

**Методы простой экстраполяции.** Одним из наиболее распространенных методов прогнозирования является экстраполяция, т.е. продление на перспективу тенденций, наблюдавшихся в прошлом. Экстраполяция базируется на следующих допущениях.

1.Развитие явления может быть с достаточным основанием охарактеризовано плавной траекторией-трендом.

2.Общие условия, определяющие тенденцию развития в прошлом, не претерпят существенных изменений в будущем.

Простую экстраполяцию можно представить в виде определения значения функции

Xt+1=f{X\*t,ℓ), (3.1)

где Xt+1-экстраполируемое значение уровня;

Х\*t - уровень, принятый за базу экстраполяции;

ℓ - период упреждения.

Простейшая экстраполяция может быть проведена на основе средних характеристик ряда: среднего уровня, среднего абсолютного прироста и среднего темпа роста.

Задача специалистов, занимающихся прогнозом, заключается в обобщении, т.е. использовании одного или нескольких отобранных или рассчитанных значений для характеристики набора данных. Обнаружение и идентификация особенностей, которые характерны для рассматриваемого ряда, представляет собой статистическую деятельность, так как вся информация при этом рассматривается в целом.

Одна из целей состоит в том, чтобы свести набор данных к одному числу (или двум, или нескольким), которое выражает наиболее фундаментальные свойства данных. Методы, наиболее подходящие для анализа одного списка чисел (т.е. одномерного набора данных), включают определение ряда показателей.

Чаще всего используют среднее и вычисляют его путем сложения всех чисел ряда и деления полученной суммы на количество чисел в ряде. Формула вычисления среднего имеет следующий вид:

 $\overline{X}=\frac{x\_{1}+x\_{2}+…+x\_{n}}{n}=\frac{1}{n}\sum\_{t=1}^{n}X\_{t}$ , (3.2)

где n- общее число элементов в списке данных, Х1 ,X2 ,…,Xn - непосредственно сами значения данных. Греческая прописная буква сигма,Σ, указывает на необходимость сложить все значения, которые записаны за ней, заменяя при этом индекс t значениями от 1 до n. Символ для записи среднего произносится как «икс с чертой».

На практике возникает необходимость в проведении анализа ряда, так как данные ряда изменчивы, т.е. имеется вариация.

Изменчивость можно определить как степень различий между отдельными значениями. Существуют три разных способа описания степени изменчивости набора данных, причем каждый из них требует соответствующих числовых значений.

1.Стандартное отклонение (среднее квадратичное отклонение) используют наиболее часто. Этот показатель описывает, насколько сильно результат наблюдений обычно отличается от среднего значения. При возведении стандартного отклонения в квадрат получаем дисперсию.

2.Размах легко вычисляется, однако дает несколько поверхностное представление об изменчивости данных и имеет ограниченное применение. Эта величина описывает пределы изменения данных в наборе и представляет собой расстояние между минимальным и максимальным значениями.

3.Коэффициент вариации обычно выбирается в качестве относительной (в противоположность абсолютной) меры изменчивости. Этот показатель используется достаточно часто. Он показывает, насколько сильно обычно отличается результат конкретного наблюдения от среднего значения, в процентном отношении к среднему; при этом используется отношение стандартного отклонения к среднему значению.

 Если средний уровень ряда изменяется незначительно, то на практике обычно прогнозное значение на следующий плановый период принимают

Xt+i= $\overline{X}$. (3.3)

Среднее квадратичное отклонение используется в прогнозировании для определения абсолютного прироста показателей ряда. Оно рассматривается как мера отклонения данных ряда от среднего значения. Формула для вычисления среднего квадратичного отклонения следующая:

∆Х=$\sqrt{\frac{\sum\_{t=1}^{n}X\_{t}-\overline{X}}{n-1}}$ . (3.4)

Если средний абсолютный прирост ∆Х сохраняется неизменным, то на практике обычно прогнозное значение на следующий плановый период принимают:

Xt+1=Xt+∆X . (3.5)

Коэффициент вариации позволяет определить скорость роста вариационного ряда. Эта безразмерная величина и характеризует относительную изменчивость данных, выраженную в долях или процентах от среднего. Формула для вычисления коэффициента вариации следующая

К=$ \frac{∆X}{\overline{X}}$ $=$ $\sqrt{\frac{\sum\_{t=1}^{n}X\_{t}-\overline{X}}{n-1}}$ / $\overline{X}$ . (3.6)

Если коэффициент вариации не имеет тенденции к изменению, то прогнозное значение на следующие плановые периоды можно рассчитать по формуле

Xt+*l* = Х\*τ x $K^{l}$, (3.7)

где *l*-период, прогнозирования (*l*=1,2,....,n);

Х\*τ - уровень, принятый за базу для экстраполяции;

τ- индекс базового периода (1 τ <n).

Во всех случаях прогнозирования необходимо определить доверительный интервал, учитывающий неопределенность и погрешность используемых оценок.

Доверительный интервал дает информацию о том, где с известной вероятностью находится среднее совокупности.

Интервал позволяет использовать данные из ряда для предсказания с известной вероятностью нового наблюдения при условии, что это новое наблюдение получают тем же способом, что и прошлые данные. Таким образом, ситуация заключается в следующем. Имеется выборка размером n, и в результате проведенных для этой выборки измерений получены значения X1,....,Xn. Необходимо сделать предсказание относительно нового элемента, случайно выбранного из этой же генеральной совокупности. Мера неопределенности представляет собой стандартную ошибку т.е. величину изменчивости расстояния между средним значением выборки и прогнозом. Здесь объединены два вида случайности: для среднего значения выборки и для нового наблюдения. Стандартную ошибку предсказания находят умножением стандартного отклонения ∆X на корень квадратный из выражения (l+1/n).

 Вычислив оценку () и стандартную ошибку предсказания, можно построить интервал предсказания таким же образом, как и обычный доверительный интервал. Также по таблице находят t-значение для заданного уровня доверительности прогноза и размера выборки n (конечно, не включая в выборку дополнительное наблюдение).

Интервал предсказания для нового значения:

-двусторонний: новое (прогнозное) значение будет находится между

$\overline{Х}$ -$ ∝×∆X\sqrt{1+\frac{1}{n}}$ и $\overline{Х}$+$∝×∆X\sqrt{1+\frac{1}{n}}$(3.8)

с вероятностью 95% (- табличное значение);

-односторонний: новое (прогнозное) значение будет не меньше, чем

$\overline{Х}$ - $∝$одност. $×∆X×\sqrt{1+\frac{1}{n}}$ (3.9)

с вероятностью 95% ($∝$одност. - табличное значение);

-односторонний: новое (прогнозное)значение будет не больше, чем

$\overline{Х}$ + $∝$одност. $×∆X×\sqrt{1+\frac{1}{n}}$ (3.10)

с вероятностью 95%.

Какой смысл имеет значение 95%? Это вероятность, соответствующая следующему случайному эксперименту: берем случайную выборку, находим интервал предсказания, берем новое случайное наблюдение и смотрим, попадает ли это новое наблюдение в построенный интервал. Необходимо обратить внимание, что вероятность 95% относится как к извлечению новой выборки, так и к извлечению нового наблюдения. Это естественно, потому что, поскольку одна выборка отличается от другой, доля новых наблюдений, попадающих в интервал предсказания, будет также разной для разных выборок. Усреднив случайность первоначальной выборки, получим вероятность 95% (или другую необходимую вероятность).

**Метод скользящих средних.** Наиболее простым и известным является метод скользящих средних, осуществляющий механическое выравнивание временного ряда.

Суть метода заключается в замене фактических уровней ряда расчетными средними, в которых погашаются колебания.

При использовании метода простых средних прогнозирование выполняется на основе усреднения всех существующих данных. Но иногда аналитика больше интересуют самые последние наблюдения. Тогда можно фиксировать число точек данных, подлежащих усреднению, и ограничиться только последними данными. Для описания такой модели используется термин скользящее среднее. Как только новое наблюдение становится доступным, оно включается в усреднение, а наиболее старое, соответственно, исключается. Вновь вычисленное скользящее среднее используется для создания прогноза на следующий период.

Скользящее среднее порядка k , определяется выражением:

$\hat{X}\_{t+1 }$=$\frac{x\_{t }+x\_{t }- 1+x\_{t }- 2+…+x\_{t }+1}{k}$ , (3.11)

где$\hat{X}\_{t+1 }$- прогнозируемая величина на следующий период;

Xt - значение величины в текущем периоде;

k - число членов в скользящем среднем.

Скользящее среднее для периода t - это арифметическое среднее k последних наблюдений. Следует отметить, что всем наблюдениям присваиваются одинаковые весовые коэффициенты. Каждое новое наблюдение включается в среднее по мере его появления, а наиболее старые тотчас исключаются. Скорость реакции на изменения в структуре данных зависит от числа периодов k, участвующих в усреднении.

Важно также, что в методике скользящего среднего используются только последние k наблюдений,и число точек, подлежащих усреднению, не меняется со временем. Модель скользящего среднего не очень хорошо учитывает тренд и сезонные вариации, хотя делает это лучше, чем метод простого среднего.

Прогнозист может изменять число периодов k в скользящем среднем. В скользящем среднем порядка 1, последнее наблюдение Xt является прогнозом на следующий период. Этот случай полностью соответствует методу простой экстраполяции.

На практике часто используются методики двойного скользящего среднего. Этот метод заключается в следующем: сначала вычисляется ряд значений методом скользящих средних, а потом этот набор прогнозов усредняется этим же методом.

Прежде всего для вычисления скользящего среднего используется уравнение:

Yt =$\hat{ X}\_{t+1 }$=$\frac{x\_{t }+x\_{t }- 1+x\_{t }- 2+…+x\_{t }+1}{k}$ ,

где Yt - новое условное обозначение.

Для вычисления вторичного скользящего среднего используется уравнение:

Y\*t =$\hat{X}\_{t+1 }$=$\frac{x\_{t }+x\_{t }- 1+x\_{t }- 2+…+x\_{t }+1}{k}$ . (3.12)

Для того чтобы построить прогноз, определяется значение параметра at и bt:

at = Yt +( Yt- Y\*t) = 2 Yt – Y\*t ; (3.13)

bt= (Yt- Y\*t).

Уравнение для вычисления прогноза на период ℓ запишется

$\overline{X}$t+*l* = at + bt $×l,$ (3.14)

где *l* - количество периодов вперед, на которое дается прогноз.

**Метод экспоненциального сглаживания.** В методе простого экспоненциального сглаживания применяется взвешенное (экспоненциально) скользящее усреднение всех данных ряда. Эта модель чаще применяется к данным, о которых заранее неизвестно, имеют ли они тренд. Целью такого подхода является оценка текущего состояния, результаты которой и определят все последующие прогнозы.

Экспоненциальное сглаживание предусматривает постоянное обновление модели засчет наиболее новых данных. Метод основывается на усреднении (сглаживании) временных рядов прошлых наблюдений в нисходящем (экспоненциально) направлении. Более поздним данным присваивается больший вес. Вес присваивается следующим образом: для последнего наблюдения весом будет величина $α$, для предпоследнего -(1- $α$), для того, которое было перед ним, -(1-$ α$)2 и т.д.

В сглаженном виде новый прогноз (для периода времени t+1) можно представлять как взвешенное среднее последнего наблюдения величины в момент времени t и ее прежнего прогноза на этот же период t.Причем вес присваивается наблюдаемому значению, а вес (1-$α$) - прогнозу; при этом полагается, что 0<$ α$ <1. Это правило в общем виде можно записать следующим образом.

Новый прогноз =[$α $х (последнее наблюдение)]+[(1-$α$) х последний прогноз]. Более формально данное выражение можно записать так:

$\overline{X}$t+1 =$α$ $Xt$+(1-$α$) $\hat{X}$t,(3.15)

где $\overline{X}$t+1 -прогнозируемое значение на следующий период;

$α$ - постоянная сглаживания(0<$ α$<1);

$Xt $- наблюдение величины за текущий период t;

$\hat{X}$t- прежний сглаженный прогноз этой величины на период t.

Чтобы прояснить смысл постоянной α, это уравнение можно переписать в следующем виде.

$\overline{X}\_{t+1}$=α$X$t + (1-α) $\hat{X}$t,

$\overline{X}\_{t+1}$=α$Xt$+ $\hat{X}$t- α$\hat{X}$t, (3.16)

$\overline{X}\_{t+1}$=$\hat{X}$t+α($Xt$-$\hat{X}$t).

Экспоненциальное сглаживание - это просто старый прогноз t с уточнением в виде произведения α на ошибку последнего прогноза (Xt-$\hat{X}$t).

Экспоненциальное сглаживание - это процедура для постоянного пересмотра результатов прогнозирования в свете самых последних событий.

Постоянная сглаживания α является взвешивающим фактором. Ее реальное значение определяется тем, в какой мере текущее наблюдение должно влиять на прогнозируемую величину. Если α близко к 1, значит, в прогнозе существенно учитывается величина ошибки последнего прогнозирования. И, наоборот, при малых значениях α прогнозируемая величина наиболее близка к предыдущему прогнозу. Можно представить $\hat{Y}\_{t}$ как взвешенное среднее значение всех прошлых наблюдений с весовыми коэффициентами, экспоненциально убывающими с «возрастом» данных.

Постоянная α является ключом к анализу данных. Если требуется, чтобы спрогнозированные величины были стабильны и случайные отклонения сглаживались, необходимо выбирать малое значение α. Большее значение постоянной α имеет смысл в том случае, если нужна быстрая реакция на изменения в спектре наблюдений. Для оценки оптимального значения α один из методов состоит в минимизации среднеквадратической ошибки, которая определяется уравнением:

S= $\frac{1}{n} \sum\_{t=1}^{n}(X\_{t}-\hat{X}\_{t})^{2}$ (3.17)

Последовательно вычисляются прогнозы при α, равном 0,1;0,2;....0,9, и рассчитывается величина среднеквадратической ошибки прогнозирования для каждого из них. То значение α, для которого величина ошибки будет наименьшей, и выбирается для дальнейшего использования в прогнозах.

Следует отметить, что большое влияние на прогнозирование оказывает выбор начальной величины для сглаживания $\hat{X}\_{1}$.

Во многих случаях на практике для получения начального значения для сглаживания производится усреднение первых $k$ элементов ряда

$\hat{X}\_{1}$= $\frac{1}{k} \sum\_{t=1}^{n}X\_{t}.^{}$ (3.18)

Следует отметить, что методика экспоненциального сглаживания основывается на том, что данные ряда колеблются около одного уровня, который меняется нечасто. В практической же деятельности К данные ряда могут иметь значительный разброс.

**Метод экстраполяции трендов.** Впростом методе экспоненциального сглаживания предполагалось, что уровень значений временных рядов меняется редко, поэтому в нем необходима оценка лишь текущего уровня. Часто данные ряда могут иметь заметный тренд, т.е. включают информацию, которая позволит учитывать возможные будущие изменения. В этом случае необходима функция прогнозирования линейного тренда. Поскольку в экономике или бизнесе временные ряды редко характеризуются фиксированным линейным трендом, следует рассмотреть возможность учета локального линейного тренда, меняющегося со временем. Рассмотрим метод экспоненциального сглаживания, получивший название двухпараметрического метода Хольта. В этом методе учитывается локальный линейный тренд, присутствующий во временных рядах.

Если во временных рядах имеется тенденция к росту, то вместе с оценкой текущего уровня необходима и оценка наклона. В методике Хольта значения уровня и наклона сглаживаются непосредственно, при этом используются различные постоянные сглаживания для каждого из них. Эти постоянные сглаживания позволяют оценить текущий уровень и наклон, уточняя их всякий раз, когда появляются новые данные.

Рассмотрим уравнения, составляющие метод Хольта.

1.Экспоненциально сглаженный ряд или оценка текущего уровня:

$Z\_{t}$=αYt +(1-α)($ Z\_{t-1}$-$∆\_{t-1}$). (3.19)

2. Оценка тренда:

$∆\_{t}$=β($Z\_{t}-Z\_{t-1}$)+(1-β)$ ∆\_{t-1}$. (3.20)

3. Прогноз на $l $периодов вперед:

$\hat{Y}\_{t+l}$ = $Z\_{t}+l∆\_{t}$, (3.21)

где Zt -новая сглаженная величина;

α-постоянная сглаживания для данных (0≤α≤1);

$Yt-$новое наблюдение или реальное значение ряда в период t;

β-постоянная сглаживания для оценки тренда(0$\leq $ β $\leq $1);

$Δ$t-собственно оценка тренда;

$l$-количество периодов вперед, на которое делается прогноз;

$\hat{Y}\_{t+l}$ -прогноз на *l* периодов вперед.

Уравнение 3.19 очень похоже на исходное уравнение 3.18. Тренд оценивается при подсчете разницы между двумя последовательными эскпоненциально сглаженными значениями уровня (Zt-Zt-1). Поскольку последовательные величины сглаживаются случайно, их разница учитывает весь тренд в данных.

Постоянная β нужна для сглаживания оценки тренда. Оценка тренда,(Zt-Zt-1), умножается на β и суммируется со старой оценкой тренда, умноженной на (1-β). Уравнение 3.20 очень похоже на уравнение 3.19, однако в нем сглаживанию в первую очередь подвергается тренд, а уже потом данные. В результате уравнение 3.20 дает сглаженный тренд, исключающий всякую случайность.

Уравнение 3.21 описывает прогноз на *l* периодов вперед. Оценка тренда (Δt) умножается на число периодов ℓ, на которое строится прогноз, а затем это произведение прибавляется к текущему уровню *Z* сглаженных данных.

Как и при обычном экспоненциальном сглаживании, постоянные α и β выбираются субъективно или путем минимизации ошибки прогнозирования. Чем большие значения весов будут взяты, тем более быстрый отклик на происходящие изменения будет иметь место. И наоборот, если веса будут небольшие, то и реакция модели на изменения в данных будет более слабой. Поэтому чем большие веса задействуются, тем большему сглаживанию подвергаются данные. Меньшие веса делают структуру сглаженных значений менее ровной.

Для минимизации ошибки прогнозирования нужно создать сетку значений α и β (т.е. все комбинации α=0,1, 0,2, …,0,9 и β=0,1, 0,2,…,0,9) и выбрать ту комбинацию которая даст меньшее значение. Особый случай имеет место, когда α=β, поскольку здесь в одинаковой мере проводится сглаживание, как текущего уровня значений, так и тренда. Такой вариант называется двойным экспоненциальным сглаживанием Брауна.

Для того чтобы воспользоваться алгоритмом уравнения 3.19, нужно иметь набор из начальных величин и тренда. Одно из возможных решений состоит в том, чтобы первую оценку положить равной первому наблюдению. При этом тренд будет равен нулю. Другое решение- это определить начальное значение как среднее для первых пяти или шести наблюдений. Тогда тренд можно оценить наклоном линии, образованной этими пятью или шестью точками.

**Метод экстраполяции трендов с учетом сезонности.** Для уменьшения ошибок прогнозирования существует трехпараметрическая, линейная и сезонная модель экспоненциального сглаживания, предложенная Винтерсом. Этот подход является расширением метода Хольта. Для учета сезонных колебаний здесь задействуется дополнительное уравнение. Оценка уровня сезонности осуществляется с помощью коэффициента сезонности, как это видно из уравнения 3.24. В этом уравнении коэффициент сезонности (Yt/Zt) умножается на постоянную γ и суммируется со старой оценкой сезонности (Сt-k) , умноженной на (1- γ). Причина того, что член Yt делится Zt, заключается в необходимости выразить эту величину как коэффициент, а не как абсолютный член, чтобы его можно было использовать для дальнейших усреднений с коэффициентом сезонности, сглаженным до периода t-k.

Модель Винтерса (мультиплитивная) определяется четырьмя следующими уравнениями.

1. Экспоненциально сглаженные ряды:
	1. $Z\_{t}$ =$α\frac{Y\_{t}}{C\_{t-k}}$ + (1-$α)(Z\_{t-1}$ + Δt-1) . (3.22)
2. Оценка тренда:
3. Δt =β(Zt- Zt-1)+(1-β)Δt-1. (3.23)
4. Оценка сезонности:
	1. Сt= $γ\frac{Y\_{t}}{Z\_{t}}$+(1- γ)Ct-k .  (3.24)
5. 4.Прогноз на *l* периодов вперед:

$\hat{Y}\_{t+l}$=(Zt +*l*Δt)St-k+*l* , (3.25)

где Zt - новое сглаженное значение или оценка текущего уровня;

$α$*-* постоянная сглаживания для этого уровня;

Yt - новое наблюдение или реальное значение величины за период;

β - постоянная сглаживания для оценки тренда;

Δt - оценка тренда;

γ - постоянная сглаживания для оценки сезонности;

Сt - оценка сезонности;

*l* - количество периодов в будущем, на которое строится прогноз;

k - длительность периода сезонного колебания;

$\hat{Y}\_{t+l}$- прогноз на ℓ периодов вперед.

Уравнение 3.22 корректирует сглаженные ряды. Оно слегка отличается от аналогичного в модели Хольта (уравнение 3.19). В уравнение 3.22 Yt делится на Ct-k , учитывая для Yt сезонность и исключая, таким образом, сезонные эффекты, если они имеют место в исходных данных Yt.

После учета сезонности и тренда оценки сглаживаются в уравнениях 3.23 и 3.24, а в уравнении 3.25 делается прогноз. Это уравнение имеет почти такой же вид, как и уравнение 3.21, которое в модели Хольта служит аналогичным целям. Разница лишь в том, что оценка на будущий период, t+ *l*, умножается на величину Сt-k+*l*. Последняя является коэффициентом сезонности, который необходим для сезонной корректировки прогноза.

Как и в методе линейного экспоненциального сглаживания Хольта, веса α, β и γ могут выбираться субъективно или путем минимизации ошибки прогнозирования. Наиболее подходящей методикой для определения этой величины является алгоритм нелинейной оптимизации постоянных сглаживания.

Прежде чем использовать уравнение 3.22, требуется установить начальные значения для сглаженных рядов Zt, тренда Δt, коэффициент сезонности Ct. Одна их схем предлагает установить начальное значение сглаженного ряда равным первому наблюдению. Тогда тренд равен нулю, а коэффициенты сезонности устанавливаются равными 1,0. В другой схеме в качестве начального используется среднее значение за первый сезон или k (период сезонности) наблюдений. Тогда тренд определяется наклоном линии, образованной этими наблюдениями. Коэффициенты сезонности определяются следующим отношением:

Ct=Yt/Zk . (3.26)

Экстраполяция дает возможность получить точечное значение прогноза. Точное совпадение фактических данных и прогностических точечных оценок, полученных путем экстраполяции кривых, характеризующих тенденцию, имеет малую вероятность. Возникновение таких отклонений объясняется следующими причинами:

-выбранная для прогнозирования кривая не является единственно возможной для описания тенденции. Можно подобрать такую кривую, которая дает более точные результаты;

-построение прогноза осуществляется на основании ограниченного числа исходных данных. Каждый исходный уровень обладает случайной компонентной и кривая, по которой осуществляется экстраполяция, будет содержать случайную компоненту;

-тенденция характеризует движение среднего уровня ряда динамики, поэтому отдельные наблюдения от него отклоняются. Если такие отклонения наблюдались в прошлом, то они будут наблюдаться и в будущем.

При анализе рядов динамики иногда приходится прибегать к определению некоторых неизвестных уровней внутри данного ряда динамики, то есть к интерполяции.

При интерполяции считается, что ни выявленная тенденция, ни ее характер не претерпели существенных изменений в том промежутке времени, уровень (уровни) которого нам не известен.

Для выявления тренда проводят следующие процедуры:

-обработка ряда методом укрупнения интервалов - укрупнение периодов времени, к которым относятся уровня ряда динамики (одновременно уменьшается количество интервалов);

-обработка ряда методом скользящей средней - исчисляется средний уровень из определенного числа, обычно нечетного(3,5,7...), первых по счету уровней ряда, затем - из такого же числа уровней, но начиная со второго по счету, далее - начиная с третьего и т.д.;

-аналитическое выравнивание ряда динамики позволяет получить количественную модель, выражающую основную тенденцию изменения уровней ряда во времени.

В научно-техническом и экономическом прогнозировании в качестве главного фактора аргумента обычно используется время. Вполне очевидно, что не ход времени определяет величины прогнозируемого показателя, а действие многочисленных влияющих на него факторов. Однако каждому моменту времени соответствуют определенные характеристики всех этих факториальных признаков, которые со временем в той или иной мере изменяются. Таким образом, время можно рассматривать как интегральный показатель суммарного воздействия всех факториальных признаков.

В качестве фактора-аргумента в однофакторной прогнозирующей функции можно использовать не только время, но и другие факторы, если известна их количественная оценка на перспективу.

Наиболее простым из методов прогнозирования является экстраполяция тренда явления (процесса) за истекший период. Тренд (или вековая тенденция) характеризует процесс изменения показателя за длительное время, исключая случайные колебания. Тренд явления находят путем аппроксимации фактических уровней временного ряда на основе выбранной функции. Наиболее часто применяемые при прогнозировании функции показаны в табл.3.1. В них фактор-аргумент обозначен символом t.

Таблица 3.1

Однофакторные прогнозирующие функции.

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование функции | Вид функции |
| Степенной полином | y=а0+a1t+a2t2+…аntn |
| Парабола | y= a0+a1t+ a2t2 |
| Линейная функция | y= a0+a1t |
| Экспоненциальная (показательная) | y=$e^{a\_{0}+a\_{1}t+a\_{2}t2}$ , y= $e^{a\_{0}+a\_{1}t}$ |
| Степенная | y= a0$t^{a\_{1}}$ |
| Логарифмическая | y= a0+a1lnt |
| Комбинация линейной и логарифмической функций | y= a0+a1t+ a2lnt |
| Функция Конюса | y= t(a0+ a1lnt) |
| Функция Торнквиста | y=$ \frac{a\_{0 }t}{a\_{1}+t}$ |
| Логическая (сигмоидальная) | y= $\frac{a\_{0}}{1+a\_{1}e^{-a\_{2}t}}$ |
| Частный случай логической функции | y= $\frac{1}{a\_{0}+a\_{1}\*e^{-t}} $ |
| Гипербола | y= $a\_{0}$ +$ \frac{a\_{1}}{t}, y=a\_{0}+\frac{a\_{1}}{t^{n}}$, |
| Комбинация линейной функции и гиперболы | y= $a\_{0}+a\_{1}t+\frac{a\_{2}}{t}$+ |

При прогнозировании колебательных (циклических) процессов применяют тригонометрические функции, ряды Фурье.

Степенной полином может описать любые процессы изменения показателя Y в зависимости от значений t. Корреляционное отношение для степенного полинома, служащее мерой тесноты корреляционной связи в нелинейных моделях, приближается к единице по мере увеличения числа степеней полинома до числа уровней временного ряда. Одновременно линия регрессии приближается к фактическим уровням показателя за прошедшее время, что не позволяет установить его тренд и экстраполировать его на перспективу. Поэтому для прогнозирования в качестве прогнозирующей функции целесообразно использовать лишь три частных случая степенного полинома: линейную модель, параболу, и полином третьего порядка.

Линейная модель отражает постоянный абсолютный прирост в размере $a\_{1}$, т.е. арифметическую прогрессию.

Парабола (степенной полином) второго порядка описывает случаи увеличения прироста на постоянную величину 2а2, а третьего порядка-S-образную кривую с двумя точками изгибов.

Экспонента первого порядка (показательная функция) предусматривает постоянный темп роста, равный 100$e^{a\_{1}}$процентов (т.е. геометрическую прогрессию), а второго порядка - постоянное увеличение ежегодных темпов роста в $e^{2a\_{2}}$ раз.

Степенная функция соответствует случаю ускоряющегося при а1>1 или замедляющего при а1<1 роста абсолютного прироста.

Логарифмическая функция выражает случай сокращения абсолютного прироста, а функции Тонквиста и Конюса, комбинация линейной функции с логарифмической- затухающей рост абсолютного прироста. Логистическая (сигмоидальная) кривая представляет собой модифицированную геометрическую прогрессию, в которой возрастание затухает по мере приближения к определенному пределу. Наконец, гиперболы характерны для тех случаев, когда в начальной стадии абсолютные уровни показателя резко сокращаются, а на последующих этапах этот процесс сокращения постепенно затухает.

**Авторегрессионные модели.** Адаптивные модели прогнозирования - это модели, способные приспосабливать свою структуру и параметры к изменению свойств моделируемого процесса. Как и в трендовых моделях, основным фактором в адаптивных моделях является время, но наблюдениям (уровням ряда) придаются различные веса в зависимости от силы их влияния на текущий уровень ряда. Это позволяет учитывать изменения в тенденции ряда, а также колебания.

Все адаптивные, модели основаны на двух схемах: скользящего среднего и авторегрессии. В моделях скользящего среднего текущий уровень является средневзвешенной суммой всех предыдущих уровней, причем весовые коэффициенты убывают по мере удаления от текущего уровня. Такие модели хорошо отражают изменение тенденции, но не позволяют отражать колебания. В авторегрессионных моделях для расчета текущего уровня используются не все, а только несколько последних значений ряда, при этом значения весовых коэффициентов определяются не их близостью к моделируемому уровню, а теснотой связи между уровнями.

Наиболее часто для краткосрочного прогнозирования изменяющихся процессов используется адаптивная модель Брауна. Она позволяет отображать развитие линейной или параболической тенденции, а также рядов без тенденции. Соответственно различают модели нулевого (наивная), первого или второго порядков вида:

X (t+*l*) =a0;

X (t+ *l*) =а0+a1 *l*; (3.26)

X (t+ *l*) =ао+а1 *l* +а2 *l* 2 ,

где t - текущее время;

*l* -время упреждения.

Порядок модели определяется априорно из предварительного анализа временного ряда и законов развития прогнозируемого процесса.

Модель первого порядка строится следующим образом.

1.По нескольким первым точкам методом наименьших квадратов найдем значения параметров $a\_{0}$,$a\_{1}$ линейной модели (или зададим их):

Хk(t)=ао+а1t. (3.27)

2.Используя найденные параметры, найдем прогнозное значение на следующем шаге:

Хk(t+ *l*)= ао(t)+ а1(t) *l*, *l* =1. (3.28)

3.Найдем ошибку прогнозирования:

e(t+ *l*)=X(t+ *l*)-X*l*(t+ *l*). (3.29)

4.В соответствии с ошибкой изменим значения параметров модели:

а0(t+1)= а0(t)+a1(t)+(1-β)2e(t); (3.30)

а1(t+1)= а1(t)+(1-β)2e(t),

где β-коэффициент дисконтирования данных, 0< β<1.

5.По модели с исправленными параметрами найдем прогноз и вернемся к п.3, если t<n (т.е. время обучения модели еще не завершилось), при t≥n , будем использовать полученное значение как прогнозное, не изменяя параметров модели.

6.Дополним точечный прогноз интервальным:

ΔX=$t\_{α}S\_{x}\sqrt{1+\frac{1}{n}+\frac{3(n+2l-1)^{2}}{n(n^{2}-1)}}$ , (3.31)

где $t\_{α}$– значение критерия Стьюдента;

Sx - среднеквадратичное отклонение прогнозируемого показателя; n - число наблюдений ряда.

**Метод наименьших квадратов.** Для однозначного определения прямой наилучшего приближения чаще всего применяется метод наименьших квадратов.

Уравнение прямой приближения имеет вид Y=аX+b. Параметр b называется свободным членом, а а -угловым коэффициентом. Напомним, что угловой коэффициент показывает величину, на которую изменяется значение Y при увеличении X на единицу. Нашей целью будет определение значений а и b.

Метод наименьших квадратов позволяет подобрать такие значения коэффициентов, чтобы сумма квадратов ошибок (расстояний) была наименьшей из всех возможных.

С помощью несложных вычислений для нахождения значений а и b могут быть получены специальные алгебраические выражения. На рис.3.8 приведена диаграмма рассеяния.

Y

Yi  δi

 0 Xi X

Рис.3.8. Диаграмма рассеяния данных ряда

Для каждого Xi соответствует точка Yi (рис.3.8)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| X1, Y1 |  | (3.32) |
| X2, Y2 |
| …………. |
| Xn, Yn |

Требуется найти уравнение прямой

Y=aX+b, (3.33)

наилучшим образом согласующейся с данными ряда.

Пусть нашли такую прямую. Обозначим i расстояние опытной точки от этой прямой (измеренное параллельно оси Y).

Из уравнения (3.33) следует, что

$δ\_{i}$= Yi -aXi-b. (3.34)

Чем меньше числа $δ\_{i}$по абсолютной величине, тем лучше подобрана прямая (3.33).В качестве характеристики точности подбора прямой (3.33) можно принять сумму квадратов

S=$\sum\_{i=1}^{n}δ\_{i}^{2}$ (3.35)

Рассмотрим как можно подобрать прямую (3.33) так, чтобы сумма квадратов S была минимальной. Из уравнений (3.34) и (3.35) получаем:

S= $\sum\_{i}^{n}(Y\_{i}-aX\_{i}-b)^{2}$ . (3.36)

Условия минимума S будут

$\frac{∂S}{∂a}$=-2$\sum\_{i=1}^{n}(Y\_{i}-aX\_{i}-b)X\_{i}$=0 (3.37)

$\frac{∂S}{∂a}$=-2$\sum\_{i=1}^{n}(Y\_{i}-aX\_{i}b)$=0 . (3.38)

Уравнения (3.37) и (3.38) можно записать в таком виде:

$\sum\_{i=1}^{n}Y\_{i}X\_{i}=a\sum\_{i=1}^{n}X\_{i}^{2}+b\sum\_{i=1}^{n}X\_{i}$ (3.39)

$\sum\_{i=1}^{n}Y\_{i}=a\sum\_{i=1}^{n}X\_{i}+nb$ . (3.40)

Из уравнений (3.39) и (3.40) легко найти а и b по опытным значениям и Yi. Прямая (3.33), определяемая уравнениями (3.39) и (3.40), называется прямой, полученной по методу наименьших квадратов (этим названием подчеркиваем то, что сумма квадратов S имеет минимум). Уравнения (3.39) и (3.40), из которых определяется прямая (3.33), называются нормальными уравнениями.

Можно указать простой и общий способ составления нормальных уравнений. Используя точки (3.32) и уравнение (3.33), можно записать систему уравнений для а и b

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Y1=aX1+b |  | (3.41) |
| Y2=aX2+b |
| …………. |
| Yn=aXn+b  |

Умножим левую и правую части каждого их этих уравнений на коэффициент при первой незвестной а (т.е. на X1,X2,…., Xn) и сложим полученные уравнения, в результате получится первое нормальное уравнение (3.39).

Умножим левую и правую части каждого из этих уравнений на коэффициент при второй неизвестной b, т.е. на 1, и сложим полученные уравнения, в результате получится второе нормальное уравнение (3.40).

 Этот способ получения нормальных уравнений является общим он пригоден, например, и для функции

Y=a0+a1X+a2X2+….anX2 . (3.42)

Естественно, что здесь получится система из n+1 нормального уравнения для определения величин а0, а1,а2…,аn.

Рассмотрим частный случай применения метода наименьших квадратов. Пусть из теории известно, что

k=Y/X (3.43)

есть величина постоянная и ее нужно определить по данным (3.32).

Систему уравнений для k можно записать:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Y1/X1 |  | (3.44) |
| Y2/X2 |
| …………. |
| Yn/Xn |

Для получения нормального уравнения умножим каждое из этих уравнений на коэффициент при неизвестной k, т.е. на 1, и сложим полученные уравнения

$k\_{n}$=$\sum\_{i=1}^{n}\frac{Y\_{i}}{x\_{i}}$ . (3.45)

Отсюда

$k\_{n}$=$ \frac{1}{n}\sum\_{i=1}^{n}\frac{Y\_{i}}{x\_{i}}$ . (3.46)

Следовательно, среднее арифметическое, полученное из опытных отношений и, даёт решение поставленной задачи по методу наименьших квадратов. Это важное свойство средней арифметической объясняет ее широкое применение в практике обработки опытных данных.

Дадим оценку точности метода для линейного случая, когда имеет место уравнение (3.33).

Пусть значения Xi являются точными, а значения Yi имеют случайные ошибки с одинаковой дисперсией σ2 для всех i.

Введем обозначение:

$S\_{x}^{2}= \frac{1}{n}\sum\_{i=1}^{n}(X\_{i}+\hat{X})^{2}$, (3.47)

тогда решения уравнений (3.39) и (3.40) можно представить в виде:

а =$ \frac{1}{nS\_{x}^{2}}\sum\_{i=1}^{n}Y\_{i}(X\_{i}-\overline{X})$ (3.48)

b =$ \frac{1}{nS\_{x}^{2}}\sum\_{i=1}^{n}Y\_{i}(\overline{z}-X\_{i}\overline{X})$ (3.49)

z =$ \frac{1}{n}\sum\_{i=1}^{n}X\_{i}^{2}$ . (3.50)

Из уравнения (3.48) находим:

$σ\_{a}^{2}$=$ \frac{1}{n^{2}S\_{x}^{4}}\sum\_{i=0}^{n}σ^{2}(X\_{i}-\overline{X})^{2}=\frac{σ^{2}}{nS\_{x}^{2}}$. (3.51)

Аналогично из уравнения (3.49) получаем:

$σ\_{a}^{2} $= $\frac{1}{n^{2}S\_{x}^{4}}\sum\_{i=1}^{n}σ^{2}(\overline{z}-X\_{i}\overline{X}) ^{2}= \frac{σ}{n^{2}S\_{x}^{4}} \sum\_{i=1}^{n}(n\overline{z^{2}}- 2\overline{z}\overline{X}\sum\_{i=1}^{n}X\_{i }+\overline{X\_{i}^{2}}\sum\_{i=1}^{n}X\_{i}^{2})= =\frac{1}{n^{2}S\_{x}^{4}}\sum\_{i=1}^{n}n\left(\overline{z}^{2}-\overline{z}\overline{X^{2}}\right)=\frac{σ^{2}z}{nS\_{x}^{2} }$, (3.52)

так как

$\overline{z }= \overline{X^{2}}+S\_{x}^{2}$. (3.53)

Из уравнений (3.52) и (3.53) находим

$σ\_{b}^{2}$=$ \frac{σ^{2}}{ n} $(1+$ \frac{\overline{x}^{2}}{S\_{x}^{2}}$). (3.54)

Уравнения (3.51) и (3.54) дают оценку точности коэффициентов, определенных по уравнениям (3.39) и (3.40).

Заметим, что коэффициенты а и b коррелированны. Путем простых преобразований находим их корреляционный момент:

$K\_{ab}= - \frac{σ^{2}\overline{X}}{nS\_{x}^{2}}$ . (3.55)

Уравнения (3.51), (3.54) и (3.55) позволяют найти оценку для ошибки Y, которую дает уравнение (3.33) в произвольной точке X, если коэффициенты а и b найдены по уравнениям (3.39) и (3.40). Из уравнений (3.33), (3.51), (3.54) и (3.55) находим:

$σ\_{Y}^{2}=x^{2}σ\_{a}^{2}+σ\_{b}^{2}+2xK\_{ab}=\frac{σ^{2}}{ns^{2}X}\left[\left(X-\overline{X}\right)^{2}+S\_{x}^{2}\right]$ (3.56)

На основании уравнений (3.51), (3.54) и (3.56) можно сделать следующие выводы:

1.Точность коэффициентов а и b тем выше, чем больше Sx, т.е. чем больше рассеивание точек на оси Х.

2.Точность коэффициента b тем выше, чем меньше $\overline{X}$.

3.Ошибка уравнения (3.33) наименьшая в точке, где $X$=$ \overline{X}$, и наибольшая в точках, где величина $\left[X-\overline{X}\right]$- имеет наибольшее значение.

Вопросы для самопроверки.

1.Дайте характеристику формализованных методов прогнозирования.

2.Дайте общую характеристику методов экстраполяции.

3.Дайте общую характеристику методов математического моделирования.

4.Дайте характеристику метода простой экстраполяции.

5.Дайте характеристику метода скользящих средних.

6.Дайте характеристику метода экспоненциального сглаживания.

7.Дайте характеристику метода экстраполяции трендов.

8.Дайте характеристику метода авторегрессии.

9.Дайте характеристику метода наименьших квадратов.

**3.3. Методы математического моделирования**

• **Регрессионный анализ.**

Сложный характер экономических процессов ставит задачу отбора наиболее существенных факторов, оказывающих влияние на исследуемые показатели. Таких факторов достаточно много ввиду усложнения и неоднозначности экономической динамики. Тренды и уравнения парной регрессии имеют ограниченные возможности.

Для решения этих задач в регрессионном анализе при наличии достаточного числа наблюдений применяются многофакторные модели, или уравнения множественной регрессии.

Они позволяют детально исследовать взаимозависимость признаков, их соподчиненность и силу корреляционного взаимодействия.

Множественная корреляция исследует стратегическую зависимость результативного признака от нескольких факторных признаков.

В регрессивном анализе изучается зависимость переменной Y от одной или нескольких переменных Хı,….,Хκ. Переменную Y называют результативным признаком (функцией отклика или объясняемой переменной), а Хı,…., Хκ – факторными признаками. Основная задача регрессивного анализа – установление формы зависимости между ними и анализ достоверности модельных параметров этой зависимости.

Для определения аналитического вида формулы вычисления Y выполняется несколько шагов.

На первом шаге, идентифицируются переменные Хı,…., Хκ, от которых зависит Y, т.е. определяют те существенные факторы, которые воздействуют на этот показатель. Символически это факт записывается так:

Y= f (Хı,… Хκ) . (3.57)

На втором шаге требуется спецификация формы связи между Y и Хı,…., Хκ, т.е. определение вида функции f. Основой определения вида функции являются содержание решаемой задачи, результаты наблюдений за поведением показателя относительно изменения факторов на основе статистических данных. Например, наблюдаемые значения (Xj, Yj), приведенные на рис. 3.9(а) характеризуют линейную форму зависимости Y=a+bX, а на рис.3.9. (б), полиноминальную форму зависимости Y=а+bıX+b2X² .

Y Y

 (Xj,Yj) (Xj,Yj

1. X 0 X

 а) б)

Рис.3.9. Примеры эмпирических зависимостей

Будем считать, что на втором этапе определена линейная зависимость между показателем Y и факторами Хı,… Хκ:

Y= а +$ b\_{1}X\_{1}+…+b\_{k}X\_{k}.$ (3.58)

Далее на третьем шаге определяются конкретные значения параметров а, bı,… bk на основе статистических данных о наблюдениях значений Y, Xı,… Xk.

Линейные зависимости наиболее просты для исследований, однако в ряде случаев к виду можно привести и нелинейные зависимости с помощью логарифмирования, введения обратных величин и других приемов. Рассмотрим некоторые приемы линеаризации в случае двух переменных.

Функция гиперболического вида:

Y= а +b\*1/ X. (3.59)

Введем новую переменную Z=1/Х. Тогда соотношение становится линейным относительно Y и Z:

Y=abZ .

Функции степенного и показательного видов:

Y = аXb ,Y = аeb x  . (3.61)

Прологарифмируем обе части каждого соотношения:

lnY=ln а +blnX, lnY=ln а +bX . (3.62)

Введем новые обозначения U=lnY, V=lnX получаем линейные соотношения

U=ln а +bV (относительно U, V) ; (3.63)

U=ln а +bX (относительно U, X) . (3.64)

Однако формализация вида (3.38)не всегда оказывается адекватной целям, связанным с измерениям в экономике. Поэтому в соотношение вводится дополнительно член Е:

Y= а +b1X1 +…+bk Xk+E (3.65)

Уравнение называется линейным уравнением регрессии Y на X1 ,…, Xk.

Если мы имеем выборку {Yi , Хli ,…,Xki}, i=1,…,n, из n наблюдений над переменными Y, X1 ,….Xk, то модель (3.65) можно переписать в виде:

Y1= а +b1X11+…+bkXk1+E1,

Y2= а +b2X12+…+bkXk2+E2,

……………………………

Yn= а +b1X1n+…+bkXkn+En, (3.66)

где неизвестными являются параметры а, bl,… bk и возмущения E1 ,…,En.

Оценка неизвестных параметров уравнения с помощью наблюдаемых значений переменных Y, X1,…...,Xk относится к задачам линейного регрессионного анализа.

Замена функциональной зависимости (3.58) зависимостью (3.66) обосновывается следующими причинами:

-нехватка или отсутствие информации о факторах;

-исключение факторов, имеющих слабое влияние на показатель Y;

-неточности при моделировании, оказывающие влияние на общее значение Y;

-ошибки наблюдения или измерения факторов X1,……, Xk и показателя Y.

Анализ модели многомерной регрессии проводиться аналогично анализу простой линейной регрессии. Пакеты статистических программ позволяют получить оценки по методу наименьших квадратов для параметров модели, оценки их стандартных ошибок, а также значение t- статистики, используемой для проверки значимости отдельных слагаемых регрессионной модели, и величину F - статистики, служащей для проверки значимости регрессионной зависимости. Вычисление указанных значений вручную при многомерном регрессионном анализе крайне непрактично - подобные вычисления следует проводить только с помощью компьютера.

Как будет выглядеть компьютерная распечатка результатов и как можно интерпретировать эти результаты? Прежде всего, мы приведем краткий обзор входных данных и основных результатов.

Пусть k означает количество поясняющих переменных (Х- переменных).

Сдвиг, или постоянный член а, определяет прогнозируемое значение Y, когда все переменные X равны 0. Коэффициент регрессии для каждой X-переменной определяет влияние этой Х - переменной на Y при условии, что все остальные Х-переменные не меняются: коэффициент регрессии bj для j-й Х-переменной указывает, какое увеличение Y ожидается, когда все X-переменные остаются неизменными, за исключением переменной Х j,которая увеличивается на одну единицу. Взятые вместе эти коэффициенты регрессии составляют уравнение прогнозирования, или уравнение регрессии, Y= а+ bi Xi +b2X2+….+bkXk , которое можно использовать в целях прогнозирования. Эти коэффициенты обычно вычисляются методом наименьших квадратов, который минимизирует сумму квадратов ошибок прогнозирования. Ошибки прогнозирования, или остатки, определяются как Y - (прогнозируемое значение Y).

Стандартная ошибка оценки, указывает приблизительную величину ошибок прогнозирования. R2 является коэффициентом детерминации, который указывает, какой процент вариации Y «объясняется» всеми Х-переменными.

Речь идет не просто о квадрате коэффициента корреляции Y с одной Х - переменной, a о квадрате коэффициента корреляции r переменной Y (фактических значений) с прогнозами (которые вычисляются с помощью уравнения регрессии, найденного методом наименьших квадратов). Такой показатель учитывает все Х-переменные.

Статистический вывод начинается с общей проверки, которую называют F-тестом (F-test) или F-статистикой (F-статистика). Цель F-теста заключается в том, чтобы выяснить, объясняют ли Х-переменные значимые доли вариации Y. Если регрессия оказывается значимой, можно продолжить анализ статистических выводов, используя t- статистику для отдельных коэффициентов регрессии, которые показывают, насколько значимой является влияние той или иной Х-переменной на Y при условии, что все другие Х-переменные остаются неизменными. Построение доверительных интервалов и проверки гипотез для отдельного коэффициента регрессии будут, конечно же, основываться на его стандартной ошибке. Каждый коэффициент регрессии имеет свою стандартную ошибку; они обозначаются Sb1, Sb2,…., Sbk

В таблице 3.2. приведен перечень возможных результатов множественного регрессионного анализа.

Статистический вывод начинается с F-теста, целью которого является выяснение, объясняют ли Х-переменные значимую часть вариации Y. Если этот тест значим, то связь существует и можно приступать к ее исследованию и объяснению. Если этот тест незначим, то имеется набор не связанных между собой случайных чисел.

Выполнить F-тест проще всего, отыскав в результатах работы компьютерной программы подходящее р-значение и интерпретировав результирующий уровень значимости. Если р-значение больше, чем 0,05, то полученный результата не является значимым. Если же это р-значение меньше, чем 0,05, то полученный результата является значимым. Если р<0,01, тогда полученный результата является высоко значимым, и т.д.

Ещё один способ выполнения F-теста заключается в сравнении значения R2  (процент вариации Y, который объясняется Х-переменными) со значениями из таблицы критических значений R2 для подходящего уровня тестирования (например, 5%). Если, значение R2 оказывается достаточно большим, тогда регрессия считается значимой, т.е. удалось объяснить больше, чем просто случайную величину вариации Y. Эта таблица индексирована по n (количество наблюдений) и k (количество Х-переменных).

Таблица 3.2.

Результаты множественного регрессионного анализа

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Название | Результат | Описание |
| Сдвиг или постоянный член | а | Прогнозируемое значение для Y, когда все значения Х-переменных равны 0 |
| Коэффициенты регрессии | b1, b2….. bk | Влияние каждой Х-переменой на Y-при условии, что все другие Х-переменные остаются неизменными |
| Уравнения прогнозирования, или уравнение регрессии | Прогнозируемое значениеY= а+b1X1+b2X2+ ….+bkXk | Прогнозируемое значение Y при заданных значениях Х- переменных |
| Стандартная ошибка оценки | Sе или S | Приблизительно величина ошибок прогнозирования (типичная разница между фактических значением Y и его прогнозом исходя из уравнений регрессии) |
| Коэффициент детерминации | R2  | Процент изменчивости Y, объясняемый всей группой Х-переменных |
| F-тест | Значимый или незначимый | Проверяет, может ли прогноз на основе Х-переменных как группы быть лучше прогноза на основе простой случайности; по сути проверяет, является ли R2 большим, чем в случае отсутствия взаимосвязи между Х-переменными и Y |
| t-тесты для отдельных коэффициентов регрессии | Значимый или незначимый для каждой Х-переменной  | Проверяет, влияет ли на Y конкретная Х-переменная при условии, что все другие Х-переменные остаются неизменными; эту проверку выполняют только тогда, когда F-тест значим  |
| Стандартные ошибки коэффициентов регрессии | $$S\_{b\_{1}},S\_{b\_{2}},……,S\_{b\_{k}}$$ | Указывает выборочную оценку стандартного отклонения каждого коэффициента регрессии; используется обычным способом для нахождения доверительных интервалов и проверки гипотез для отдельных коэффициентов регрессии |
| Число степеней свободы для стандартных ошибок коэффициентов регрессии | n-k-1 | Используется, чтобы найти в t-таблице соответствующее значение для построения доверительных интервалов и проверки гипотез для отдельных коэффициентов регрессии |

Традиционный способ выполнения F-теста интерпретировать несколько сложнее, но он всегда дает тот же результат, что и таблица критических значений R2. F-тест, как правило, выполняется путем вычисления F- статистики и сравнения ее с критическим значением из F-таблицы для соответствующего уровня тестирования. При этом используются два разных числа степеней свободы: число степеней свободы числителя k (количество Х-переменных, предназначенных для объяснения Y) и число степеней свободы знаменателя n-k-1 (мера случайности остатков после оценивания k+1коэфициентов а, b1, b2,…, bk.).

В то же время F-статистика является излишним усложнением, поскольку значение R2 можно проверить непосредственно. Более того, R2 имеет более непосредственную интерпретацию, F-статистика, поскольку R2 говорит о той части вариации Y, которая учитывается (или объясняется) Х-переменными, тогда как F не имеет столь простой и непосредственной интерпретации в терминах исходных данных. Какой бы подход – F или R2 не использовался, ответ (о значимости или не значимости) всегда будет одним и тем же на любом уровне тестирования.

Если F-тест является значимым, то известно, что одна или несколько Х-переменных могут быть полезны в прогнозировании Y и, следовательно, можно продолжать анализ с помощью t-тестов для отдельных коэффициентов регрессии с целью, выяснить, какие именно из X-переменных действительно полезны. Эти t-тесты определяют, оказывает ли значимое влияние на Y та или иная Х-переменная, если все другие Х-переменные остаются при этом неизменными.

Если же F-тест не является значимым, то использовать t-тесты для отдельных коэффициентов регрессии нельзя. В редких случаях эти t-тесты могу быть значимыми даже тогда, когда F-тест не является значимым. При этом F-тест считается более важным и необходимо делать вывод о том, что все коэффициенты являются незначимыми. Поступив иначе, вы повысите ошибку I рода выше объявленного уровня (например, 5%).

t-тест для каждого коэффициента основан на оценке коэффициента регрессии и его стандартной ошибке и использует критическое значение из F-таблицы для n-k-1 степеней свободы. Доверительный интервал для какого-либо конкретного коэффициента регрессии в генеральной совокупности (например, j-го-bj) определяется обычным способом: от bj –t $S\_{b\_{j}}$до bj +t$S\_{b\_{j}}$, где t берётся из t-таблицы n-k-1 степеней свободы.

t-тест является значимым, если заданное значение 0 (указывающее на отсутствие влияния) не попадает в этот доверительный интервал. Здесь нет ничего нового: это обычная процедура для двустороннего тестирования.

В результате t-теста для b необходимо принять решение, оказывает ли Хj значимое влияние на Y в исследуемой совокупности, когда все другие Х-переменные остаются неизменными. В этом случае речь не идёт о корреляции между Xj и Y, когда игнорируется все остальные Х-переменные. Скорее, это проверка влияние Хj на Y после внесения поправки на все остальные факторы.

Поскольку все коэффициенты регрессии b1,…, bк могут быть выражены в разных единицах измерения, непосредственное их сравнение весьма затруднительно: небольшой коэффициент может на самом деле оказаться более важным, чем большой. Стандартизированные коэффициенты регрессии позволяют решить эту проблему за счет представления коэффициентов регрессии в терминах единого множества имеющих статистический смысл единиц измерения, что позволяет по крайней мере попытаться проводить сравнение.

Коэффициент регрессии bi указывает влияние изменения Хi на переменную Y, когда все другие Х-переменные остаются неизменными. Коэффициент регрессии bi измеряется в единицах измерения Y на одну единицу измерения Хi..Если, например, Y представляет собой объем продаж в денежном выражении, а Хi – количество торгового персонала, то bi выражается в количестве рублей (объем продаж) на одного человека. Допустим, что следующий коэффициент регрессии, b2 выражается в количестве рублей (объем продаж) на суммарный километраж рабочих поездок торговых представителей предприятия. Непосредственное сравнение b1 и b2 не позволит нам ответить на вопрос, какой из этих двух факторов (уровень торгового персонала или командировочные расходы предприятия) оказывает большее влияние на объем продаж, потому что разные единицы измерения (рубли на человека и рубли на километр) непосредственно сравнивать нельзя.

Стандартизированный коэффициент регрессии, который вычисляется путем умножения коэффициента регрессии bi на Sхi  и деления полученного Sxi  произведения на SY, представляет собой ожидаемое измерение Y (в стандартизованных единицах SY), вызвано увеличением Хi на одну соответствующую стандартизированную единицу (т.е. Sхi), когда все другие Х-переменные остаются неизменными. Абсолютные значения стандартизированных коэффициентов регрессии можно сравнивать, получая при этом некоторое представление об относительной важности соответствующих переменных. Каждый стандартизированный коэффициент регрессии измеряется в единицах стандартных отклонений Y на одно стандартное отклонение Хi. Это обычные выборочные стандартные отклонения для каждой переменной. Использование таких единиц вполне естественно, поскольку они создают шкалу измерений, соответствующую фактической вариации каждой переменной в совокупности данных.

Абсолютные значения стандартизированных коэффициентов регрессии можно сравнивать друг с другом, что позволяет получить грубое представление о важности соответствующих переменных. Ещё раз следует подчеркнуть. Что эти результаты не являются идеальными, поскольку взаимосвязи между Х-переменными могут сделать принципиально невозможным выяснение того, какая из Х-переменных в действительности «отвечает» за поведение переменной Y.

Следует отменить, что более детальное исследование многомерных регрессионных модулей, а также анализ результатов требует введения и рассмотрения ряда новых, достаточно сложных математических понятий, выходящих за рамки учебной программы для экономистов. Более глубокое изучение многомерных регрессивных модулей можно почерпнуть в специальной литературе по математической статистике.

* **Метод группового учёта аргументов (МГУА).**

Применение МГУА нашел в самых различных областях знания, использующих прогнозирование. Ранее считалось, что точность модели можно повысить исключительно за счет учета большого количества исследуемых факторов. Но такой подход требует все большего периода рассмотрения статистических данных, что часто очень затруднительно. Да и количество структурных элементов модели ограниченно.

В настоящее время для конкретных задач прогнозирования используется так называемый метод группового учета аргументов (МГУА), представляющих собой дальнейшее развитие метода регрессионного анализа. Он основан на использовании принципа внешнего дополнения.

Схема метода базируется на теореме Вейерштрасса о том, что любую непрерывную функцию можно как угодно точно представить полиномом. Пусть имеются исходные данные (табл.3.3.).

Таблица 3.3.

Исходные данные

|  |  |
| --- | --- |
| ПоказателиY | Факторы |
| Хi X2,…,Xn |
| y1……………….ym | x11, x12 ,…, xln……………………………………xm1 xm2 ,…,xmn |

Задача заключается в определении зависимости:

Y= F (X1, X2,…,Xn) . (3.67)

Для этого можно воспользоваться полиномом Колмогорова-Габора:

$Y=a\_{0}+\sum\_{n=1}^{n}a\_{i}X\_{i}+\sum\_{i-1}^{n}\sum\_{j=1}^{n}a\_{ij}X\_{i}X\_{j}+\sum\_{i=1}^{n}\sum\_{j=1}^{n}\sum\_{k=1}^{n}a\_{ijk}X\_{i}X\_{j}X\_{k}+…$(3.67а)

Известно,что при увеличении степени этого полинома точность приближения им функции F(X) возрастает, а потом убывает. В момент, когда точность максимальна, процесс усложнения полинома заканчивается.

Количество точек экспериментов может быть значительно меньше количества членов полинома.

На первом этапе выбирается опорная функция. Чаще используется зависимости вида:

1. Y = $a\_{0}+a\_{1}X\_{i}X\_{j}$ (3.68)
2. Y = $a\_{0}+a\_{1}X\_{i}+a\_{2}X\_{j}$
3. Y = $a\_{0}+a\_{1}X\_{i}+a\_{2}X\_{j}+a\_{3}X\_{i}X\_{j}$
4. Y = $a\_{0}+a\_{1}X\_{i}+a\_{2}X\_{j}+a\_{3}X\_{i}^{2}+$ $a\_{4}X\_{j}^{2}+$ $a\_{3}X\_{i}X\_{j}$

Для функции (1) необходимы данные хотя бы трёх экспериментов, для (2)-4, для (3)-5, для (4)-7, так как для определения коэффициентов используется метод наименьших квадратов (МНК). Обозначим Yk=F (Xi, Xj), где F- одна из указанных зависимостей.

Следующим шагом будет определение МНК коэффициентов уравнений (3.68):

Y1 = f(X1, X2), Y2 = f(X1, X3), …Yk = f(X1, Xn), Yk+1 = f(X2, X3),…,Yр = f(Xn-1, Xn), где р = $C\_{n}^{2}$. Объяснить, почему p такое, можно исходя из следующих соображений. Всевозможные пары индексов составляют матрицу (табл.3.4). Те пары индексов, которые мы используем, образуют верхнедиагональную матрицу.

Таблица 3.4

Всевозможные пары индексов

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| (1,1) | (1,2) | (1,3) | (1,4) | … | (1,n-1) | (1,n) |
| (2,1) | (2,2) | (2,3) | (2,4) | … | (2,n-1) | (2,n) |
| (3,1) | (3,2) | (3,3) | (3,4) | … | (3,n-1) | (3,n) |
| … | … | … | … | … | … | … |
| (n,1) | (n,2) | (n,3) | (n,4) | … | (n,n-1) | (n,n) |

Количества элементов в ней n(n-1)/2= $C\_{n}^{2}$

После того, как все зависимости Yi  i=идентифицированы, по внешнему критерию отбирают лучшие, обычно 40-60%. Т.е зависимости, которые остались, перенумеровываем и получаем Y1, Y2 ,…. Ys, где s- количество отобранных зависимостей. Первый шаг селекции закончен.

На следующем шаге с помощью МНК определяем коэффициенты таких зависимостей:

Z1 = f(Y1, Y2), Z2 = f(Y2, Y3), …., Zr = f(Ys-1, Ys), r = $C\_{s}^{2}$

Дальнейшая процедура аналогична вышеизложенной. Если значение внешнего критерия улучшается, то селекция продолжается, в противном случае модель оптимальной сложности получена.

Опишем внешние критерии, которые базируются на принципе внешнего дополнения. Этот принцип после работ А.Н.Тихонова, В.И.Иванова получил название принципа регуляризации. В зависимости от типа задачи А.Г.Ивахненко предложил рассматривать такие критерии: регулярности, несмещенности и баланса переменных. Известны два критерия регулярности:

-минимум среднеквадратической ошибки на новых точках отдельной проверочной последовательности;

-максимум коэффициента корреляции на тех же точках. Рассмотрим процедуру их применения. В качестве исходных данных имеем выделенную часть таблицы 3.5.

Разделим её на 2 части (примерно 60% на 40%) m=sp+k, где s - количество точек экспериментов в первой (обучающей) выборке, k - во второй (контрольной). Величина s должна быть меньше числа слагаемых в опорной функции F(Х). На элементах обучающей выборки находим коэффициенты зависимостей (3.68). Так, например, y21=f(X21, X22). Далее рассматриваем значение ошибок на элементах контрольной выборки

$e\_{i}=\frac{1}{k} \sum\_{j=i+1}^{m}(Y\_{j}-y\_{ij})^{2},i$ = $\overline{1s}$ . (3.69)

Таблица 3.5.

Выделенная часть исходных данных

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| X1 | X2 | … | Xn | Y | Y1 | Y2 | … | YP |
| X11 | X12 | … | X1n | y1 | y11 | y12 | … | y1p |
| X21 | X22 | … | X2n | y2 | y21 | y22 | … | y2p |
| … | … | … | … | … | … | … | … | … |
| Xm1 | Xm2 | … | Xmn | ym | ym1 | ym2 | … | ymp |

Упорядочиваем Yi по возрастанию ошибок ei и оставляем левые q функций. После перенумерации они составят значения функций следующего ряда селекции. Условия окончания итераций не «канонизированы» и могут быть, например, такими:

-среднее значение ошибки для следующего ряда селекции больше значения ошибки для предыдущего ряда;

-минимальное значение ошибки следующего ряда больше минимального значения ошибки предыдущего ряда;

-максимальное значение ошибки следующего ряда больше максимального значения ошибки предыдущего ряда;

-модуль отклонения ошибок следующего и предыдущего ряда меньше некоторого числа *l* >0.

При реализации прогнозов важно установить критерий качества полученных прогнозных результатов в зависимости от глубины прогнозирования. Так, для краткосрочного прогноза в качестве критерия предлагается использовать критерий регулярности - величину среднеквадратической ошибки, определяемой на точках проверочной последовательности, не участвующей в получении оценок коэффициентов. Для среднесрочных прогнозов предлагается использовать критерий несмещенности как более эффективный. При наличии информации об изменении взаимосвязанных переменных появляется возможность использовать критерий, который является одним из наиболее эффективных при долгосрочном прогнозировании, именно критерий баланса переменных, т.е. минимизация суммы квадратов рассогласований самих значений промежуточных переменных и их модельных представлений. Данный критерий определяет «жесткость», неизменность структуры исследуемого объекта.

* **Теория распознавания образов.**

В настоящее время широко используются для прогнозирования методы теории распознавания образов. Непосредственно с использованием этой теории решается комплекс задач, имеющих важное значение в прогнозировании.

Образ - классификационная группировка в системе классификации, объединяющая (выделяющая) определенную группу объектов по некоторому признаку.

Восприятие мира - одно из свойств мозга, позволяющее разобраться в потоке информации и сохранять ориентацию о внешнем мире. Воспринимая внешний мир, мы всегда производим классификацию воспринимаемых ощущений, т.е. разбиваем их на группы похожих, но не тождественных явлений.

Способность восприятия внешнего мира в форме образов позволяет с определенной достоверностью узнавать бесконечное число объектов на основании ознакомления с конечным их числом, а объективный характер основного свойства образов позволяет моделировать процесс их распознавания. Будучи отражением объективной реальности, понятие образа столь же объективно, как и сама реальность, а поэтому это понятие может быть само по себе объектом специального исследования.

Круг задач, которые могут решаться с помощью распознающих систем, чрезвычайно широк. Сюда относятся не только задачи распознавания зрительных и слуховых образов, но и задачи распознавания сложных процессов и явлений, возникающих, например, при выборе целесообразных действий руководителем предприятия или выборе оптимального управления технологическими, экономическими, транспортными или военными операциями. В каждой из таких задач анализируются некоторые явления, процессы, состояния внешнего мира, всюду далее называемые объектами наблюдения. Прежде чем начать анализ какого-либо объекта, нужно получить о нем определенную, каким-либо способом упорядоченную информацию. Такая информация представляет собой характеристику объектов, их отображение на множестве воспринимающих органов распознающей системы.

Но каждый объект наблюдения может воздействовать по-разному, в зависимости от условий восприятия. Например, какая-либо буква, даже одинаково написанная, может в принципе как угодно смещаться относительно воспринимающих органов. Кроме того, объекты одного и того же образа могут достаточно сильно отличаться друг от друга и, естественно, по-разному воздействовать на воспринимающие органы.

Каждое отображение какого-либо объекта на воспринимающие органы распознающей системы, независимо от его положения относительно этих органов, принято называть изображением объекта, а множества таких изображений, объединенные какими-либо общими свойствами, представляют собой образы.

При решении задач управления методами распознавания образов вместо термина «изображение» применяют термин «состояние». Состояние - это определенной формы отображение измеряемых текущих (или мгновенных) характеристик наблюдаемого объекта. Совокупность состояний определяет ситуацию. Понятие «ситуация» является аналогом понятия «образ». Но эта аналогия не полная, так как не всякий образ можно назвать ситуацией, хотя всякую ситуацию можно назвать образом.

Ситуацией принято называть некоторую совокупность состояний сложного объекта, каждая из которых характеризуется одними и теми же или схожими характеристиками объекта.

Выбор исходного описания объектов является одной из центральных задач проблемы распознавания. При удачном выборе исходного описания (пространства признаков) задача распознавания может оказаться тривиальной и, наоборот, неудачно выбранное исходное описание может привести либо к очень сложной дальнейшей переработке информации, либо вообще к отсутствию решения. Например, если решается задача распознавания объектов, отличающихся по цвету, а в качестве исходного описания выбраны сигналы, получаемые от датчиков веса, то задача распознавания в принципе не может быть решена.

Одним из методов решения задач обучения распознаванию образов основан на моделировании гипотетического механизма человеческого мозга. Структура модели заранее постулируется. При таком подходе уровень биологических знаний или гипотез о биологических механизмах является исходной предпосылкой, на которой базируются модели этих механизмов. Примером такого направления в теории и практике проблемы является класс устройств, называемых перцептронами. Нужно отметить, что персептроны на заре своего возникновения рассматривались только как эвристические модели механизма мозга. Впоследствии они стали основополагающей схемой в построении кусочно-линейных моделей, обучающихся распознаванию образов.

В наиболее простом виде перцептрон (Рис.3.9.) состоит из совокупности чувствительных (сенсорных) элементов (S-элементов), на которые поступают входные сигналы. S-элементы случайным образом связаны с совокупностью ассоциативных элементов (А-элементов), выход которых отличается от нуля только тогда, когда возбуждено достаточно большое число S-элементов, воздействующих на один А-элемент. А-элементы соединены с регулирующими элементами (R-элементами) связями, коэффициенты усиления (v) которых перемены и изменяются в процессе обучения.

Взвешенные комбинации выходов R-элементов составляют реакцию системы, которая указывает на принадлежность распознаваемого объекта определенному образу. Если распознаются только два образа, то в персептроне устанавливается только один R-элемент, который обладает двумя реакциями - положительной и отрицательной. Если образов больше двух, то для каждого образа устанавливают свой R-элемент, а выход каждого такого элемента представляет линейную комбинацию выходов А-элементов:

Rj=Qj + $\sum\_{i=1}^{n}v\_{ij}X\_{i}$ , (3.70)

где Rj- реакция j – го R-элемента; Хi- реакция i-го А-элемента; vij – вес связи от i-го А-элемента к j – му R-элементу; Qi – порог j-го R-элемента.

 А-элементы R-элементы

S-элементы

Рис.3.9. Структура перцептрона

Аналогично записывается уравнение i-го А-элемента:

$X\_{i}= Q\_{i}+ \sum\_{k=1}^{s}Y\_{k}$ (3.71)

Здесь сигнал Yk может быть непрерывным, но чаще всего он принимает только два значения: 0 или 1. Сигналы от S-элемента подаются на входы А-элементов с постоянными весами равными единице, но каждый А-элемент связан только с группой случайно выбранных S-элементов. Предположим, что требуется обучить перцептрон различать два образа V1 и V2. Будем считать, что в перцептроне существует два R-элемента, один из которых предназначен образу V1 , а другой - образу V2. Перцептрон будет обучен правильно, если выход R1 превышает R2, когда распознаваемый объект принадлежит образу V1 , а другой образец V2. Перцептрон будет обучен правильно, если выход R1, превышает R2, когда распознаваемый объект принадлежит образу V1 и наоборот. Разделение объектов на два образа можно провести и с помощью только одного R- элемента. Тогда объекту образа V1 должна соответствовать положительная реакция R-элемента, а объектам образа V2 –отрицательная. Перцептрон обучается путем предъявления обучающей последовательности изображения объектов, принадлежащих образам V1 и V2. В процессе обучения изменяются веса vi А-элементов. В частности, если принимается система подкрепления с коррекцией ошибок, прежде всего учитывается правильность решения, принимаемого перцептроном. Если решение правильно, то веса связей всех сработавших А-элементов, ведущих к R-элементу, выдавшему правильное решение, увеличивается, а веса несработавших А-элементов остаются неизменными. Можно оставлять неизменными веса сработавших А-элементов, но уменьшить веса несработавших. В некоторых случаях веса сработавших связей увеличивают, а несработавших - уменьшают. После процесса обучения перцептрон сам, без учителя , начинает классифицировать новые объекты.

Если перцептрон действует по описанной схеме и в нем допускаются лишь связи, идущие от бинарных S-элементов к А-элементам и от А-элементов к единственному R - элементу, то такой перцептрон принято называть элементарным α-перцептроном. Обычно классификация С(W) задается учителем. Перцептрон должен выработать в процессе обучения классификацию, задуманную учителем.

**Теорема 1.** Класс элементарных -перцептронов, для которых существует решение для любой задуманной классификации, не является пустым.

Смысл этой теоремы состоит в том, что для любой классификации обучающей последовательности можно подобрать такой набор (из бесконечного набора) А-элементов, в котором будет осуществлено задуманное разделение обучающей последовательности путем линейного решающего правила.

**Теорема 2.** Если для некоторой классификации С(W) решение существует, то в процессе обучения α-перцептрона с коррекцией ошибок, начинающегося с произвольного исходного состояния, это решение будет достигнуто в течение конечного промежутка времени.

Смысл этой теоремы состоит в том, что если относительно задуманной классификации можно найти набор А-элементов, в котором существует решение, то в рамках этого набора оно будет достигнуто в конечный промежуток времени.

Обычно обсуждают свойства бесконечного перцептрона, т.е. перцептрона с бесконечным числом А-элементов со всевозможными связями с S-элементами (полный набор А-элементов). В таких перцептронах решение всегда существует, а раз оно существует, то оно достижимо в α-перцептронах с коррекцией ошибок.

Важным приложением теории распознавания образов для получения прогнозов является описание и прогнозирование поведения какого-либо объекта.

Процедура прогнозирования на основе методов распознавания образов состоит в том, что выбираются классы , которые могут быть как диапазонами изменения некоторых параметров, так и определенными качественными характеристиками. По совокупности признаков, определяющих поведение объектов находится соответствие принадлежности каждого нового объекта (или объекта в будущем понятии времени) к определенному классу . Это позволяет дать прогноз состояния объекта или указать диапазон изменения параметров , характеризующих его на прогнозируемый период .

Так, исходный временной ряд, являющийся основой прогнозирования какого-либо процесса, может содержать в себе интервалы, внутри которых динамика характеризуется определенными отличными от других интервалов условиями. Естественно, эти интервалы на перспективу искажают полученный прогнозный результат. В этой связи возникает необходимость четкого выделения тех интервалов, для которых характерна однородная динамика. Решение этого вопроса эффективно реализуется с помощью методов теории распознавания образов.

Одной из важнейших проблем, возникающих при получении конкретных прогнозов, является оценка исходной информации. При прогнозировании развития сложной системы может быть описано с помощью многих различных показателей. Реализация прогнозов по всей совокупности этих показателей приводит к необходимости учитывать и взаимосвязи между ними, что подчас бывает весьма затруднительно. Ситуация облегчается, когда для реализации прогнозов используется аппарат распознавания образов и прогнозируются возможные варианты развития системы. В этой связи важной является задача определения качества исходной информации, т.е. рассматриваемых показателей, для возможного описания исследуемой системы.

Интересным является при построении прогнозных моделей использование сочетаний методов, например, регрессионного анализа и распознавания образов.

* **Нечеткие регрессионные модели.**

Экономика ставит перед наукой целый ряд проблем, часто неразрешимых при использовании самых современных методов классической математики.

Исследование экономических процессов в условиях неопределенности их развития требует создания эффективных методик, пригодных для оценки и прогнозирования результатов деятельности.

В настоящее время прогнозирование экономических процессов основывается на детерминированных связях и точных данных. Однако эти методы в условиях неоднозначно определенных показателей дают не всегда объективное решение, либо существенно усложняют его поиск.

Для решения подобных задач в условиях неопределенности можно использовать методы теории нечетких множеств.

Использование теории нечетких множеств позволяет расширить возможность методов прогнозирования. Используя теорию нечетких множеств можно построить нечеткие регрессионные модели для прогнозирования.

Процесс построения нечетких регрессионных моделей особо не отличается от процесса разработки обычных регрессионных моделей.

Сущность нечеткой регрессионной модели рассмотрим на примере линейной регрессионной модели. Пусть имеется ряд факторов, определяющих результативный показатель (табл.3.6).

Таблица 3.6.

Исходные данные наблюдений

|  |  |
| --- | --- |
| ПоказательY | Факторы |
| Х1, Х2….. Хn |
| Yn……..Ym | Х11, Х12….. Хln………………Хml, Хm2….. Хmn |

Задача состоит в том, чтобы определить функцию:

Y= F(Х1, Х2….. Хn)=α 0 + α 1X1+…+ α nXn , (3.72)

где α0, αl ,… αn – нечеткие симметричные доверительные тройки.

Каждый коэффициент можно представить в виде:

αi = (αi - Δ αi, αi, αi+Δ αi) , (3.73)

где αi – наиболее вероятное значение коэффициента;

Δ αi – ширина возможного изменения коэффициента.

При этих условиях функция Y при каждом наборе значений факторов от 1 до m также будет описываться в виде треугольного симметричного нечеткого числа, внутри которого должно располагаться искомое значение результата, соответствующее данному набору факторов.

Модель можно представить следующим образом:

$\left\{\begin{array}{c}\sum\_{i=1}^{n}\left(α\_{i }-∆ α\_{i}\right)X\_{ij}+\left(α\_{0}-∆ α\_{i}\right)\leq Y\_{j}, для каждого j=1,2…m\\\sum\_{i=1}^{n}\left(α\_{i }+∆ α\_{i}\right)X\_{ij}+\left(α\_{0}+∆ α\_{i}\right)>Y\_{j},для каждого j=1,2,…m ,\end{array}\right.$ (3.74)$ $

где $∆a\_{i}$≥0, для каждого i=1, 2,…, n – ширина интервала не может быть отрицательной.

Необходимо найти такие значения$ a\_{i}$ $ $и $∆a\_{i}$, чтобы ширина получаемого нечеткого коридора, описывающего реальные значения исследуемого результативного признака, была минимальной по сумме всех измерений:

$\sum\_{j=1}^{m}\left[\sum\_{i=1}^{n}\left(α\_{i }+∆ α\_{i}\right)\right.X\_{ij}+\left(α\_{0}+∆ α\_{0}\right)-\sum\_{i=1}^{n}(α\_{i }-∆ α\_{i})X\_{ij}-\left.\left(α\_{0}-∆ α\_{0}\right)\right]\rightarrow min$(3.75)

Уравнение нечеткой регрессии (3.75) включает в себя:

-функцию, содержащую минимальные коэффициенты;

-функцию, содержащую максимальные коэффициенты;

-функцию, определяющую ее оптимальное значение.

Система уравнений (3.74), (3.75) может быть успешно решена с использованием методов линейного программирования, задавая величину.

Критериев (правил) определения может быть достаточно много, и зависят эти правила от конкретной решаемой задачи.

Важным преимуществом нечетких регрессионных моделей является то, что позволяют прогнозировать в условиях неопределенности исходных данных.

* **Нейросетевые технологии.**

Нейросетевыми технологиями называют комплекс информационных технологий, основанных на применении искусственных нейронных сетей. Искусственные нейронные сети - это программно или аппаратно реализованные системы, построенные по принципу организации и функционирования их биологического аналога - нервной системы человека.

Нервная система человека состоит из отдельных клеток - нейронов, который способен принимать сигналы от других клеток , и, в свою очередь, передавать сигнал другим клеткам, что позволяет представить его как простейший вычислительный элемент по преобразованию входящей информации в исходящую.

Нейросетевая технология характеризуется тем, что функционирование нейрона можно промоделировать простыми математическими моделями.

Математическую модель нейрона и ее программные реализации называют искусственным нейроном.

Общая схема искусственного нейрона показана на рисунке 3.10.

 B

 X1 b1

 Σ

 X X2 b2 $Q=XB$

 X2 bn

Рис.3.10.Принципиальная схема искусственного нейрона

На вход поступает некоторое множество сигналов Х, каждый из который является выходом другого нейрона. Каждый вход умножается на соответствующий вес, аналогичный силе, и все произведения суммируются, определяя уровень активации нейрона. Множество входных сигналов Х, обозначенных Х1, Х2 , … Хn поступает на искусственный нейрон. Cигнал Хi(i= 1,2,…n) умножается на соответствующий вес bi (i= 1,2,…n) и поступает на суммирующий блок, обозначенный Σ. Суммирующий блок складывает взвешенные входы алгебраически, создавая выход, который обозначается Q.

Функция F преобразует сигнал Q и дает выходной сигнал Z. Активационная функция может быть обычной линейной функцией:

Z=K·Q , (3.76)

где K – постоянная пороговой функции, или функции более точно моделирующей нелинейную и передаточную характеристику нейрона и представляющей нейроннной сети больше возможности.

На рисунке 3.11 блок, обозначенный F, принимает сигнал Q и выдаёт сигнал Z. Если блок F сужает диапазон изменения величины Q так, что при любых значения Q значения Z принадлежат некоторому конечному интервалу, то F называется (сжимающей) функцией.

В качестве (сжимающей) функции часто используется логистическая или сигмоидальная функция. Эта функция математически выражается как

F(X)= $\frac{1}{1+e^{-X}}$ . (3.77)

Важнейшие свойства нейронных сетей заключаются в распараллеливании обработки информации и в способности самообучаться, т.е. создавать обобщения. Под обобщением понимается способность получать обоснованный результат на основании данных, которые не встречались в процессе обучения, решать сложные трудноразрешимые задачи. На практике нейронные сети интегрируют в сложные системы, а комплексную задачу разбивают на последовательность простых, часть из которых может решаться с помощью нейронных сетей (НС).

 X1 b1

Σ

F

 X2 b2 $ Z=F(Q)$

 bn

 Xn

Рис.3.11. Искусственный нейрон с активационной функцией

Таким образом,

Z= $\frac{1}{1+е^{-Q}}$ . (3.78)

Несмотря на существенные различия, отдельные типы НС обладают несколькими общими чертами.

Нужно отметить, что основу каждой НС составляют относительно простые, однотипные элементы, имитирующие работу нейронов головного мозга. Каждый нейрон характеризуется своим текущим состоянием по аналогии с нервными клетками головного мозга, которые могут быть возбуждены или заторможены. Он обладает группой синапсов - одноправленных входных связей, соединенных с выходами других нейронов, а также имеет аксон - выходную связь данного нейрона, с которой сигнал (возбуждения или торможения) поступает на синапсы следующих нейронов. Общий вид нейрона приведен на рисунке 3.12. Каждый синапс характеризуется величиной синаптической связи или ее весом bi.

Входы Синапсы Ячейка нейрона

X1 b1

X2 b2 Аксон Выход

 . Y

 . bn

Xn

S=$\sum\_{i=1}^{n}X\_{i }b\_{i}\rightarrow $Y=F (S)$\rightarrow $

Рис.3.12 Структурная схема искусственного нейрона

Текущее состояние нейрона определяется как взвешенная сумма его входов:

S=$\sum\_{i=1}^{n}X\_{i }b\_{i}$ . (3.79)

Выход нейрона есть функция его состояния:

 Y=F (S). (3.80)

Функция F называется активационной и может иметь различный вид, как на рисунке 3.13.

|  |  |
| --- | --- |
|   Y  1  0 T X а)  |  Y 1 0 X б) |
|  Y 1 0 X -1 в) |  Y  1 0 X г) |

Рис.3.13. а) функция единичного скачка; б) линейный порог (гистерезис); в) сигмоид - гиперболический тангенс; г) сигмоид.

Одной из наиболее распространённых является нелинейная функция с насыщением, так называемая логическая функция или сигмоид (т.е. функция S- образного вида):

F (X) =$ \frac{1}{1+e^{-αX}}$. (3.81)

Из выражения для сигмоида очевидно, что выходное значение нейрона лежит в диапазоне [0,1]. Одно из ценных свойств сигмовидной функции – простое выражение для ее производной

F(X)=a F(X)(1-F(X)) . (3.82)

Следует отметить, что сигмоидная функция дифференцируема на всей оси абсцисс, что используется в некоторых алгоритмах обучения. Кроме того она обладает свойством усиливать слабые сигналы лучше, чем большие, и предотвращает насыщение от больших сигналов, так как они соответствуют областям аргументов, где сигмоид имеет пологий наклон.

Структура НС определяется особенностями и сложностями решаемых задач. Для некоторых задач уже существуют оптимальные конфигурации. При синтезе новой конфигурации необходимо руководствоваться несколькими принципами:

-возможности сети возрастают с увеличением числа ячеек сети, плотности связей между ними и числом выделенных слоев;

-введение обратных связей наряду с увеличением возможностей сети поднимает вопрос о динамической устойчивости сети;

-сложность алгоритмов функционирования сети поднимает вопрос о динамической устойчивости сети (в том числе, например, введение нескольких типов синапсисов - возбуждающих, тормозящих и др.) также способствует усилению мощи НС.

Вопрос о необходимых и достаточных свойствах сети для решения того или иного рода задач представляет собой целое направление нейрокомпьютерной науки. В большинстве случаев оптимальный вариант получается на основе интуитивного подбора.

Процесс функционирования НС зависит от величин синоптических связей, поэтому разработчик сети должен найти оптимальные значения всех переменных весовых коэффициентов (некоторые синоптические связи могут быть постоянными).

Среди искусственных нейронных сетей, применяемых в экономике, наибольшее распространение получили многослойные нейронные сети типа МП - многослойный перцептрон. При обучении нейросеть за счет своего внутреннего строения выявляет закономерности в связях входных и выходных образов, тем самым как бы «обобщает» полученный на обучающей выборке опыт. В этой способности к обобщению и состоит основа привлекательности многослойной нейронной сети. Разработчик не знает зависимость между входными и выходными данными, а в сети имеется большой набор векторов, для которых известен ожидаемый выход. Многослойный персептрон можно успешно применять для решения задач прогнозирования.

Многослойная нейронная сеть, в общем, состоит из следующих элементов:

-множества входных узлов, которые образуют входной слой;

-одного или нескольких скрытых слоев вычислительных нейронов;

-одного выходного слоя нейронов.

Нейроны в каждом из слоев независимы, но каждый из нейронов связан исходящими связями с каждым нейроном следующего слоя, т.е. каждый из нейронов выходного и скрытых слоев принимает входящие сигналы от нейронов предыдущего слоя (рис.3.14).

Число нейронов в каждом из слоев может быть любым: во входном слое определяется числом входных факторов задачи; в выходном - числом выходных факторов; в скрытых слоях - подбирается эмпирическим путем так, чтобы сеть обучилась наилучшим образом. Наличие скрытых слоев позволяет выявлять сложные, нелинейные взаимосвязи между входными и выходными факторами, а определение их числа и количества элементов в них является важным вопросом при создании многослойной нейронной сети (МНС).

X1 b11 K11 Y1

Σ

Σ

b12 K12

b1m K1m

Σ

Σ

X2 Y2

Km1 .

bm1  Km2 .

Σ

Σ

Xm bm2 Ym

bmm Kmm

 **B** **K**

Рис. 3.14 Схема многослойной нейронной сети

В моделях МНС можно выделить характерные признаки:

1.Каждый нейрон сети имеет нелинейную функцию активации . Нелинейная функция должна быть гладкой . На практике чаще используется функция вида:

Z=$\frac{1}{1+еxp(-aY)}$ , (3.83)

где - параметр наклона сигмоидальной функции. Изменяя этот параметр, можно построить функции с различной крутизной.

Наличие нелинейности играет очень важную роль, так как в противном случае отображение «вход-выход» сети можно свести к однослойному персептрону.

2.Несколько скрытых слоев.

Сеть содержит один или несколько слоев скрытых нейронов, не являющихся частью входа или выхода сети, которые позволяют обучаться решению сложных задач, последовательно извлекая наиболее важные признаки из входного образа.

3.Высокая связность.

Сеть обладает высокой степенью связности, реализуемой посредством синаптических соединений. Изменение уровня связанности сети требует изменения множества синаптических соединений или их весовых коэффициентов.

Комбинация этих свойств обеспечивает вычислительную мощность многослойного персептрона.

Под обучением искусственных нейронных сетей понимается процесс настройки (структуры связей между нейронами) и весов, влияющих на сигналы коэффициентов для решения задачи. Обучение нейронной сети осуществляется на некоторой выборке.

На практике выделяют:

-обучение с учителем - известны правильные ответы к каждому входному примеру, а веса подстраиваются так, чтобы минимизировать ошибку;

-обучение без учителя позволяет распределить образцы по категориям за счет раскрытия внутренней структуры и природы данных;

-при смешанном обучении комбинируется два вышеизложенных подхода.

 Среди алгоритмов обучения с учителем можно выделить алгоритм обратного распространения ошибки, основная идея которого заключается в том, что изменение весов синапсисов происходит с учетом локального градиента функции ошибки. Разница между полученными и установленными ответами нейронной сети, определяемыми на выходном слое , распространяется в обратном направлении (рис.3.15)- навстречу потоку сигналов . В итоге каждый нейрон способен определить вклад своего веса в суммарную ошибку сети. Простейшее правило обучения соответствует методу наискорейшего спуска.

Направление распространения данных



 Направление распространения ошибки

Рис.3.15.Метод обратного распространения ошибки для многослойной полносвязной нейронной сети

Основная идея обратного распространения состоит в том, как рассчитать оценку ошибки для нейронов скрытых слоев. Чем больше значение синаптической связи между нейроном скрытого слоя и выходным нейроном, тем сильнее ошибка первого влияет на ошибку второго, поэтому, оценку ошибки элементов скрытых слоев можно получить, как взвешенную сумму ошибок последующих слоев. При обучении информация распространяется от низших слоев иерархии к высшим, а оценка ошибок сети - в обратном направлении, что и отражено в названии метода.

Применение сигмоидальных функций активизации, являющихся монотонно возрастающими и имеющими отличные от нуля производные на всей области определения, обеспечивает правильное обучение и функционирование сети. Процесс обучения состоит в последовательном предъявлении сети обучающих пар (X (i), Y (i)) (i=1,2,…Р), где X (i) и Y (i) – вектор входных и желаемых выходных сигналов сети соответственно.

 Перед началом обучения всем весам присваиваются небольшие различные случайные значения (если задать все значения одинаковые, а для правильного функционирования сети потребуются неравные значения, сеть не будет обучаться).

 Для реализации алгоритма обратного распространения необходимо:

1.Выбрать из заданного обучающего множества очередную обучающую пару X (i), Y (i), (i=1,2,…Р) и подать на выход сети входной сигнал X (i).

2.Вычислить реакцию сети Y(i).

3.Сравнить полученную реакцию Y(i) с требуемой Y\*(i) и определить ошибку Y \*(i)-Y (i).

4.Скорректировать веса так чтобы ошибка была минимальной.

5.Шаги 1-4 повторить для всего множества обучающих пар (X (i),Y\* (i)), (i=1,2,…Р) до тех пор, пока на заданном множестве ошибка не достигнет требуемой величины.

 Таким образом, при обучении сети подача входного сига и вычисление реакции соответствует прямому проходу сигнала от входного слоя к выходному, а вычисление ошибки и коррекция выходных параметров - обратному, когда сигнал ошибки распространяется по сети от ее выхода к входу. При обратном проходе осуществляется послойная коррекция весов, начиная с выходного слоя. Если коррекция весов выходного слоя осуществляется с помощью модифицированного «дельта - правила» сравнительно просто, поскольку требуемые значения выходных сигналов известны, то коррекция весов скрытых слоев происходит несколько сложнее, поскольку для них неизвестны требуемые выходные сигналы.

 Алгоритм обратного распространения применим к сетям с любым количеством слоев: как к сетям прямого распространения, так и к содержащим обратные связи.

Вопросы для самопроверки:

1.Дайте характеристику регрессионного метода.

2.Дайте характеристику метода группового учета аргументов.

3.Дайте характеристику метода теории распознания образов.

4.Дайте характеристику метода нечетких регрессионных моделей.

5.Дайте характеристику метода нейросетевых технологий.

**Глава 4 . Экономико-математические методы планирования**

**4.1. Методы математического программирования**

Важнейшим методом исследования экономических систем является метод моделирования, т.е. способ теоретического анализа и практического действия направленный на разработку и использование экономико-математических моделей. Под моделью будем понимать образ объекта (процесса), описанный знаковыми средствами, отражающий его существенные свойства и замещающий его в ходе исследования. Метод моделирования основывается на том, что имеется возможность изучения объекта не непосредственно, а через рассмотрение подобного ему и более доступного объекта, его модели.

Практическими задачами экономико - математического моделирования процессов планирования являются:

-анализ экономических процессов;

-планирование развития экономических процессов;

-выработка оптимальных решений на всех уровнях управления. Экономические системы относятся к сложным системам, которые обладают рядом свойств. Важнейшие из них:

-эмерджентность как проявление в наиболее яркой форме свойства целостности системы, т.е. наличие свойств, которые не присущи ни одному из составляющих систему элементов, взятому в отдельности вне системы;

- массовый характер процессов, моделирование в экономике должно опираться на массовые наблюдения;

-динамичность процессов, заключающаяся в изменении параметров и структуры экономических систем под влиянием среды (внешних факторов);

-случайность и неопределенность, процессы носят вероятностный характер, и для их изучения необходимо применение экономико-математических моделей на базе теории вероятностей и математической статистики;

-невозможность изолировать протекающие в системах процессы от окружающей среды, чтобы наблюдать и исследовать их в чистом виде;

-активная реакция на появляющиеся новые факторы.

Эти свойства следует учитывать при моделировании, начиная с выбора типа модели и кончая вопросами практического использования результатов моделирования.

Рассмотрим основные этапы разработки модели (Рис.4.1)

Этап 1. Постановка экономической проблемы и ее качественный анализ. На этом этапе требуется сформулировать сущность проблемы , принимаемые предпосылки и допущения. Необходимо выделить важнейшие черты и свойства моделируемого объекта, изучить его структуру и взаимосвязь его элементов, хотя бы предварительно сформулировать гипотезы, объясняющие поведение и развитие объекта.

Этап 2. Построение математической модели. Это этап формализации экономической проблемы, т.е. выражения ее в виде конкретных математических зависимостей (функций, уравнений, неравенств и др.)

|  |  |
| --- | --- |
| 1 | Постановка экономической проблемы и ее качественный анализ |
|  |  |  |
| 2 | Построение математической модели |
|  |
| 3 | Математический анализ модели |
|  |
| 4 | Подготовка исходной информации |  |
|  |
| 5 | Численное решение |
|  |
| 6 | Анализ численных результатов |

Рис.4.1. Основные этапы разработки модели

Этап 3. Математический анализ модели. На этом этапе чисто математическими приемами исследования выявляются общие свойства модели и ее решений. В частности, важным моментом является доказательство существования решения сформулированной задачи.

Этап 4. Подготовка исходной информации. В экономических задачах это, как правило, наиболее трудоемкий этап моделирования, так как дело не сводится к пассивному сбору данных. Математическое моделирование предъявляет жесткие требования к системе информации; при этом надо принимать во внимание не только принципиальную возможность подготовки информации требуемого качества, но и затраты на подготовку информационных массивов.

Этап 5. Численное решение. Этот этап включает разработку алгоритмов численного решения задачи, подготовку программ на ЭВМ и непосредственное проведение расчетов; при этом значительные трудности вызываются большой размерностью экономических задач. Обычно расчеты на основе экономико-математической модели носят многовариантный характер.

Этап 6. Анализ численных результатов и их применение. На этом этапе, прежде всего, решается важнейший вопрос о правильности и полноте результатов моделирования и применимости их как в практической деятельности, так и в целях усовершенствования модели. Поэтому в первую очередь должна быть проведена проверка адекватности модели по тем свойствам, которые выбраны в качестве существенных (другими словами, должны быть произведены верификация и валидация модели).

Перечисленные этапы экономико-математического моделирования находятся в тесной взаимосвязи, в частности, могут иметь место возвратные связи этапов. Так, на этапе построения модели может выясниться, что постановка задачи или противоречива, или приводит к слишком сложной математической модели; в этом случае исходная постановка задачи должна быть скорректирована. Наиболее часто необходимость возврата к предшествующим этапам моделирования возникает на этапе подготовки исходной информации. Если необходимая информация отсутствует или затраты на ее подготовку слишком велики , приходится возвращаться к этапам постановки задачи и ее формализации, чтобы приспособиться к доступной исследователю информации.

Разработка экономико-математических моделей планирования на различных уровнях экономики - важнейшая задача специалистов.

Современная теория и практика располагают богатым набором методов, позволяющих решать большинство задач планирования. Часть методов сформулирована и доведена до уровня экономико-математических моделей, другие имеют слабое математическое описание.

В любом случае использование экономико-математических методов направлено на получение оптимальных решений. Другими словами оптимизация является главной задачей планирования.

Оптимизация - процесс нахождения экстремума (глобального максимума или минимума) определенной функции или выбора наилучшего (оптимального) варианта из множеств возможных. Наиболее надежным способом является сравнительная оценка всех возможных вариантов (альтернатив). Если число альтернатив велико, то при поиске наилучшего решения обычно используют методы математического программирования. Применить эти методы можно, если есть строгая постановка задачи: задан набор переменных, установлена область их возможного изменения (заданы ограничения) и определен вид целевой функции (функции, экстремум которой нужно найти) от этих переменных. Последняя представляет собой количественную меру (критерий) оценки степени достижения поставленной цели. В динамических задачах, когда ограничения, наложенные на переменные, зависят от времени, для нахождения наилучшего варианта действий используют методы оптимального управления и динамического программирования.

Результаты любых практических задач характеризуются несколькими показателями, например, затратами, объемом выпускаемой продукции, временем, степенью риска и т.п. Рассматривая конкретную задачу оптимизации устанавливают, может ли в качестве целевой функции (критерия оценки) быть принят один из показателей, характеризующих ожидаемые результаты реализации того или иного варианта, с условием того, что на численные значения показателей наложены строгие ограничения. Так при выборе наилучшего варианта производства заданного количества определенной продукции в качестве критерия иногда принимают затраты или время (при фиксированных затратах). При нахождении наилучшего варианта использования, имеющегося оборудования предназначенного для производства продукции одного вида в определенных условиях, критерием может служить объем выпуска этой продукции . Выбор метода оптимизации для решения конкретной задачи зависит от вида целевой функции и характера ограничений. Применение методов математического программирования существенно ускоряет процесс решения задачи на нахождение экстремума благодаря тому, что сокращается число перебираемых вариантов.

В большинстве практических задач, в особенности в задачах, связанных с долгосрочным планированием, отсутствуют строгие ограничения на многие переменные (или показатели). В этих случаях имеют дело с задачами векторной оптимизации. Если каждый вариант характеризуется двумя показателями, значение которых переменны, например, объемом выпуска продукции и затратами требуется установить, что лучше: затратить определенную сумму и произвести некоторое количество продукции или за счет увеличения затрат увеличить объем выпуска продукции. При решении задач подобного типа математические методы позволяют отобрать из множества возможных вариантов рациональные, при которых определенные объемы продукции производится с минимальными затратами.

Чтобы среди большого числа рациональных вариантов найти оптимальный, нужна информация о предпочтительности различных сочетаний значений показателей, характеризующих варианты. При отсутствии этой информации наилучший вариант из числа рациональных выбирает руководитель, ответственный за принятие решения.

В классической математике методы поиска оптимальных решений рассматривают в разделах классической математики, связанных с изучением экстремумов функций, в математическом программировании.

Математическое программирование является одним из разделов исследования операций - прикладного направления кибернетики, используемого для решения практических организационных задач. Задачи математического программирования находят применение в различных областях человеческой деятельности, где необходим выбор одного из возможных образов действий (программ действий).

Традиционно в математическом программировании выделяют следующие основные разделы (Рис.4.2.).

Линейное программирование - целевая функция линейна, а множество, на котором ищется экстремум целевой функции, задается системой линейных равенств и неравенств. В свою очередь в линейном программировании существуют классы задач, структура которых позволяет создать специальные методы их решения, выгодно отличающиеся от методов решения задач общего характера. Так, в линейном программировании появился раздел транспортных задач.

 Нелинейное программирование - целевая функция и ограничения нелинейны. Нелинейное программирование принято подразделять следующим образом:

-выпуклое программирование-целевая функция выпукла (если рассматривается задача ее минимизации) и выпукло множество, на котором решается экстремальная задача;

Основные разделы математического программирования

Нелинейное программирование

Целочисленное программирование

Многоэкстремальные задачи

Линейное программирование

Выпуклое программирование

Квадратичное программирование

Рис. 4.2. Разделы математического программирования.

-квадратичное программирование – целевая функция квадратична, а ограничениями являются линейные равенства и неравенства.

 Многоэкстремальные задачи. Здесь обычно выделяют специализированные классы задач, часто встречающихся в приложениях, например, задачи о минимизации на выпуклом множестве вогнутых функций.

 Важным разделом математического программирования является целочисленное программирование, когда на переменные накладываются условия целочисленности. Целью математического программирования является создание, где это возможно, аналитических методов определения решения, а при отсутствии таких методов – создание эффективных вычислительных способов получения приближенного решения.

 Рассмотрим далее общую постановку задачи оптимизации.

* **Общая постановка задачи оптимизации.**

 Пусть Х некоторый вектор *Х*= (*Х*1,*Х*2,…,*Х*n). Далее введем:

А) допустимое множество *К*. В задаче будут учитываться только те векторы *Х*, которые принадлежат *К (Х* $\in $ *K*);

Б) однозначную непрерывную целевую функцию f(*X*), значения которой будут оптимизироваться при условии, что *Х* $\in $ *K*.

Таким образом, можно формально записать задачу максимизации. Найти$ X^{\*}\in K$такой, что f (*X\**) = f(*X*) всех *Х* $\in $ K.

 Если такой *X*\* существует, то задача имеет слабый глобальный максимум. Слабый, так как удовлетворяет нестрогому (слабому) неравенству, глобальный - потому что неравенство справедливо для всех *Х* $\in $ *K*.

 Будем считать максимум сильным, если можно найти такой *X*\* что f(*X*\*)$>$f (*X*) для всех *Х* $\in $ *K (X* $\ne $*X*\*)

 Существование слабого оптимума допускает неединственность оптимальной точки, так как любой *Х*, удовлетворяющий уравнению f(*X*)=f(*X*\*), также является оптимальной точкой. Сильный оптимум всегда единственен.

Если поменять знак неравенств, получим слабый или сильный минимум. Минимум f(*X*) даёт максимум для (-f(*X*)). Значение *X*\* часто называют просто решением задачи на оптимум. Большинство известных методов не пригодно для решения поставленной выше задачи. Обычно можно решить задачу следующего вида: найти *X*\*$\in $K, такой, что f(*X*\*)≥f (*X*) для всех *X*$\in $ (E∩*K*), где Е-окрестность (*X*\*\*). Такая точка называется слабым локальным максимумом. Аналогично можно определить сильный локальный максимум, а также слабый или сильный локальный минимум.

 Очевидно, что если функция f(*Х*) вообще имеет оптимум, онa должна иметь глобальный оптимум, и он должен быть также локальным. С другой стороны, локальный оптимум не обязательно будет глобальным. Прежде всего нас интересует глобальный оптимум. Интересно выяснить условия, которые надо наложить на постановку задачи для того, чтобы локальный оптимум был также и глобальным. Если условия не удовлетворяются, придётся применить специальные процедуры (такие как перечисление и сравнение всех локальных оптимумов), чтобы установить глобальный оптимум. Постановка задачи сама определяет, что сильный локальный оптимум не обязательно единственен, так как f(*X*) может принимать оптимальное значение в нескольких различных точках, каждая из которых будет сильным локальным оптимумом.

В дальнейшем при исследовании задач оптимизации будем предполагать, что допустимое множество замкнуто; в противном случае задача часто не имеет решения.

Обычно допустимое множество определяется не одним, а несколькими ограничениями. Рассмотрим допустимое множество, определенное несколькими неравенствами, и в нем точку *Х*\*.

Ограничение, определенное как равенство всегда эффективно.

Рассмотрим общую задачу оптимизации, максимизации, сформулированную в следующей стандартной форме:

Max f(*X), X=*[*Xj*], i=1,…,n

1. gi (*X*)≤0, i=1,….,m,
2. *X*k≥0, k$\in $S,

где S-некоторое подмножество множества индексов (1,…,n), f(*X*)-целевая функция, *X*-n-мерный вектор переменных задачи. Ограничения (1)- функциональные ограничения, ограничения (2)- прямые. Функции f, gi , предполагаются, если не оговорено противное - непрерывными функциями. Удобно иметь все неравенства одного знака. Если же встречаются неравенства вида gi (*X*)≥0, всегда можно обозначить gi=-gi. Естественно, что знак неравенства в стандартной форме произволен. Приведённый выше выбор знака для задачи на максимум (и обратные знаки в задаче на минимум) естественен во многих экономических задачах и в задачах линейного программирования. Функциональное ограничение всегда можно представить в виде неравенств. Для этого ограничение вида g (*X*) =0 представляют в виде пары условий gi(*X*)$\geq $0 и - gi(*X*)≤0. В важном случае, когда все ограничения – равенства, целесообразно оставить эту форму.

Прямые ограничения –(2), которых может и не быть, всегда записывают, как условия на неотрицательность. Такой знак прямых ограничений естественно сохранить и в задаче на минимум, в которой знаки неравенств в функциональных ограничениях меняются на противоположные.

Все прямые ограничения можно представить в таком виде, обозначая *X*k=- *X* k, если в начальных условиях *X* k≤0, или обозначая *X* k = *X* k - b, если *X* k ≥b.

Чтобы обеспечить замкнутость допустимого множества, предполагаются, что все неравенства записаны как нестрогие.

Теорема Вейерштрасса. Непрерывная функция, определенная на непустом замкнутом ограниченном множестве, достигает максимума (минимума) по крайней мере, в одной точке этого множества.

Поскольку обычно целевая функция берется непрерывной, а допустимое множество замкнутым, то ограниченность допустимого множества - единственное необеспеченное условие. Во многих случаях допустимое множество будет ограниченно, однако это не будет очевидным без соответствующего исследования. Теорема Вейерштрасса дает достаточные условия оптимума.

Большинство известных методов оптимизации позволяет вычислить только локальный оптимум. Поэтому большое значение имеют условия, гарантирующие, что локальный оптимум является глобальным.

Для выполнения условий глобального оптимума в задаче на максимум достаточно, чтобы f(*X*)была положительным монотонным преобразованием вогнутой функции, а К - выпуклым множеством.

Расширенные условия легко доказываются. Пусть f(*X*) есть положительное монотонное преобразование некоторой функции f(*X*). Из того, что F(*X* \*)≥ F(*X*), следует, что f(*X* \*)≥ f(*X*), и наоборот. Таким образом, функция f(*X*) достигает максимума в той же точке, что и F(*X*). Любая квазивогнутая функция, возрастающая по всем компонентам *X*, может быть представлена как положительное монотонное преобразование некоторой вогнутой функции.

Приведенные выше доказательства проводились для задачи максимизации. Однако, если заменить f(*X*) на -φ(*X*), условия вогнутости f перейдут в условия выпуклости φ, а максимум в минимум.

* **Задача линейного программирования.**

В этой задаче целевая функция и функции, определяющие ограничения, линейны. Ограничения на неотрицательность являются характерными условиями этой задачи.

Поскольку целевая функция линейна, она не имеет критических точек. Следовательно, все оптимумы являются граничными. Допустимое множество выпукло, так как все ограничения линейны. Линейная целевая функция и выпукла и вогнута. Поэтому все максимумы и минимумы задачи линейного программирования являются глобальными. Важное свойство решения задачи линейного программирования состоит в том, что необходимо исследовать только конечное число граничных точек.

Если решение задачи линейного программирования существует, то в принципе оно может быть точно найдено. Линейное программирование открыло способ непосредственного численного решения практических задач на оптимум, если они представлены моделями линейного программирования или могут быть приближены к ним.

С математической точки зрения в каждой задаче требуется найти неотрицательные значения неизвестных, при которых линейная функция достигает своего наибольшего или наименьшего значения. Причем переменные линейной функции должны удовлетворять либо системе уравнений, либо системе неравенств.

Задачами такого рода и занимается линейное программирование - это математическая дисциплина, изучающая методы нахождения наибольшего (наименьшего) значения линейной функции нескольких переменных при условии, что последние удовлетворяют конечному числу линейных неравенств или уравнений.

Функцию, для которой находится ее наибольшее (наименьшее) значение, будем называть целевой функцией или функцией цели, а системы неравенств или уравнений, которым должны удовлетворять переменные целевой функции будем называть системами ограничений.

Определение. Любое решение системы ограничений называется допустимым решением задачи линейного программирования.

Определение. Допустимое решение, в котором целевая функция достигает максимального или минимального значения, называется оптимальным решением.

Все задачи линейного программирования можно разбить на два вида. Задачи, в которых требуется минимизировать целевую функцию, будем называть задачами минимизации. Задачи, в которых требуется максимизировать целевую функцию, - задачами максимизации.

Однако, учитывая, что max z *= -* min (-z), любую задачу максимизации можно свести к задаче минимизации и наоборот.

В общем виде, когда количество неизвестных равно n, задача линейного программирования формулируется следующим образом:

Среди неизвестных х1, х2, ..., хn, удовлетворяющих систем $ \begin{array}{c}α\_{11}x\_{1}+α\_{12}x\_{2 }+…+α\_{1n}x\_{2n }\geq b\_{1}\\α\_{21}x\_{1}+α\_{22}x\_{2 }+…+ α\_{2n}x\_{n }\geq b\_{2}\end{array}$

………………………………….. (4.1)

$$ α\_{m1}x\_{1}+α\_{m2}x\_{2 }+…+α\_{mn}x\_{n }\geq b\_{m}$$

x1 ≥0, x2 ≥0, ….., xn ≥0

определить такие, при которых линейная функция

z=c1x1+c2x2+….+cnxn (4.2)

достигает своего наименьшего (наибольшего) значения.

Или в более короткой записи:

среди неизвестных xj , где j=1,2,…n, удовлетворяющих системе

$\sum\_{j=1}^{n}a\_{ij}x\_{j}\geq b\_{i}$, i=1,2,…,m, (4.3)

oпределить такие, при которых линейная функция

$Z=\sum\_{j=1}^{n}c\_{j}x\_{j}$ (4.4)

достигает своего наименьшего (наибольшего) значения.

 Целевая функция и система ограничений записаны при помощи знака Σ (сигма). Так, в выражении целевой функции:

$Z=\sum\_{j=1}^{n}c\_{j}x\_{j}$ (4.5)

знак Σ обозначает сумму слагаемых с1х1, с2х2,…,сnxn, каждое из которых получается, если индексу j придавать последовательность 1,2,3,….,n, т.е.

$ Z=\sum\_{j=1}^{n}c\_{j}x\_{j}=$ c1x1+c2x2 +…+cnxn . (4.6)

 В записи системы ограничений

$\sum\_{j=1}^{n}a\_{ij}x\_{j}\geq b\_{j}$ , (4.7)

где i=1,2,…,m, если раскрыть знак Σ при любом фиксированном i получим неравенство:

$ α\_{i1}x\_{1}+α\_{i2}x\_{2 }+…+α\_{in}x\_{n }\geq b\_{i}$ , (4.8)

а придавая i последовательно значения 1,2,3,…, m, получим систему неравенств:

$\left\{\begin{array}{c}a\_{11}x\_{1}+a\_{12}x\_{2}+…+a\_{1n}x\_{n}\geq b\_{1}\\a\_{21}x\_{1}+a\_{22}x\_{2}+…+a\_{2n}x\_{n}\geq b\_{2}\\………………………………………\\a\_{m1}x\_{1}+a\_{m2}x\_{2}+…+a\_{mn}x\_{n}\geq b\_{m}\end{array}\right. $. (4.9)

Для аналитического решения задачи линейного программирования необходимо сначала преобразовать неравенства (4.1) в равенства. Это можно сделать с помощь введения дополнительной переменной в каждое неравенство. Так как все неравенства имеют общую форму;

$\sum\_{j=1}^{n}a\_{ij}x\_{j}\geq b\_{i}$ (4.10)

можно ввести дополнительную переменную xk ≥0, k=n+1, n+2,…,n+m, выбрав значение xk так, что эти неравенства преобразуются в равенства

$\sum\_{j=1}^{n}a\_{ij}x\_{j}+х\_{k}=b\_{i}$ . (4.11 а)

 Теперь можно найти решения, которые будут удовлетворять всем ограничениям, и максимизировать целевую функцию.

 Для решения задач линейного программирования с помощью алгоритма симплексного метода требуется, чтобы целевая функция и ограничения были представлены в определенной канонической форме. Для задачи эта форма имеет вид.

 Максимизировать

Z= c1x1+c2x2+….+cnxn (4.11)

при ограничениях

$ \begin{array}{c}a\_{11}x\_{1}+a\_{12}x\_{2}+…+a\_{1n}x\_{n}+x\_{n+1}=b\_{1}\\a\_{21}x\_{1}+a\_{22}x\_{2}+…+a\_{2n}x\_{n}+x\_{n+2}=b\_{2}\\………………………………………\\a\_{m1}x\_{1}+a\_{m2}x\_{2}+…+a\_{mn}x\_{n}+x\_{n+m}=b\_{m}\end{array}$ (4.12)

bi ≥0, i=1,2,…m,

xj ≥ 0, j=1,2,…n +m.

 Формулировка условий этой задачи в табличной форме приведена в таблице 4.1.

Таблица 4.1.

Исходная таблица симплексного алгоритма

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Базисные переменные | Независимые переменные | Дополнительные переменные | Целевая функция -Z | Постоянные b |
| x1  x2  x3 ...xn | xn+1 xn+2 m xn+m |
| xn+1xn+2..xn+m | $α$ 11 $α$ 12 $α$ 13...$α$ 1n$α$ 21 $α$ 22 $α$ 23...$α$ 2n…………………….……………………..$α$ m1 $α$ m2 $α$ m3... $α$ mn | 1 0…00 1…0………………………….0 0...1 | 00..0 | b1b2..bm |
| -Z | c1c2c3... cn | 0 0...0 | 1 | 0 |

 После приведения задачи к каноническому виду можно приступать к ее решению. Алгоритм дает способ отыскания решения и указывает, когда достигается оптимальное решение.

 В общем виде симплексный алгоритм включает следующие шаги:

1.Выбрать максимальное значение cj в строке целевой функции. Обозначить его cс (таким образом определяется вводимая базисная переменная).

2.Выбрать минимальное отношение $b\_{i}^{,}$/$ α\_{ic}^{,}$для всех $α\_{ic}^{,}$>0. Обозначить его $b\_{i}^{,}$/$ α\_{ic}^{,}$ (таким образом определяется выводимая базисная переменная). Если все $α\_{rc}^{,}$≤0, то решение не ограничено.

3.Разделить r-ю строку на $α\_{rc}^{,}$.

4.Вычесть (или сложить) элементы *r*- й строки, умноженные на соответствующие коэффициенты, из всех других строк так, чтобы в с-м столбце были одни нули. Новая базисная переменная есть xс.

5.Выбрать максимальное значение $c\_{j}^{,}$в преобразованной целевой функции. Если все $c\_{j}^{,}$≤0, остановиться. В противном случае вернуться к шагу 2.

 Блок – схема симплексного алгоритма показана на рис.4.3.

Для наглядности рассмотрим графическое решение задачи линейного программирования с двумя неизвестными.

Задачи линейного программирования с двумя неизвестными имеет следующий вид:

cреди неизвестны x1 и x2 ,удовлетворяющих системе

$\left\{\begin{array}{c}a\_{11}x\_{1}+a\_{12}x\_{2}\geq b\_{1}\\a\_{21}x\_{1}+a\_{22}x\_{2}\geq b\_{2}\\…………………..\\a\_{m1}x\_{1}+a\_{22}x\_{2}\geq b\_{m}\end{array}\right.$ (4.13)

x1≥0, x2≥0,

найти такие, при которых линейная функция

z=c1x1+c2x2 (4.14)

достигает своего наименьшего (наибольшего) значения.

 Начало

Проверить условие $α$´ic≤0

Останов: Z не ограничена

Выбрать ведущий столбец с, где c´с=макс c´j≥0

Проверить

Условие c´с≥0

Останов: допустимое базисное решение является оптимальным

нет

да

да

нет

Выбрать ведущую строку r, где b´r/$ α$ ´rc=мин b´j/$ α$ ´ic, $α$ ´rc,≥0, $α$ ´ic,≥0,

Заменить r-ю базисную переменную на xc, взяв в качестве ведущего элемента $α$ ´rc

Рис.4.3. Блок-схема симплексного алгоритма

Так как система ограничений есть система линейных неравенств, то множество ее решений есть выпуклый многоугольник М, лежащий в первой четверти координатной плоскости.

С учётом этого задачу можно сформулировать иначе: среди всех точек выпуклого многоугольника М найти такую, координаты которой минимизирует (максимизирует) линейную функцию

z=c1x1+c2x2 (4.15)

Если зафиксировать какое-либо значение функции z=d, то получим линейное уравнение с двумя неизвестными c1x1+c2x2 =d, график которого есть прямая плоскости. При изменении d от - ∞ до +∞ прямая c1x1+c2x2 =d, смещаясь параллельно самой себе, «зачертит» всю плоскость (рис.4.4)

 x2 c1x1+c2x2=d

 x1
 0

Рис. 4.4

Пусть М-многоугольник решений системы ограничений (рис.4.5). При изменении d от - ∞ до +∞ прямая c1x1+c2x2 =d, при некотором значении d=d1 достигает многоугольника М и имеет с ним общую точку А (назовем эту точку точкой (входа)), а затем, пройдя весь многоугольник М, при некотором значении d=d2 будет иметь с ним последнюю общую точку В (назовем ее точкой «выхода»).

Очевидно, что своего наименьшего значения целевая функция

c1x1+c2x2 =z (4.16)

достигает в точке «входа» А и наибольшего и наибольшего значения в точке «выхода» В.

 x2 B c1x1+c2x2=d2

 M

 A c1x1+c2x2=d1

 0 x1

 Рис. 4.5

Разумеется возможен случай, когда при перемещении прямой

c1x1+c2x2 =d (4.17)

«вход» («выход») прямой в многоугольник решений М произойдёт по стороне этого многоугольника (рис.4.6, 4.7)

Это случится, если в многоугольнике М есть стороны, параллельные прямой c1x1+c2x2 =d. В этом случае точек «входа» («выхода») бесчисленное множество и, следовательно, минимальное (максимальное) значение целевая функция принимает во всех точках этой стороны многоугольника.

Так, координаты всех точек отрезка AD (рис.4.6) минимизируют значение целевой функции c1x1+c2x2 =z , а координаты всех точек отрезка АВ (рис.4.7) максимизирует значение целевой функции.

|  |  |
| --- | --- |
|  x2 A B Mc1x1+c2x2 =d 0  D C x1 Рис. 4.6 |  x2  BA c1x1+c2x2 =d 0 C x1 Рис. 4.7 |

В случае открытых областей решений прямая c1x1+c2x2 =d при изменении d от - ∞ до +∞ не имеет точки «выхода» из области решений (рис.4.8). Тогда максимальное значение функцией не достигается.

 X2

 M

 c1x1+c2x2 =d

 0 X1

 Рис. 4.8

Учитывая, что оптимальное значение целевая функция принимает в точках «входа» и «выхода», т.е. в вершинах области решений, можно предложить следующий план графического решения задачи линейного программирования: построить область решения системы ограничений, построить прямую, соответствующую целевой функции, и, параллельным переносом этой прямой, найти точку «входа» или «выхода» (в зависимости от требования задачи), определить координаты этой точки и вычислить в них значение целевой функции.

Многие вычислительные программы, построенные на базе симплексного метода, автоматически выполняют классификационный анализ (ранжировку) констант, стоящих в правых частях ограничений, входящих в состав линейных моделей. Существуют также программы, позволяющие находить последовательность решений, соответствующих различным значениям констант в правых частях ограничений. Кроме того, имеются машинные программы, построенные по принципу параметрического программирования: они позволяют находить конгруэнцию решений для множества моделей, получаемого из исходной модели заменой bI bI + δ bi\* в правых частях ограничений. При этом δ рассматривают как некоторый параметр, принимающий ряд значений внутри заданного интервала.

В теории линейного программирования существует понятие двойственности, которое позволяет унифицированным образом устанавливать взаимосвязи для всех приемов и методов анализа моделей на чувствительность.

Рассмотрим две следующие задачи линейного программирования:

максимизировать $\sum\_{j=1}^{n}c\_{j}x\_{j}$ (4.18)

при ограничениях $\sum\_{j=1}^{n}a\_{ij}x\_{j}\leq b\_{i }$(i=1,2,…m) (4.19)

xj ≥0, (j=1,2,…n) (4.20)

и минимизировать $\sum\_{i=1}^{m}b\_{i}y\_{i}$ (4.21)

при ограничениях $\sum\_{i=1}^{m}a\_{ij}y\_{i}\geq c\_{j}$ (j=1,2,…n), (4.22)

$y\_{i}\geq 0$ (i=1,2…,m). (4.23)

Для определенности условно назовем первую задачу (4.18-4.20) исходной, а вторую (4.21-4.23) двойственной (по отношению к первой).

Двойственная задача - это на 90° повернутая исходная задача. Действительно,

1) j-й столбец, составленный из коэффициентов, фигурирующих в ограничениях исходной модели, совпадает с j-й строкой, составленной из коэффициентов, фигурирующих в ограничениях двойственной модели;

2) строка, составленная из коэффициентов в выражении для целевой функции, совпадает со столбцом, составленным из констант, фигурирующих в правых частях ограничений двойственной модели;

3) столбец, составленный из констант, фигурирующих в правых частях ограничений исходной модели, совпадает со строкой, составленной из коэффициентов в выражении для целевой функции двойственной модели;

4) направление знаков неравенства в исходной модели противоположно направлению знаков неравенства в двойственной модели; требование максимизации в исходной задаче в двойственной задаче заменено требованием минимизации.

Имеет место следующая важная теорема:

*Теорема двойственности* (без доказательства). а) Если исходная и двойственная ей задачи имеют допустимые решения, то 1) существует оптимальное решение хj\*(=1,2,...,n) исходной задачи; 2) существует оптимальное решение y\*I(i=1,2,…m) двойственной задачи; 3) имеет место следующее соотношение:

$\sum\_{j=1}^{n}c\_{j}x\_{j}\*$ = $\sum\_{i=1}^{m}b\_{i}y\_{i}\*$ ; (4.24)

б) Если исходная (двойственная) задача допускает оптимальное решение, для которого значение целевой функции ограничено, то соответствующая ей двойственность (исходная) задача допускает оптимальное решение при том же значении целевой функции.

Теорема двойственности имеет место и в том случае, когда исходная и двойственная задачи записаны в каноническом виде. В этой связи полезно усвоить следующую схему соответствия:

|  |  |
| --- | --- |
| ***Исходная задача*** | ***Двойственная задача*** |
| Максимизация | Минимизация |
| Константы в правых частях ограничений | Целевая функция |
| Целевая функция | Константы в правых частях ограничений |
| j-й столбец, составленный из коэффициентов при неизвестных в ограничениях | j-я строка, составленная из коэффициентов при неизвестных в ограничениях,  |
| i-я строка, составленная из коэффициентов при неизвестных в ограничениях | i-й столбец, составленный из коэффициентов при неизвестных в ограничениях |
| j-я неотрицательная переменная | j-е неравенство вида ≥ |
| j-я переменная, не имеющая ограничений в знаке | j-е соотношение в виде равенства |
| i-е неравенство вида ≤ | i-ая не отрицательная переменная |
| i-е соотношение в виде равенства | i-я переменная, не имеющая ограничения в знаке |

* **Транспортная задача линейного программирования**.

Постановка задачи.

Транспортная задача является частным типом задачи линейного программирования и формулируется следующим образом. Имеется m пунктов отправления (или пунктов производства) А1 ,…, Аm, в которых сосредоточены запасы однородных продуктов в количестве аl , …am единиц. Имеется n пунктов назначения (или пунктов потребления) B1 ,…,Bm, потребность которых в указанных продуктах составляет b1 ,…,bn единиц. Известны также транспортные расходы Cij, связанные с перевозкой продукта из пункта Ai в пункт Bj ,i=1…, m; j=1,…,n. Предположим, что

$\sum\_{i=1}^{m}α\_{i}$ = $\sum\_{j=1}^{n}b\_{ j}$ . (4.25)

Общий объем производства равен общему объему потребления. Требуется составить такой план перевозок (откуда, куда и сколько единиц продукта везти), чтобы удовлетворить спрос всех пунктов потребления за счет реализации всего продукта, произведенного всеми пунктами производства, при минимальной общей стоимости всех перевозок. Приведенная формулировка транспортной задачи называется *замкнутой транспортной моделью.* Формализуем эту задачу.

Пусть *Х*ij – количество единиц продукта, поставляемого из пункта Ai в пункт Вj . Подлежащие минимизации суммарные затраты на перевозку продуктов из всех пунктов производства во все пункты потребления выражаются формулой:

$\sum\_{=1}^{m}\sum\_{j=1}^{n}C\_{ij}X\_{ij}$ . (4.26)

Суммарное количество, направляемого из каждого пункта отправления во все пункты назначения, должно быть равно запасу продукта в данном пункте. Формально это означает, что:

$ \sum\_{j=1}^{n}X\_{ij}=a\_{i}$, i=1,….m . (4.27)

Суммарное количество груза, доставляемого в каждый пункт назначения из всех пунктов отправления, должно быть равно потребности. Это условие полного удовлетворения спроса:

$ \sum\_{i=1}^{m}X\_{ij}=b\_{j}$ j=1,…..,n. (4.28)

Объем перевозок - неотрицательные числа, так как перевозки из пунктов потребления в пункты производства исключены:

$$X\_{ij}\geq 0 , i=1,2,…,m, j=1,2,…,n. (4.29)$$

Транспортная задача сводится, таким образом, к минимизации суммарных затрат при выполнение условий полного удовлетворения спроса и равенства вывозимого количества продукта запасам его в пунктах отправления.

В ряде случаев не требуется, чтобы весь произведенный продукт в каждом пункте производства был реализован. В таких случаях баланс производства и потребления может быть нарушен:

$\sum\_{j=1}^{n}X\_{ij}\leq a\_{i}$ . (4.30)

Введение этого условиях приводит к открытой транспортной модели. Задачи транспортного типа широко распространены в практике. Кроме того, к ним сводятся многие другие задачи линейного программирования- задачи о назначениях, сетевые, календарного планирования.

Как одна из задач линейного программирования транспортная задача принципиально может быть решена универсальным методом решения любой задачи линейного программирования, но этот метод не учитывает специфики условий транспортной задачи. Поэтому решение ее симплекс-методом оказывается слишком громоздким.

Структура ограничений задачи учитывается в ряде специальных вычислительных методов ее решения. Рассмотрим некоторые из них. Предварительно сделаем следующее замечание. Открытая транспортная модель может быть приведена к замкнутой модели добавлением фиктивного пункта отправления (потребления), от которого поступает весь недостающий продукт или в который свозится весь избыточный запас. Стоимость перевозок между реальными пунктами и фиктивными принимается равной нулю.

**Венгерский метод.** Идея метода была высказана венгерским математиком Эгервари и состоит в следующем. Строится начальный план перевозок, неудовлетворяющий в общем случае всем условиям задачи (из некоторых пунктов производства не весь продукт вывозится, потребность части пунктов потребления не полностью удовлетворена). Далее осуществляется переход к новому плану, более близкому к оптимальному. Последовательное применение этого приёма за конечное число итераций приводит к решению задачи.

Алгоритм венгерского метода состоит из подготовительного этапа и из числа итераций. На подготовительном этапе строится матрица *Х*0= (*Х*ij [0])mn, элементы которой неотрицательны и удовлетворяют неравенствам:

$\sum\_{j=1}^{n}X\_{ij}[0]$ ≤αi i=1, 2,….m; (4.31)

$\sum\_{i=1}^{m}X\_{ij}[0]$ ≤bj i=1, 2,….n . (4.32)

Если эти условия являются равенствами, то матрица *Х*0 – решение транспортной задачи. Если среди условий имеются неравенства, то осуществляется переход к первой итерации. На k-й итерации строится матрица *Хk =* $(Xij [0])\_{mn}$. Близость этой матрицы к решению задачи характеризуется числом Δk –суммарная невязка матрицы Хk :

Δk= $\sum\_{i=1}^{m}a\_{i }+ \sum\_{j=1}^{n}b\_{j}-2\sum\_{i=1}^{m}\sum\_{j=1}^{n}X\_{ij}[k]$ . (4.33)

В результате первой итерации строится матрица *Х*1 , состоящая из неотрицательных элементов. При этом Δ1 < Δ0. Если Δ1=0, то *Х*1 –оптимальное решение задачи. Если Δ1 > 0, то переходят к следующей итерации. Они проводятся до тех пор, пока Δk при некотором k не станет равным нулю. Соответствующая матрица *Х*k является решением транспортной задачи.

Венгерский метод наиболее эффективен при решении транспортных задач с целочисленными объемами производства и потребления. В этом случае число итераций не превышает величины Δ0/2 (Δ0-суммарная невязка подготовительного этапа).

Достоинством венгерского метода является возможность оценивать близость результата каждой из итераций к оптимальному плану перевозок. Это позволяет контролировать процесс вычислений и прекратить его при достижении определенных точностных показателей. Данное свойство существенно для задач большой размерности.

**Метод потенциалов.** Метод потенциалов является модификацией симплекс-метода решения задачи линейного программирования применительно к транспортной задаче. Он позволяет, отправляясь от некоторого допустимого решения, получить оптимальное решение за конечное число итераций. Общая схема отдельной итерации такова. По допустимому решению каждому пункту задачи сопоставляется число, называемое его *предварительным потенциалом.*

Пунктам Аi соответствуют числа Ui, пунктам Вj- числа Vj. Они выбираются таким образом, чтобы их разность на k-й итерации была равна Cij –стоимости перевозки единицы продукции между пунктами Аi и Вj.

Vj [k] - Ui [k]=Cij , i=1,2…,m; j=1,2,…n . (4.34)

Если разность предварительных потенциалов для каждой пары пунктов Аi и Вi не превосходит Cij, то полученный план перевозок является решением задачи. В противном случае указывается способ получения нового допустимого плана, связанного с меньшими транспортными расходами. За конечное число итераций находится оптимальный план задачи.

•**Нелинейное программирование -** раздел математического программирования, изучающий методы решения экстремальных задач с нелинейной целевой функцией и (или) областью допустимых решений, определенной нелинейными ограничениями. В экономике это соответствует тому, что результаты (эффективность) возрастают или убывают непропорционально изменению масштабов использования ресурсов (или, что то же самое, масштабов производства): например, из-за деления издержек производства на предприятиях на переменные и условно - постоянные; из-за насыщения спроса на товары, когда каждую следующую единицу продать труднее, чем предыдущую и т.д.

В краткой форме задачу нелинейного программирования можно записать так:

f (х) —>mах при условиях g (х)≤b, х≥0,

где (х) вектор искомых переменных; f(х) – целевая функция; g (x) - функция (непрерывно дифференцируемая); b-вектор констант ограничений (выбор знака < в первом условии здесь произволен, его всегда можно изменить на обратный).

Решение задачи (глобальный максимум или минимум) может принадлежать либо границе, либо внутренней части допустимого множества.

Задача состоит в выборе таких неотрицательных значений переменных, подчиненных системе ограничений в форме неравенств, при которых достигается максимум (или минимум) данной функции. При этом не оговариваются формы ни целевой функции, ни неравенств. Могут быть разные случаи: целевая функция нелинейная, а ограничения линейны; целевая функция линейна, а ограничения (хотя бы одно из них) нелинейны; и целевая функция, и ограничения нелинейны.

Задачи, в которых число переменных и (или) число ограничений бесконечно, называются задачами бесконечного нелинейного программирования. Задачи, в которых целевая функция и (или) функция ограничений содержат случайные элементы, называются задачами стохастического программирования.

Нелинейные задачи сложны, часто их упрощают тем, что приводят к линейным. Для этого условно принимают, что на том или ином участке целевая функция возрастает или убывает пропорционально изменению независимых переменных.

Такой подход называется методом кусочно-линейных приближений, он применим, однако, лишь к некоторым видам нелинейных задач. Нелинейные задачи в определенных условиях решаются с помощью функции Лагранжа: найдя ее седловую точку, тем самым находят и решение задачи.

Среди вычислительных алгоритмов нелинейного программирования большое место занимают градиентные методы. Универсального же метода для нелинейных задач нет и, по-видимому, может не быть, поскольку они чрезвычайно разнообразны. Особенно трудно решаются многоэкстремальные задачи. Для некоторых типов задач выпуклого программирования (вид нелинейного) разработаны эффективные численные методы оптимизации.

Наиболее сильный метод решения экстремальных задач - метод множителей Лагранжа. Но он разработан для случая, когда множество условий задается системой уравнений, а не системой неравенств. Метод проекции и метод условного градиента применимы лишь для задач минимизации на выпуклых множествах, причем метод условного градиента применим лишь для множеств, задаваемых линейными ограничениями, поскольку в этих случаях для выбора направления спуска достаточно решить задачу линейного программирования, а метод проекции градиента применяют на множестве такого вида, что задача отыскания проекции некоторой точки является достаточно простой с точки зрения ее численной реализации, так как решение этой задачи и определяет направление спуска. Метод Ньютона целесообразно применять в том случае, если целевая функция строго выпуклая и достаточно гладкая в окрестностях точки х°. Метод штрафных функций применим к задачам со сложными ограничениями.

Рассмотрим сначала задачу максимизации функции f(х) без ограничений, т.е. в случае, когда x совпадает со всем пространством Rn. Градиент функции f(х) будем обозначать f '(х). Условие оптимальности в этом случае имеет вид:

f '(х)=0. (4.35)

Однако, непосредственно решение системы уравнений (4.34) может оказаться чересчур сложным, поэтому на практике поступают следующим образом. Выбирая произвольную начальную точку x0, строят итеративный процесс.

xk+1=xk +αkf '(xk), k=0,1,2. (4.36)

Число αk называют длиной шага, или просто шагом. Если все αk равны между собой, то имеем процесс с постоянным шагом.

Процесс (4.36), лежащий в основе градиентных методов, представляет собой движение в сторону возрастания функции f(х), так как если f($x^{k}$)= 0, то всегда можно выбрать αk, так, что f(xk+1)> f(хk). Существуют разные способы выбора αk. Вообще говоря, наилучшим является выбор такого αk,,при котором обеспечивается максимальный рост функции f(х). Такой αk находится из условия

f(xk +αkf '(xk))=max f (xk +αkf '(xk)) . (4.37)

α≥0

Градиентный метод поиска экстремума (4.36) с выбором шага по способу (4.37) называется метод скорейшего подъема (или спуска для задачи на минимум). Такой метод требует наименьшего числа итерации, но зато на каждом шаге приходится решать дополнительную задачу поиска экстремума (4.37) (правда, в одномерном случае). На практике часто довольствуются нахождением любого числа αk и проверяют условия роста, если оно не выполняется, то дробят αk до тех пор, пока это условие не будет выполнено (такое достаточно малое αk при f($x^{k}$)= 0 существует всегда).

Процесс (4.36), очевидно, останавливается, когда выполнено условие (4.36). При этом, если функция f(х) вогнута, то найденная стационарная точка будет решением задачи максимизации. В противном случае необходимо провести дополнительное исследование функции f(х) в окрестностях найденной точки. Однако даже если она будет точкой максимума, в невыпуклом случае трудно определить локальный это максимум или глобальный. Поэтому градиентные методы обеспечивают нахождение глобального экстремума только для вогнутых (выпуклых) функций, а в общем случае дают лишь локальные экстремумы (при этом можно попытаться найти глобальный экстремум, применяя итеративный процесс многократно с разными начальными точками).

Если рассматривается задача максимизации f(х) при ограничениях, т.е. когда x не совпадает с Rn , то непосредственное применение процесса (4.36) может привести к нарушению ограничений, даже если начальная точка х0$\in $*Х*$\in $Rn. Однако эту трудность можно преодолеть, например, если получаемую по формуле (4.36) очередную точку проектировать на множество *Х*. Если обозначить операцию проектирования точки х на множестве *Х* через Рх(*Х*), то соответствующий итеративный процесс имеет вид

x k+1=Px (xk +αkf$ ´$xk)) . (4.38)

Полученный метод носит название метода проекции градиента. Шаг αk в методе (4.38) может выбираться различными способами (например, как в методе скорейшего подъема). Стационарная точка этого процесса является решением задачи maх f(x) в случае вогнутой функции f(x), а в общем случае требуется дополнительное исследование.

Недостатком метода проекции градиента является необходимость проведения операции проектирования, которая в общем случае эквивалентна некоторой задаче поиска экстремума. Однако когда *Х* является шаром, параллелепипедом, гиперплоскостью, полупространством или ортантом, задача проектирования решается просто и в явном виде.

Еще одной разновидностью градиентных методов является метод условного градиента, который предназначен для решения экстремальных задач с ограничениями. Суть его состоит в решении вспомогательной задачи максимизации на множестве *Х* линейной функции <f´(xk), х-хк>, представляющей собой главную часть приращения функции f(x) в точке хк. Эта вспомогательная задача может быть непростой, но если Х задается линейными ограничениями, то она представляет собой задачу линейного программирования, которая решается за конечное число шагов стандартными методами (например, симплекс-методом). Если решение вспомогательной задачи $\hat{х}$k найдено, то следующее приближение для исходной задачи строится по формуле

x k+1=xk +$α$k($\hat{x}$k- xk). (4.39)

Если множество Х выпуклое, то x k+1 $\in $*Х*. Шаг аk выбирается из условия максимального роста функции f(x). На практике обычно решают вспомогательную задачу, не точно, а приближено. В процессе (4.39) направление движения не совпадает с градиентом функции f(x) в точке xk , но определяется им, так как его компоненты берутся в качестве коэффициентов вспомогательной задачи.

Существуют и другие варианты градиентных методов.

*Методы возможных направлений.* Идея методов возможных направлений, близкая к идее градиентных метод для задач с ограничениями, состоит в следующем: на каждой итерации определяется допустимое направление на множестве Х, вдоль которого функция f(x) возрастает (такое направление называется возможным направлением возрастания функции f(х), и по нему совершается шаг.

Фактически в методе проекции градиента и в методе условного градиента мы находим такие направления. Однако там исходным было определение градиента, а допустимое направление определялось по нему однозначно. В методах же возможных направлений исходным пунктом является описание всех допустимых направлений и выбор из них такого, вдоль которого функция f(х) возрастает и желательно скорейшим образом.

Рассмотрим вариант метода возможных направлений применительно к задаче максимизации f(x) на множестве R(x$\in $R). Пусть мы имеем k-е приближение хk к решению этой задачи и для построения следующего приближения поставим следующую вспомогательную задачу: максимизировать u при ограничениях

<f '(xk), α>≥u, <g' (xk), α>≥ u, i$\in $Ik , |$α$j | ≤1, j=1,2…,n, (4.40)

где Ik={ i|1≤i≤m, gi (xk)=0}, α=α1 ,α2,…αn .

Эта задача представляет собой задачу линейного программирования в (n+1)- мерном пространстве векторов (α,u). Множество допустимых планов замкнуто, ограничено и непусто, так как $α$=0, u=0 является допустимым планом. Значит, вспомогательная задача имеет решение (αk, uk), причем uk ≥0. Если uk ≥0, то нетрудно показать, что направление αk является возможным направлением возрастания функция f(x), т.е. точка хk+1= xk+αk  при достаточно малом $α$k , принадлежит множеству Х и обеспечивает большее значение функции f(x), чем хk . Выбор пары αk , uk c возможно большим значением uk  при этом означает выбор допустимого направления, наиболее близкого к градиенту функции f(x), т.е. возможного направления с наибольшим ростом функции. Если uk =0, то получается стационарная точка процесса, которая для задачи выпуклого программирования дает решение, а в общем случае требует дополнительного исследования.

* **Квадратичное программирование**

Частным случаем задачи нелинейного программирования является задача квадратичного программирования,в которой ограничения

g (x1,x2,…xn)=bi – $\sum\_{j=1}^{n}a\_{ij}x\_{j}, i=1,2…,m$ (4.41)

являются линейными, а функция f(x1,x2,….,xn) представляет собой сумму линейной и квадратичной функции (квадратичной формы) f(x1,x2,….,xn)=c1x1+c2x2+…,+cnxn+d11x22+d22x22+…+dnmxn2+2d12x1x2+2d13x1x3+…++2d n-1n xn-1 xn . (4.42)

Как и в общем случае решения задач нелинейного программирования, для определения глобального экстремума задачи квадратичного программирования не существует эффективного вычислительного метода, если не известно, что любой локальный экстремум является одновременно и глобальным. Так как в задаче квадратичного программирования множество допустимых решений выпукло, то, если целевая функция - выпуклая, то любой локальный минимум также и глобальный.

Функция f представляет собой сумму линейной функции (которая является и выпуклой, и вогнутой) и квадратичной формы. Если последняя является вогнутой (выпуклой), то задачи отыскания максимума (минимума) целевой функции могут быть успешно решены. Вопрос о том, будет ли квадратичная форма вогнутой или выпуклой, зависит от того, является ли она отрицательно-определенной, отрицательно-полуопределенной или вообще неопределенной.

* **Целочисленное программирование.**

 Среди практически важных задач отыскания условного экстремума линейной функции особое место занимают задачи с требованием целочисленности всех (части) переменных. Задача называется полностью целочисленной, если условие целочисленности наложено на все переменные. Когда данное условие относится лишь к некоторым переменным, задача называется частично-целочисленной. Если при этом целевая функция и функции, входящие в ограничения, линейные, то задача называется линейной целочисленной.

Рассмотрим каноническую задачу целочисленного линейного программирования.

Максимизировать функцию

F(X)= $\sum\_{j=1}^{n}c\_{j}x\_{j}$ (4.43)

при условиях

$\sum\_{j=1}^{n}a\_{ij}x\_{j}=b\_{i}$, i=1,2,…,m, (4.44)

$x\_{j}$≥0 , j=1,2,…,n, (4.45)

xj – целые числа, j=1,2,..,n1 ; n1 ≤n . (4.46)

Если n1 =n, то задача 4.43 – 4.46 – полностью целочисленная, если n1<n – частично целочисленная задача линейного программирования.

Методы решения задач целочисленного программирования можно классифицировать как методы отсечения и комбинаторные методы: дробный алгоритм (в отечественной литературе этот алгоритм называется первым алгоритмом Гомори или циклическим алгоритмом целочисленного программирования); алгоритм, реализующий метод ветвей и границ (предложен А.Лэндом и А.Дойгом с модификацией по схеме Дейкина). Исходной задачей для демонстрации возможностей методов отсечений, используемых при решении линейных целочисленных задач, является задача с ослабленными ограничениями, которая возникает в результате исключения требования целочисленности переменных. По мере введения специальных дополнительных ограничений, учитывающих требование целочисленности, многогранник допустимых решений ослабленной задачи постепенно деформируется до тех пор, пока координаты оптимального решения не станут целочисленными. Название данного метода связано с тем обстоятельством, что вводимые дополнительные ограничения отсекают (исключают) некоторые области многогранника допустимых решений, в которых отсутствуют точки с целочисленными координатами.

Алгоритм Гомори - алгоритм, который используется для решения полностью целочисленных задач линейного программирования. Алгоритм включает в себя:

1.Решение задачи одним из методов группы симплекс-методов или группы методов внутренней точки без учета требования целочисленности. Если полученное оптимальное решение целочисленно, то задача решена.

2.Составляется дополнительное ограничение для переменной, которая в оптимальном плане имеет максимальное дробное значение, хотя должна быть целой. Тогда величины коэффициентов элементов aij, bi вычисляются так:

Δij =$a\_{ij}$- [$a\_{ij}$],

Δi =$b\_{i}$- [$b\_{i}$], (4.47)

где [αij] - целая часть числа $a\_{ij}$, тогда дополнительное ограничение формируется следующим образом:

Si =-Δi1 (-С1) - …- Δin(-Сn) -Δn≥0 . (4.48)

Оно будет целым неотрицательным при целых неотрицательных Δi1 и Еj. После составления ограничения оно вводится в систему линейных ограничений и задача решается заново при исходных ограничениях и дополнительном ограничении. Если получено целочисленное решение, задача решена. В противном случае необходимо повторить второй этап.

Метод ветвей и границ - общий алгоритмический метод для нахождения оптимальных решений различных задач оптимизации, особенно дискретной и комбинаторной оптимизации. По существу, метод является вариацией полного перебора с отсевом подмножеств допустимых решений, заведомо не содержащих оптимальных решений.

Метод ветвей и границ был впервые предложен в 1960 году Ленд и Дойг для решения задач целочисленного программирования.

Общая идея метода может быть описана на примере поиска минимума и максимума функции f(*X*). На множестве допустимых значений Х функция f и Х могут быть произвольной природы.

Для метода ветвей и границ необходимы две процедуры: ветвление и нахождение оценок (границ).

Процедура ветвлениясостоит в разбиении области допустимых решений на подобласти меньших размеров. Процедуру можно рекурсивно применять к подобластям. Полученные подобласти образуют дерево, называемое деревом поиска или деревом ветвей и границ. Узлами этого дерева являются построенные подобласти.

Процедура нахождения оценок заключается в поиске верхних и нижних границ для оптимального значения на подобласти допустимых решений.

В основе метода ветвей и границ лежит следующая идея (для задачи минимизации) : если нижняя границам подобласти А дерева поиска больше, чем верхняя граница какой- либо ранее просмотренной подобласти В, то А может быть исключена из дальнейшего рассмотрения (правило отсева). Обычно, минимальную из полученных верхних оценок записывают в глобальную переменную m, любой узел дерева поиска, нижняя граница которого больше значения m, может быть исключен из дальнейшего рассмотрения.

Если нижняя граница для узла дерева совпадает с верхней границей, то это значение является минимумом функции и достигается на соответствующей подобласти.

Вопросы для самопроверки

1.Какие выделяют этапы при разработке экономико-математических моделей?

2.Какие основные разделы выделяют в математическом программировании?

3.Приведите общую постановку задачи оптимизации.

4.Что такое локальный оптимум?

5.Какие условия требуются для выполнения глобального оптимума ?

6.Дайте характеристику задачи линейного программирования.

7.Дайте характеристику симплексного алгоритма.

8.Дайте характеристику двойственности в линейном программировании.

9.Дайте характеристику транспортной задачи линейного программирования.

10.Дайте характеристику методов нелинейного программирования.

11.Дайте характеристику задачи квадратичного программирования.

12.Дайте характеристику задачи целочисленного программирования.

**4.2. Многокритериальная оптимизация**

Существует значительное число экономических систем, моделируя которые мы приходим к различным формам задач оптимизации. В общей форме задача однокритериальной оптимизации запишется следующим образом:

 f(x) maх(min), х$\in $Х.

На некотором допустимом множестве Х максимизируется либо минимизируется функция от вектора переменных х$\in $Rn .

Практически любая задача управления состоит в оптимизации заданной целевой функции при некоторых ограничениях: максимизируется либо прибыль, либо объем производств, либо рентабельностью и т.д., или минимизируется либо себестоимость, либо материальные затраты и т.д. Имеются различные ограничения на ресурсы, которые обычно записываются в виде равенств и неравенств. Таким образом, получаем следующую формулировку задачи оптимизации

 f(x) maх, (4.49)

 gi (x)=0, i=1,….,m, (4.50)

 hj (x)≤0, j=1,…,k. (4.51)

Очевидно, что задача минимизации может быть превращена в задачу максимизации путем замены функции f(x)на –f(x).

В частном случае, когда все функции f(x), gi (x) и hj (x) являются линейными, задача называется задачей линейного программирования.

Исследование задач планирования показывает, что в реальной постановке они являются многокритериальными. Так, что встречающиеся выражение «достичь максимального эффекта при наименьших затратах» уже означает принятие решения при двух критериях. Оценка результатов планирования производиться на основе более десятка критериев: план по объему, по номенклатуре, план реализации, прибыли, рентабельности, производительности труда и т.д.

Теоретические и практические проблемы решения многозначительных задач приводили к тому, что все критерии, кроме одного, выбранного доминирующим, принимались, в качестве ограничений, оптимизация проводилась по доминирующему критерию. Такой подход к решению практических задач значительно снижает эффективность принимаемых решений.

В задачах математического программирования с одним критерием нужно определить значение целевой функции, соответствующее, например, минимальным затратам или максимальной прибыли. Однако, в любой реальной ситуации обнаруживается несколько целей, противоречащих друг другу.

Исследование сложных экономических систем, характеризующихся целым спектром показателей, приводит к необходимости введения понятий локального и глобального критериев оптимальности. При этом математически глобальный критерий формулируется в виде скалярной целевой функции, которая, обобщенно выражает многообразие целей, или в виде векторной функции, предоставляющей собой набор несводимых друг к другу частных целевых функций (локальных критериев).

Множественность целей развития экономических систем существенно усложняет планирование, особенно если цели разнонаправленные, и приближение к одним целям удаляет систему от достижения других. В результате возникает задача их согласования. Целью многокритериальной или векторной оптимизации и является отыскание наилучших решений по нескольким критериям.

Среди множества многокритериальных задач можно выделить задачи четырех типов:

-задачи оптимизации на множестве целей, каждая из которых должна быть учтена при выборе оптимального решения;

-задачи оптимизации на множестве объектов, качество функционирования каждого из которых оценивается самостоятельным критерием. Если качество функционирования каждого объекта оценивается несколькими критериями (векторным критерием), то такая задача называется многовекторной. Примером может служить задача распределения дефицитного ресурса между несколькими предприятиями. Для каждого предприятия критерием оптимальности является степень удовлетворения его потребности в ресурсе или другой показатель, например, величина прибыли. Для планирующего органа критерием выступает вектор локальных приоритетов предприятий;

-задача оптимизация на множестве условий функционирования. В задачах такого типа задан спектр условий, в которых функционирует объект и применительно к каждому условию качество функционирования оценивается некоторым частным критерием;

-задачи оптимизации на множестве этапов функционирования: на некотором интервале времени, разбитом на несколько этапов. Качество управления на каждом этапе оценивается частным критерием, а на множестве этапов - общим векторным критерием. Примером может служить распределение квартального плана цеха по декадам. В каждой декаде необходимо обеспечить максимальную загрузку. В результате получится критерий максимизации загрузки в каждой декаде квартала.

Многокритериальные задачи можно также классифицировать по другим признакам, например, по вариантам оптимизации, по числу или типам критериев, по соотношениям между критериями, по уровню структуризации, наличию фактора неопределенности и т.п.

При разработке методов решения векторных задач приходится решать ряд специфических проблем:

-проблема нормализации. Она возникает в связи с тем, что локальные критерии имеют, как правило, различные единицы и масштабы измерения, и это делает возможным их непосредственное сравнение. Операция приведения критериев к единому масштабу и безразмерному виду называется нормированием. Наиболее распространенным способом нормирования является замена абсолютных значений критериев их относительными величинами;

-проблема выбора принципа оптимальности. Эта проблема с определением свойств оптимального решения и решением вопроса- в каком смысле оптимальное решение превосходит все остальные;

-проблема учета приоритета критериев. Она возникает, если локальные критерии имеют различную значимость. Необходимо найти математическое определение приоритета и степень его влияния на решение задачи;

-проблема вычисления оптимума. Она возникает, если традиционные вычислительные схемы и алгоритмы непригодны для решения задачи векторной оптимизации.

Для эффективного решения любой из данных задач необходимо в первую очередь построить многокритериальную математическую модель, которую затем нужно оптимизировать, предварительно выбрав наиболее подходящий для этого метод.

Задача многокритериальной оптимизации формулируется следующим образом:

min {f1(x), f2 (x),….fK (x)}, x$\in $s, (4.52)

где fi :Rn $\rightarrow $R, К (К≥2) целевых функций. Векторы решений x= (x1,x2,….xn)Т относzтся к непустой области определения S.

Задача многокритериальной оптимизации состоит в поиске вектора целевых переменных, удовлетворяющего наложенным ограничениям и оптимизирующего векторную функцию, элементы которой соответствуют целевым функциям. Эти функции образуют математическое описание критерия удовлетворенности и, как правило, взаимно конфликтуют. Отсюда, «оптимизировать» означает найти такое решение, при котором значение целевых функций были бы приемлемыми для лица принимающего решения.

Для того чтобы обеспечить однородность частных критериев, которые, вообще говоря, имеют различные шкалы, в практике часто используют простые приемы эквивалентного преобразования неоднородных частных критериев к единому, безразмерному виду. Используются следующие формулы преобразований (в качестве стандарта выбрано преобразование в шкалу со значениями из отрезка [0;1]):

fHi(x)=$ \frac{ f\_{i}^{}(x)}{f\_{i}^{c}}$, i=1,2,…, k , (4.53)

где fHi- безразмерная величина критерия $f\_{i}(x)$;

$f\_{i}^{c}$ - предельное значение критерия $f\_{i}(x)$.

Способ выбора идеального вектора $f^{c}$=($f\_{1}^{c},….f\_{K}^{c}$) и определяет способ нормализации. Рассмотрим основные способы нормализации.

1.Идеальный вектор$ f^{c}$ определяется заданными значениями. Эти значения могут определяться экспертами. Недостатком этого способа является субъективность определения значений вектора $f^{c}$, что приводит к субъективности оптимального решения.

2.Идеальный вектор $f^{c}$ определяется максимальными значениями локальных критериев:

$ f^{c}$ ={$ f\_{1}^{max},f\_{2}^{max},f\_{к}^{max}$} . (4.54)

Недостатком этого способа является то, что он существенно зависит от максимально возможного уровня локальных критериев. В результате равноправие критериев нарушается и предпочтение автоматически отдаётся варианту с наибольшим значением локального критерия.

3.Идеальный вектор $f^{c}$ определяется исходя из возможного разброса соответствующих локальных критериев т.е.:

$ f\_{i}^{H}=\frac{f\_{i}(x)-f\_{i}^{min}(x)}{f\_{i}^{max}\left(x\right)-f\_{i}^{min}\left(x\right)}$.(4.55)

На практике известны и применяются другие, более сложные подход к нормализации критериев.

Для оценки конкурирующих решений по частным критериям используются различные средства: экспертные процедуры, математическое моделирование, эксперименты и др.

При этом выбор рационального решения связан с преодолением неопределенностей, которые имеются в связи с наличием многих критериев.

В.Парето обосновал принцип согласованного оптимума, ориентируясь на конфликтную ситуацию между несколькими субъектами с пересекающимися интересами. Согласованный оптимум означает преобразование конфликта в такую ситуацию, в которой ни один из участников конфликта не может улучшить свое состояние, не причинив своими действиями вреда партнерам. Состояние согласованного оптимума является наилучшим для всех используемых критериев.

Вектор решения х$\in $S называется оптимальным по Парето, если не существует х$'\in $S, такого, что ƒi (x)≤ ƒi(x') для всех i=1….К и ƒi (x)< ƒi(x') для хотя бы одного i. Множество оптимальных по Парето решений можно обозначить как Р(S). Целевой вектор является оптимальным по Парето если соответствующий ему вектор из области определения также оптимален по Парето. Множество оптимальных по Парето целевых векторов можно обозначить как P(Z).

Множество оптимальных по Парето векторов является подмножеством оптимальных по Парето в слабом смысле векторов. Вектор х$´\in $ S является слабым оптимумом по Парето тогда, когда не существует вектора х$\in $S такого, что ƒi (х)< ƒi(х') для всех i=1,2….К.

Диапазон значений оптимальных по Парето решений в области допустимых значений дает полезную информацию об исследуемой задаче, если целевые функции ограничены областью определения. Нижние границы оптимального по Парето множества представлены в «идеальном целевом векторе» Z$\in $Rk . Его компоненты Zi получены путем минимализации каждой целевой функции в пределах области определения.

Пусть все стороны выбрали решения, оптимальные по Парето (назовем эту ситуацию оптимальной по Парето). Согласно принципу оптимальности Парето, все стороны, действуя совместно, не могут увеличить эффективность своих решений. Однако любая сторона, уклонившись от ситуации, оптимальной по Парето при определенных условиях может добиться большего значения «своего» показателя эффективности. Иными словами, ситуации, оптимальные по Парето, не обладают устойчивостью по отношению к отклонениям от них какой-либо стороны. В тоже время желательно, чтобы ни одна из сторон, действуя в одиночку, не могла увеличить эффективность выбираемых ею решений. Другими словами, необходим поиск таких ситуаций, отклонение от которых было бы невыгодным ни для одной из сторон по отдельности.

Существование ситуаций, являющихся устойчивыми в смысле невыгодности отклонения от них ни одной из сторон, приводит к принципу равновесия по Нэшу.

Ситуации равновесия часто оказываются в разной степени предпочтительными для различных сторон. Иначе говоря, показатели эффективности решений сторон имеют неодинаковые значения в различных равновесных ситуациях. В связи с этим какая-то равновесная ситуация, выгодная для одной стороны, может оказываться невыгодной для других. Поэтому решениe i-й стороны, соответствующee какой-либо равновесной ситуации, не следует трактовать как оптимальное для этой стороны. Равновесность как принцип оптимальности имеет смысл только для набора равновесных решений всех сторон.

Решения сторон (участников конфликтной ситуации) могут быть выгодными для всех (решения, оптимальные по Парето) но неустойчивыми, или устойчивыми (равновесными по Нэшу), но необязательно наилучшими, характеризующимися наибольшими значениями показателей эффективности. При этом неустойчивость ситуаций, оптимальных по Парето, означает, что выход из этой ситуации любого из участников может оказаться выгодным для него. Устойчивость равновесной по Нэшу ситуации означает, что индивидуальный (в одиночку) выход из нее невыгоден стороне, решившейся на это.

Ситуации, оптимальные по Парето, эквиваленты для всей совокупности участников конфликта. Поэтому выбор какой-то одной ситуации из множества оптимальных по Парето должен осуществляться путем проведения соответствующих переговоров между сторонами и представляет собой компромиссное решение этих сторон. Но и о выборе решений, соответствующих тем или иным равновесным ситуациям, стороны должны предварительно договориться, так как эффективность этих решений неодинакова для различных сторон.

Таким образом, переговорный процесс, направленный на выработку компромиссных соглашений, является существенным фактором разрешения конфликтных ситуаций. В ходе переговоров могут определяться не только решения, но и процедуры, правила поведения, позволяющие отыскивать решения, приемлемые для всех сторон.

Для обеспечения устойчивости ситуаций может применяться, например, образование коалиций, что обусловлено следующим. При выработке соглашения между сторонами о выборе решений, соответствующих равновесию по Нэшу учитывается позиция каждой стороны. В отличие от этого Парето- оптимальные решения определяются общим интересом всех сторон. Естественно, возможны промежуточные случаи, когда несколько сторон объединяются в одну коалицию. При этом коалиционные результаты оказываются лучшими, чем индивидуальные (иначе образование коалиций не имело бы смысла). Число образуемых в некоторых случаях коалиций может оказываться достаточно большим.

Эффективным способом обеспечения устойчивых Парето- оптимальных соглашений является выработка специальных процедур ведения переговоров по выбору решений, базирующихся на расширении взаимной информированности сторон об их решениях и намерениях.

Помимо расширения информированности сторон имеются и других пути стабилизации возможных исходов, определяемые конкретными особенностями конфликтных ситуаций. Однако наличие множества неравнозначных для различных сторон вариантов затрудняет поиск компромисса, так как каждая сторона стремиться отстаивать наиболее выгодный для себя вариант. В связи с этим возникают новые проблемы требующие решения. В качестве примера можно привести борьбу «за первый ход». Не исключена также возможность дезинформирующих действий участников переговоров, а также опасность срыва переговорного процесса и.т.д.

Рассмотрим кратко методы решения многокритериальных задач.

1.Лексикографический метод.

Если одни целевые функции важнее других, критерий оптимальности можно определить по лексикографическому порядку.

Отношение лексиграфического порядка <lex между векторами α и b выполняется, если $α$q <b q, где q=min{k:αk≠bk}. То есть, q- ая компонента вектора$ \overline{α} $меньше q-ой компоненты вектора$\overbar{ b}$.

Вектор x$\in $Х является лексикографическим решением, если не существуют вектора x$'\in $Х, такого, что f(x')< lex f(x).

Поскольку отношение лексикографического порядка является линейным, можно доказать, что вектор х является лексикографическим решением, если для всех x$\in $Х выполняется:

f(x) < lex f(x'). (4.56)

Основной особенностью решений по лексикографическому порядку является существование выбора между критериями. Лексикографическая упорядочность требует ранжирования критериев в том смысле, что оптимизация по критерию *f*K возможна лишь тогда, когда был достигнут оптимум для предыдущих критериев. Это означает, что первый критерий имеет наибольший приоритет, и только в случае существования нескольких решений по этому критерию будет поиск решений по второму и остальным критериям.

Существование иерархии среди критериев позволяет решать лексикографические задачи последовательно, шаг за шагом минимизируя по каждому следующему критерию, и используя оптимальные значения предварительных критериев как ограничения.

2.Методы скаляризации.

В методах, основанных на свертывании системы показателей эффективности, из локальных критериев формируется один. Наиболее распространенным является метод линейной комбинации локальных (частных) критериев.

Пусть рассматриваемая экономическая система характеризуется набором локальных критериев (целевых функций)

f(x),i=1,2,…k (4.57)

и известен вектор весовых коэффициентов (вектор приоритетов) критериев

α=(α1,α2,…αk), (4.58)

характеризующий важности соответствующих критериев, причем:

$\sum\_{i=1}^{k}a=1,a\_{i}$≥0, i=1,2,…..k . (4.59)

В этом случае функция предпочтения F выбирается в виде:

F(x)=$\sum\_{i=1}^{k}a\_{i}\*f\_{i}(x)$ (4.60)

и задача векторной оптимизации сводиться к задачи скалярной оптимизации. При решении данной задачи учитывается система функций-ограничений для каждой из целевых функций fi (x), i=1,2,…k. К недостаткам данного метода можно отнести то, что решение, оптимизирующие функцию предпочтения, может оказаться неудовлетворительным по одному или сразу нескольким частным показателям. Это объясняется тем, что при достижении максимума функции предпочтения недопустимо малые значения некоторых показателей fi (x) компенсируются большими значениями остальных.

3.Метод главного критерия.

Суть метода достаточно проста: выбирается наиболее важный из всего набора критерий и проводится оптимизация при условии того, что значение остальных критериев не хуже наперед заданных фиксированных значений, считающихся удовлетворительными. Пусть выбран наиболее важный критерий f1 (перенумеруем критерии так, чтобы самый важный оказался первым). Пусть заданы числа $f\_{i}^{min}$, i=2,…k- удовлетворяющие значения соответствующих критериев. Решается следующая однокритериальная задача:

$ f\_{1}$ (х) max, (4.61)

$ f\_{1}$ (х)$\geq $ $f\_{i}^{min} $,i=2,….k (4.62)

x$\in $Х. (4.63)

Главное в этом подходе избежать двух крайних случаев: когда множество точек x, при которых выполняется все неравенства $f\_{1}$ (х)$\geq $ $f\_{i}^{min} $, совпадает с самим множеством Х (тогда непонятно, для чего нужны остальные критерии) и когда подобное пересечение с множеством Х пусто (относясь слишком привередливо к побочным критериям, мы задали такие значения $f\_{i}^{min} , $при которых не осталось ни одной допустимой точки).

4.Метод последовательных уступок.

Алгоритм метода последовательных уступок состоит в следующем:

а) критерии нумеруются в порядке убывания важности;

б) определяется оптимальное значение наиболее важного критерия $f\_{1}^{\*}$ устанавливается величина уступки Δ1 по этому критерию;

в) решается задача по критерию $f^{c}$ с дополнительным ограничением f1 (x)≥ f1 -Δ1 . Пункты б и в повторяются последовательно для критериев f2,f3,….$ $fk

5.Максимальная свертка.

В этом способе заранее задаются масштабирующие коэффициенты $f\_{i}^{0}$(в частном случае все значения можно принять равными $f\_{i}^{0}=1$) и решается задача максиминной оптимизации

g(x)=mini=1,2,..n $\frac{f\_{i} (x)}{f\_{i}^{0}}$ $\rightarrow $ maх, (4.64)

x$\in $Х. (4.65)

Коэффициенты $f\_{i}^{0}$ здесь используются для приведения всех целевых функций к одному масштабу, либо наоборот, для выделения какого либо из критериев. Основным недостатком данного подхода является возможная потеря гладкости полученной целевой функции, однако в некоторых случаев применение такого способа свертки является достаточно удобным.

6.Метод компромиссной точки.

Определим множество решений многокритериальной задачи, которое получаем при всех допустимых значениях х в следующем виде:

$Y=\left\{y\in R^{m}:y=f\left(x\right), x\in X\right\}$ .

Компромиссной точкой назовем вектор, состоящий из максимальных значений всех целевых функций:

$ f^{\*}=(\max\_{x\in X}f\_{1}\left(x\right), \max\_{x\in X}f\_{2}\left(x\right),…, \max\_{x\in X}f\_{m}(x))$.

 Рассмотрим рисунок 4.9 на примере y1, y2.

у2 f\*$\in $ Y

 у1

Рис. 4.9. Компромиссная точка

Основным исследуемым случаем является вариант, когда f\*$\notin $Y. В противном случае имеется точка, в которой достигается максимум по все критериям (f opt), она и является оптимальной.

 Решением задачи многокритериальной оптимизации будем считать точку, вектор значений целевых функций в которой минимально по норме отличается от компромиссной точки:

|| f(x)-f\*|| →min, x$\in $X (4.68)

Решение f opt многокритериальной задачи показано на рис.4.9.

Для определения компромиссной точки можно использовать:

-стандартную Евклидову норму

$\sqrt{\sum\_{i=1}^{m}(f\_{i}\left(x\right)-f\_{i}^{\*})^{2}} \rightarrow min, x\in X; $ (4.69)

-Чебышевскую норму (максимальное по модулю отклонение)

$\max\_{i=1,..n}\left|f\_{i}\left(x\right)-f\_{i}^{\*}\right| \rightarrow min, x\in X$ . (4.70)

7.Метод целевого программирования.

При решении задач методами целевого программирования предполагается приближение значения каждого критерия к определенной величине $\overline{f\_{i}}$, т.е. достижение определенной цели. В самом общем виде задача целевого программирования может быть сформулирована как минимизация сумм отклонения целевых функций (критериев) от целевых значений с нормированными весами (α1, α2,…, αк):

$∆\left(Y,\overline{Y}\right)=\sum\_{i=1}^{k}a\_{i}\left|f\_{i}\left(x\right)-\overline{f\_{i}}\right|\rightarrow min,$ (4.71)

где, $\overline{Y}=(\overline{f\_{1}}, \overline{f\_{2}},…, \overline{f\_{k}})$ – вектор целевых значений $∆(Y, \overline{Y})$ – расстояние (мера отклонения) между Y(x) и $\overline{Y}(x)$. Следует отметить, что точка $\overline{Y}(x)$, как правило принадлежит области допустимых значений, в связи с чем, ее иногда называют идеальной точкой.

8.Метод интерактивного программирования.

В методах, основанных на человеко‑машинных процедурах (методы интерактивного программирования) решения задачи происходит в интерактивном режиме. ЛПР оценивает полученное решение и вносит или изменяет заранее заданные коэффициенты или уступки по критериям, а также определяет направление оптимизации. Эта информация служит для постановки новой задачи оптимизации и получения промежуточного решения. Диалог продолжается до тех пор, пока решение не будет удовлетворять требованиям ЛПР. Основным достоинством данного метода является использование знаний и интуиции ЛПР, глубоко понимающего смысл задачи и способного правильно корректировать промежуточные результаты в нужном направлении.

9.Методы эволюционного программирования.

Гипотезы о виде зависимости целевой переменной от других формулируются системой в виде программ на некотором внутреннем языке программирования. Если это универсальный язык, то теоретически на нем можно выразить зависимость любого вида. Процесс построения таких программ строится как эволюция в мире программ (этот метод немного похож на генетические алгоритмы). Если система находит программу, которая точно выражает искомую зависимость, она начинает вносить в нее небольшие модификации и отбирает среди построенных таким образом дочерних программ те, которые повышают точность.

Система «выращивает» несколько генетических линий программ, конкурирующих между собой в точности нахождения искомой зависимости. Специальный транслирующий модуль, переводит найденные зависимости с внутреннего языка системы на понятный пользователю язык (математические формулы, таблицы и др.), делая их легкодоступными. Для того, чтобы сделать полученные результаты более понятными для пользователя – не математика, существует большой арсенал разнообразных средств визуализации выявленных зависимостей.

Поиск зависимости целевых переменных от других проводится в форме функций какого-нибудь определенного вида. Например, в одном из наиболее удачных алгоритмов этого типа – методе группового учета аргументов (МГУА) зависимость ищут в форме полиномов. Причем сложные полиномы заменяются несколькими простыми, учитывающими лишь некоторые признаки (группы аргументов). Обычно используются попарные объединения признаков. Этот метод не имеет больших преимуществ по сравнению с нейронными сетями с готовым набором стандартных нелинейных функций, но, полученные формулы зависимости, в принципе, поддаются анализу и интерпретации (хотя на практике это все-таки сложно). Принципиально подходящими для решения с помощью эволюционных вычислений являются задачи многомерной оптимизации с мультимодальными целевыми функциями, для которых нет подходящих не эволюционных методов решения: стохастические задачи; динамические задачи с блуждающим оптимумом; задачи комбинаторной оптимизации; задачи распознавания образов.

Следует отметить, что на сегодняшний день существуют различные проблемы многокритериальной оптимизации.

Можно выделить проблему, связанную с выбором принципа оптимальности, который строго определяет свойства оптимального решения и отвечает на вопрос, в каком смысле оптимальное решение превосходит все остальные допустимые решения. В отличии от задач однокритериальной оптимизации, у которых только один принцип оптимальности, в данном случае имеется большое количество различных принципов, и каждый принцип может приводить к выбору различных оптимальных решений. Это объясняется тем, что приходится сравнивать векторы эффективности на основе некоторой схемы компромисса.

В математическом отношении эта проблема эквивалентна задаче упорядочения векторных множеств, а выбор принципа оптимальности – выбору отношения порядка.

Другая проблема связанна с нормализацией векторного критерия эффективности. Она вызвана тем, что очень часто локальные критерии, являющиеся компонентами вектора эффективности, имеют различные масштабы измерения, что и затрудняет их сравнение. Поэтому приходится приводить критерии к единому масштабу измерения, т.е. нормализовать их.

Есть проблемы связанные с учетом приоритета (или различной степени важности) локальных критериев. Хотя при выборе решения и следует добиваться наивысшего качества по всем критериям, однако степень совершенства по каждому из них, как правило, имеет различную значимость. Поэтому обычно для учета приоритета вводится вектор распределения важности критериев, с помощью которого корректируется принцип оптимальности или проводится дифференциация масштабов измерения критериев.

К этому можно добавить то, что трудности вызывает одновременное наличие в задаче многокритериального программирования качественных и количественных критериев, а именно – перевод из качественных в количественные критерии для дальнейшей оптимизации построенной математической модели. Да и сам правильный подбор весовых коэффициентов иногда сделать не так просто.

Рассмотренные проблемы определяют трудности многокритериальной оптимизации, поэтому насколько успешно они будут решены, зависит успех и правильность выбора решения. Поэтому в процессе непременно должно участвовать ответственное за принятие решения лицо. Должны быть разработаны интерактивные процедуры оптимизации, при которых во время процесса решения задачи производится ввод необходимой информации от ЛПР. Это может быть информация как об относительной важности критериев, так и о том, насколько лучше или хуже остальных изменилось значение конкретного критерия после последнего шага алгоритма оптимизации.

Возможными путями решения рассмотренных выше проблем многокритериальной оптимизации может стать применение сверток и способов нормализации.

Также одним из возможных вариантов решения задач многокритериальной оптимизации является использование эволюционных алгоритмов. Эта область является перспективной, так как при построении эволюционных методов решения нет четких предписаний, а используются лишь эволюционные принципы построения генетических алгоритмов. Таким образом, можно использовать комбинацию какого-либо из рассмотренных методов многокритериальной оптимизации и генетического алгоритма для решения задачи многокритериальной оптимизации.

Вопросы для самопроверки

1.Какие возникают основные проблемы при разработке методов решения многокритериальных задач?

2.Какие существуют приемы эквивалентного преобразования неоднородных частных критериев к единому?

3.Дайте краткую характеристику лексикографического метода решения многокритериальных задач.

4.Дайте краткую характеристику метода скаляризации критериев.

5.Дайте краткую характеристику метода выделения главного критерия.

6.Дайте краткую характеристику метода последовательных уступок.

7.Дайте краткую характеристику метода максиминной свертки критериев.

8.Дайте краткую характеристику метода компромиссной точки.

9.Дайте краткую характеристику метода целевого программирования.

10.Дайте краткую характеристику метода интерактивного программирования

11.Дайте краткую характеристику метода эволюционного программирования.

**4.3. Балансовые методы планирования**

Наиболее распространённым в экономике методом планирования является балансовый метод. Балансы выполняют различные функции, разрабатываются для различных целей и используются в различных сферах экономической деятельности: в планировании и прогнозировании, статистике, бухгалтерском учете и анализе хозяйственной деятельности. Их совокупность позволяет охарактеризовать, объединить и сбалансировать многочисленные экономические процессы и явления.

Балансовые модели предназначены для анализа и планирования производства и распределения продукции на различных уровнях – от отдельного предприятия до народного хозяйства в целом. Если вспомнить историю, то можно наблюдать, что в экономике многих государств, в разное время случались экономические кризисы разных крайностей от кризисов производства (США, середина ХХ века), до дефицита (Россия, конец ХХ века). Все эти экономические кризисы связаны с нарушением баланса между производством и потреблением. Из этих факторов видно, что баланс между произведенной продукцией и потреблением является важными критериями, как для макроэкономики, так и для микроэкономики.

В планировании и прогнозировании балансовый метод обеспечивает увязку потребностей и ресурсов в масштабе всего общественного производства, координацию в развитии смежных отраслей и производств, обеспечивает пропорциональность и взаимоувязку всех элементов народного хозяйства. С его помощью вскрываются диспропорции, выявляются неиспользованные резервы, намечаются и обосновываются новые пропорции.

Используемые в планировании, прогнозировании балансы можно объединить в три группы: материальные, стоимостные, трудовые.

Материальные балансы характеризуют производство и использование конкретных видов продукции, сырья, материалов (топлива, электроэнергии, металла и др.), производственных мощностей, оборудования, основных фондов и т.д. Материальные балансы разрабатываются в физических единицах, условно‑натуральном и стоимостном выражениях и состоят из двух частей: ресурсной, где отражаются показатели, характеризующие ресурсы по всем источникам поступления, и распределительной, характеризующей направления использования ресурсов. Эти части должны быть равны.

Материальные балансы строятся по следующей схеме (рис 4.10).

Материальные балансы разрабатываются на всех уровнях управления предприятия, отрасли, региона, страны в целом для выявления обеспеченности производства сырьем и материалами, определения материально‑вещественных пропорций в народном хозяйстве. В совокупности материальных балансов выделяют: топливно‑энергетичекий, баланс производственных мощностей, балансы машин и оборудования, балансы основных фондов и т.д.

|  |  |
| --- | --- |
| Ресурсы | Распределение |
| Остатки на начало периода | Производственно‑эксплуатационные нужды (по конкретным потребителям) |
| Производство (по конкретным производителям) | Рыночные фонды |
| Импорт | Экспорт |
| Разбронирование государственных резервов | Пополнение государственных резервов |
| Прочие поступления | Остатки на конец периода |
| Всего | Всего |

Рис. 4.10. Схема материального баланса

Топливно‑энергетический баланс характеризует наличие, распределение и использование топлива и энергии в стране. Он разрабатывается как в натуральном исчислении, так и в пересчете на условное топливо. В ресурсной части баланса отражаются группы и виды топливно‑энергетических ресурсов: природное топливо (уголь, нефть, газ, отходы лесозаготовок и деревообработки и т.п.), природные энергоносители, продукты переработки топлива (кокс, мазут, угольные и торфяные брикеты, бензин и т.п.), горючее, побочные топливные энергоносители, электроэнергия, теплоэнергия (пар, горячая вода), сжатый воздух. В распределительной части отражается расход топлива и энергии по целевым направлениям их использования ( в качестве сырья и материалов на не топливные нужды, непосредственно в качестве топлива или энергии), их потери, отпуск на сторону и остатки у потребителей и поставщиков. Баланс позволяет определить общие размеры и структуру производства и потребления всех видов топлива и энергии в стране, выявить направления их использования.

Баланс производственных мощностей показывает наличие мощностей на начало и конец периода, движение (прирост, выбытие), уровень использования производственных мощностей по выпуску конкретных видов промышленной продукции. Составляется в натуральном выражении, но в ряде отраслей машиностроения также и в стоимостном выражении.

Балансы машин и оборудования характеризуют общее наличие оборудования и машин и их распределение по направлениям использования.

Балансы основных фондов характеризуют воспроизводство основных фондов по народному хозяйству, отраслям и формам собственности. Данные балансов имеют большое значение для анализа воспроизводства, изучения объема и структуры основных фондов в народном хозяйстве, исчисления показателей эффективности их использования. По ним исчисляют показатели износа, годности, обновления, выбытия основных фондов. Данные о наличии основных фондов используются для расчета показателей фондоемкости, фондовооруженности, фондоотдачи и других важных экономических показателей.

К материальным балансам относятся балансы земельных угодий, государственных ресурсов зерна, картофеля, технических культур, кормов и другие.

Стоимостные балансы это балансы, где отраженно образование доходов по всем источникам поступления и их распределение по направлениям использования. Они отражают процесс движения финансовых ресурсов, экономические связи, пропорции, процесс формирования и использования доходов государства, предприятий, населения в стоимостном выражении. К стоимостным балансам относятся баланс доходов и расходов населения, предприятий, госбюджет, финансовый, платежный, расчетный балансы и другие.

Баланс денежных доходов и расходов населения применяется для расчета реальных доходов, покупательской способности населения, спроса и предложения на товары, а также для регулирования денежного обращения и эмиссии денег в стране. Разрабатывается в целом по стране и по отдельным регионам, а также по отдельным группам населения. Состоит из двух частей: доходной и расходной. Доходная часть отражает доходы населения по всем источникам поступления расходная – все направления расходов. Баланс показывает оборот денег между общественными группами, миграцию денег. Он разрабатывается в составе плановых документов и отражает сбалансированность денежных доходов и расходов населения. Денежные доходы за вычетом оплаты услуг, платежей и сбережений составляют покупательные фонды населения, в соответствии с которыми определяется объём розничного товарооборота.

Сводный баланс финансовых ресурсов – сводный прогнозно­аналитический документ, показатели которого являются основой для принятия решений в области налоговой, ценовой, кредитной политики и особенно для разработки госбюджета. Схема финансового баланса отличается от обычной. Он состоит из трех частей, отражающих формирование, распределение и использование финансовых ресурсов.

В системе стоимостных балансов особое место занимает платежный. Он представляет собой документ, отражающий внешнеэкономические операции страны за определенный период.

Трудовые балансы представляют систему сводных и частных балансов, которая отражает процесс воспроизводства рабочей силы, выявляет наличие трудовых ресурсов и потребность в них по отраслям, сферам народного хозяйства, формам собственности, позволяет изучать состав трудовых ресурсов по социальным группам, выявлять резервы рабочей силы.

Центральное место в системе трудовых балансов занимает сводный баланс трудовых ресурсов. Он состоит из двух частей. В первой характеризуется наличие и численный состав трудовых ресурсов, вторая – направления их использования по сферам и отраслям народного хозяйства, по видам занятости, формам собственности и общественным группам с выделением города и сельской местности.

Балансовые модели основываются на понятии межотраслевого баланса, который представляет собой таблицу, характеризующую связи между отраслями (экономическими объектами) экономической системы.

Предположим, что рассматривается n отраслей промышленности (Р1, Р2,…, Рn), каждая из которых производит свою продукцию. Пусть общий объем производственной продукции i‑отрасли равен Xi. Полная стоимость продукции произведенной i‑отраслью будем называть валовым продуктом этой отрасли. Теперь рассмотрим, на что тратится производимая продукция.

**Первый квадрант.** Каждая отрасль представлена двояким образом: она выступает в роли поставщика производимой ею продукции(элемент строки) – в роли потребителя продукции других отраслей (элемент столбца).

Если P1 – производство электроэнергии, P2  – угольная промышленность, то X12 – годовые затраты электроэнергии на производство угля, а X21 – аналогичные затраты угля на производство электроэнергии. P1 выступает как поставщик электроэнергии и как потребитель угля. Отрасль P1 является также потребителем собственной продукции. Электроэнергия стоимостью X11 денежных единиц используется внутри отрасли. Аналогичный смысл имеет X22 и все Xij. В общем случае, Xi1, Xi2,…, Xii,…, Xin – объемы поставок продукции i‑й отрасли отраслям, входящим в экономическую систему. Сумма этих поставок

 Xi1 + Xi2 +…+ Xin= $\sum\_{j=1}^{n}X\_{ij}$ (4.72)

выражает суммарное производственное потребление продукции Pi и записывается в i-й строке (n+1)-столбца таблицы.

Таблица 4.2

Анализ общей структуры межотраслевого баланса.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Отрасли | P1 | P2 | .... | Pi | …. | Pn | Итого | Конечный продукт | Валовый продукт |
| P1 | X11 | X12 | … | X1i | …. | X1n | ∑ X1j | Y1 | X1 |
| P2 | X21 | X22 | …. | X2i | …. | X2n | ∑ X2j | Y2 | X2 |
| …. | …. | …. | …. | I квадрант | …. | II квадрант |
| Pi | Xi1 | Xi2 | …. | Xii | …. | Xin | ∑ Xij | Yi | Xi |
| …. |  |  | …. |  | …. |  |  |  |  |
| Pn | Xn1 | Xn2 | …. | Xni | …. | Xnn | ∑ Xnj | Yn | Xn |
| Итого | ∑ Xk1 | ∑ Xk2 | …. | ∑ Xki | …. | ∑ Xkn | ∑∑ Xkj | ∑Yk | ∑Xk |
| Условно чистая продукция | V1 | V2 | …. | Vi | …. | Vn | ∑ Vj | IV квадрант |
|  |  |  | III квадрант |  |
| Валовый продукт | X1 | X2 | …. | Xi | …. | Xn | ∑ Xj |

В нашем примере

X11 + X12 +…+ X1n=∑ X1j (4.73)

есть суммарное производственное потребление электроэнергии, а

X21 + X22 +…+ X2n=∑ X2j  (4.74)

суммарные затраты угля на производственные нужды отраслей, входящих в экономическую систему.

Посмотрим теперь на Pi как на элемент столбца. В столбце с номером i расположены объемы текущих производственных затрат продукции отраслей, входящих в экономическую систему, на производство продукции i‑й отрасли. В (n+1)‑й строке указанного столбца записана сумма текущих производственных затрат Pi за год:

$\sum\_{k=1}^{n}X\_{ki}= X\_{1i}+X\_{2i}+…+ X\_{ni}$ . (4.75)

Просуммировав первые n элементов (n+1)‑й строки, получим величину текущих производственных затрат всех отраслей:

$\sum\_{k=1}^{n}X\_{k1}+ \sum\_{k=1}^{n}X\_{k2}+…+ \sum\_{k=1}^{n}X\_{kj}+…+\sum\_{k=1}^{n}X\_{kn}=\sum\_{j=1}^{n}\left(\sum\_{k=1}^{n}X\_{kj}\right)$. (4.76)

Сумма первых n элементов (n+1)‑го столбца

$\sum\_{k=1}^{n}X\_{1j}+ \sum\_{k=1}^{n}X\_{2j}+…+ \sum\_{k=1}^{n}X\_{ij}+…+\sum\_{k=1}^{n}X\_{ni}=\sum\_{k=1}^{n}\left(\sum\_{j=1}^{n}X\_{kj}\right)$ (4.77)

есть стоимость продукции всех отраслей, которая была использована на текущее производственное потребление.

Нетрудно убедиться в том, что суммы (4.76) и (4.77) состоят из одних и тех же слагаемых (всех Xкj) и поэтому равны между собой:

$\sum\_{j=1}^{n}\left(\sum\_{k=1}^{n}X\_{kj}\right)= \sum\_{k=1}^{n}\left(\sum\_{j=1}^{n}X\_{kj}\right)$ . (4.78)

Равенство (4.78) означает, что текущие производственные затраты всех отраслей равны их текущему производственному потреблению. Число $\sum\_{j=1}^{n}\sum\_{k=1}^{n}X\_{kj}$ есть так называемый промежуточный продукт экономической системы.

Элементы, стоящие на пересечении первых (n+1) строк и первых (n+1) столбцов, образуют первый квадрант (четверть). Это важнейшая часть межотраслевого баланса, поскольку именно в ней содержится информация о межотраслевых связях.

**Второй квадрант** расположен в таблице справа от первого. Он состоит из двух столбцов. Первый из них – столбец конечного потребления продукции отраслей. Под конечным потреблением понимают личное и общественное потребление, не идущее на текущие производственные нужды. Сюда включается накопление и возмещение выбытия основных фондов, прирост запасов, личное потребление населения, расходы на содержание государственного аппарата и оборону, затраты по обслуживанию население (здравоохранение, просвещение и т.д.), сальдо экспорта и импорта продукции. Во втором столбце представлены объемы валовой продукции отраслей. Суммарный (валовой) выпуск i‑й отрасли определяется как

$ X\_{i}= \sum\_{j=1}^{n}X\_{ij}+Y\_{i}$ . (4.79)

Равенство (4.79) означает, что вся произведенная i‑й отраслью продукция потребляется. Часть ее, в форме суммарного производственного потребления продукции Pi идет на производственные нужды отраслей,входящих в экономическую систему. Другая часть потребляется в форме конечного продукта.

Так, часть продукции угольной промышленности, как мы уже отмечали, используется внутри экономической системы, а другая – в качестве сырья, топлива – будет потреблена отраслями, не вошедшими в состав экономической системы, и составит часть экспорта страны, пойдет на отопление жилищ и т.п.

Квадранты I и II отражают баланс между производством и потреблением.

Ко второму квадранту относится также и та часть (n+1)‑й строки, в которой расположены суммарный конечный продукт

$\sum\_{k=i}^{n}Y\_{k}=Y\_{1}+Y\_{2}+…+Y\_{n}$ (4.80)

и суммарный валовой продукт

$\sum\_{k=1}^{n}X\_{k}= X\_{1}+X\_{2}+…+ X\_{n}$ . (4.81)

**Третий квадрант** расположен в таблице под первым. Он состоит из двух строк. Одна из них содержит объем валового продукта по отраслям, а другая – условно чистую продукцию отраслей V1, V2,…,Vn. В состав условно чистой продукции входят амортизационные отчисления, идущие на возмещение выбытия основных фондов, заработная плата и прибыль и т.д.

Она определяется как разность между валовым продуктом отрасли и суммой ее текущих производственных затрат. Так, для Pi имеет место равенство

$ X\_{i}=V\_{i}+\sum\_{k=1}^{n}X\_{ki}$ (4.82)

Первый и третий квадранты отражают стоимостную структуру продукции каждой отрасли. Так, равенство (4.82) показывает, что стоимость валового продукта Xi i‑отрасли складывается из стоимости той части продукции отраслей системы, которая была использована для производства Xi, из амортизационных отчислений, затрат на оплату труда, из чистого дохода отрасли, из стоимости ресурсов, не производящихся внутри экономической системы, и т.д.

Используя равенства (4.81) и (4.82), подсчитаем суммарный валовой продукт.

Из (4.81) следует, что

$\sum\_{i=1}^{n}X\_{i}=\sum\_{i=1}^{n}Y\_{i}+\sum\_{j=1}^{n}\left(\sum\_{j=1}^{n}X\_{ij}\right)$, (4.83)

а из (4.82) получаем:

$\sum\_{i=1}^{n}X\_{i}=\sum\_{i=1}^{n}V\_{i}+\sum\_{i=1}^{n}\left(\sum\_{k=1}^{n}X\_{ki}\right)$. (4.84)

 Вторые слагаемые в правых частях равенств (4.83) и (4.84) выражают одну и ту же величину – промежуточный продукт. Отсюда и из равенства левых частей (4.83) и (4.84) делаем вывод о равенстве первых слагаемых:

$\sum\_{i=1}^{n}Y\_{i}=\sum\_{i=1}^{n}V\_{i}$.

 Итак, суммарный конечный продукт равен суммарной условно чистой продукции.

 **Четвертый квадрант** непосредственного отношения к сфере производства отношения не имеет, поэтому мы его заполнять не будем.

 В IV квадранте показывается, как полученные в сфере материального производства первичные доходы населения (заработная плата, личные доходы членов кооперативов, денежное довольствие военнослужащих и т.д.), государства (налоги, прибыль с производства государственного сектора и т.д.), кооперативных и других предприятий перераспределяются через различные каналы (финансово‑кредитную систему, сферу обслуживания, общественно‑политические организации и т.д.), в результате чего образуются конечные доходы населения, государства и т.д.

 Как известно, при построении математической модели конкретного объекта или процесса невозможно учесть все многообразие его свойств, связей, особенностей. В первую очередь все сказанное относится к экономико‑математическому моделированию. Это связано со сложностью, многогранностью изучаемого объекта, с большим количеством самых разнообразных зависимостей между его отдельными элементами. Поэтому построению математической модели предшествует этап выделения главных, существенных связей.

 В качестве характеристики выпускаемой каждым экономическим объектом продукции выбираем ее валовой выпуск:

 P1→X1→P2→ X2… Pn→ Xn.

 Комплексность потребления: для выпуска данного количества продукции Xi экономический объект Pi должен получить строго определенное количество продукции других объектов:

 X1i→

 X2i→ {Xi}

 …

 Xni→

 Под Xki мы понимаем стоимость той части продукции k‑й отрасли Pk, которую должна использовать отрасль Pi в качестве сырья, полуфабрикатов, топлива и т.д., чтобы обеспечить выпуск своей продукции в объеме Xi.

 Линейность: увеличение выпуска продукции в некоторое число раз k требует увеличения потребления экономическим объектом всех указанных продуктов так же в k раз. Другими словами, нормы производственных затрат не зависят от объема выпускаемой продукции. Для того чтобы Pi выпустила валовой продукции стоимостью в одну денежную единицу, она должна получить от отраслей продукции a1i, a2i,…,ani денежных единиц, а для обеспечения всего валового выпуска i‑й отрасли потребуется соответственно

 X1i = a1iXi

 X2i = a2iXi

 … (4.86)

 Xni = aniXi

продукции отраслей системы.

 Аналогичные соотношения имеют место для всех отраслей:

 Xij = aij.$X\_{j}$; i, j=1,2,…,n . (4.87)

 Функции вида (4.87) – однофакторные производственные функции, представленные как функции затрат.

 Все n2 указанных функций линейны относительно объема выпускаемой продукции. Поэтому мы и говорим о линейных балансовых моделях.

 Коэффициенты пропорциональности aij называют технологическими коэффициентами или коэффициентами прямых внутрипроизводственных затрат.

 Выпускаемая каждым экономическим объектом продукция частично потребляется другими объектами системы в качестве сырья, полуфабрикатов и т.п. (внутрипроизводственное потребление), а часть идет на личное и производственное потребление вне данной экономической системы (внепроизводственное потребление в форме конечного продукта):

$X\_{i}=\sum\_{k=1}^{n}X\_{ik}+Y\_{i}, i=1,2,…,n.$ (4.88)

 Исходя из вышеизложенного, приходим к линейной балансовой модели:

X1=a11X1+ a12X2+…+ a1nXn + Y1

X2=a21X1+ a22X2+…+ a2nXn + Y2

…..

Xi=ai1X1+ ai2X2+…+ ainXn + Yi (4.89)

…..

Xn=an1X1+ an2X2+…+ annXn + Yn .

 Система содержит n2 технологических коэффициентов aij, n конечных продуктов Yi и n валовых продуктов Xj. Система линейна как относительно Xj, так и относительно Yi.

 Если в системе (4.89) задать любые n из 2n неизвестных, то получим систему n линейных уравнений относительно оставшихся n=2n-n неизвестных.

В связи с этим возникают следующие три основные задачи:

-по данному вектор‑столбцу X, который будем называть вектор‑столбцом объемов производства, найти вектор‑столбец конечной продукции Y;

-обратная задача: по заданному вектору Y найти вектор X;

-смешанная задача: зная значения части Xi и Yj, найти соответствующие Yi и Xj.

 Технологические коэффициенты, или, как их еще называют, коэффициенты прямых внутрипроизводственных затрат aij показывают, какое количество продукта i‑й отрасли надо затратить на производство единицы валового продукта j‑й отрасли. Коэффициенты прямых затрат считаются постоянными величинами в статистических межотраслевых моделях.

 Прежде всего, возникает вопрос о том, каким образом можно получить значения коэффициентов aij.

 Есть два основных пути.

**1.Статистический.** Коэффициенты aij определяются на основе анализа отчетных балансов за прошлые годы. Неизменность во времени коэффициентов прямых затрат в этом случае достигается подходящим выбором отраслей межотраслевого баланса. Как показывает практика, при правильном выборе достаточно крупных отраслей коэффициенты aij оказываются достаточно устойчивыми.

$a\_{ij}=\frac{X\_{ij}}{X\_{j}}$, i,j=1,2,…,n, (4.90)

где Xij, и Xj взяты из отчетного баланса.

**2.Нормативный.** Строится модель отрасли межотраслевого баланса. В этой модели отрасль рассматривается как совокупность отдельных производств, для каждого из которых уже разработаны нормативы затрат. Если заранее знать, какую продукцию будут выпускать производства отрасли, то по нормативам затрат можно рассчитать среднеотраслевые коэффициенты прямых затрат.

 Определив коэффициенты aij, можно использовать систему (4.89) для решения сформулированных выше задач.

 Технологические коэффициенты aij обладают следующими свойствами:

 0 ≤ aij ≤ 1, i, j =1,2,…,n;

 $\sum\_{i=1}^{n}a\_{ij}<1$, j =1,2,…,n.

 Систему (4.89) заменим матричным уравнением:

 Y=(E-A)X , (4.91)

где

$X=\begin{matrix}X\_{1}\\X\_{2}\\\begin{matrix}…\\X\_{i}\\\begin{matrix}…\\X\_{n}\end{matrix}\end{matrix}\end{matrix}$ ‑ вектор‑столбец объемов производства;

$Y=\begin{matrix}Y\_{1}\\Y\_{2}\\\begin{matrix}…\\Y\_{i}\\\begin{matrix}…\\Y\_{n}\end{matrix}\end{matrix}\end{matrix}$ – вектор‑столбец конечной продукции;

A= $\begin{matrix}a\_{11}&a\_{12}…a\_{1n}\\a\_{21}&a\_{22}…a\_{2n}\end{matrix}$

 … … … - матрица технологических коэффициентов;

$\begin{matrix}a\_{i1}&a\_{i2}…a\_{in}\\a\_{n1}&a\_{n2}…a\_{nn}\end{matrix}$

$E=\begin{matrix}1&0&0…0\\0&1&0…0\\0&0&1…0\end{matrix}$

 … … … … - единичная матрица.

$\begin{matrix}0&0&0…1\end{matrix}$

Система (4.91) позволяет по данному вектор‑столбцу объемов производства найти вектор‑столбец конечной продукции.

Для решения обратной задачи надо решить следующую систему:

 $X=(E-A)^{-1}$Y, (4.92)

где (E-A)-1 – матрица, обратная матрице (E-A).

Матрица А называется продуктивной, если существует неотрицательный вектор Х0, такой, что Х0 > AХ0. Другими словами, если матрица А продуктивна, то для выпуска продукта каждой отрасли требуется затрат меньше, чем стоит сам продукт.

Матрица А продуктивна тогда и только тогда, когда матрица B=(E-A)-1 неотрицательна.

Матрицу B=||bij|| называют матрицей коэффициентов полных внутренних затрат. Коэффициент bij выражает стоимость той части валового продукта Pi, которая необходима Pi для выпуска ею единицы конечной продукции.

До сих пор мы говорили о затратах, распределении и потреблении продукции, произведенной экономическими объектами, входящими в данную экономическую систему. Однако если экономическая система не охватывает всю экономику страны, то не исключена возможность того, что в процессе производства в качестве сырья, полуфабрикатов и т.д. будут использоваться продукты, произведенные за ее пределами.

Особая роль принадлежит трудовым ресурсам и капиталовложениям. Эти два фактора производства всегда являются внешними по отношению к любой экономической системе. Тем не менее с помощью метода межотраслевого баланса можно определить затраты труда, капитала и других ресурсов, не производящих внутри нее.

Вопросы для самопроверки

1.Дайте краткую характеристику балансового метода планирования и прогнозирования.

2.Дайте характеристику материальных балансов.

3.Дайте характеристику стоимостных балансов.

4.Дайте характеристику трудовых балансов.

5.Дайте характеристику межотраслевого баланса.

6.Дайте характеристику коэффициентам прямых внутрипроизводственных затрат.

**Рекомендуемая литература**

1. Алексеева, М. М. Планирование деятельности фирмы. - М.: Финансы и статистика, 1997. - 248 с.
2. Бережная, Е.В., Бережной, В.И. Математические методы моделирования экономических систем. - М.: ФиС, 2006.-432 с.
3. Бывшев, В-А. Эконометрика.-М.: Финансы и статистика, 2008.
4. Бабич, Т.Н. Прогнозирование и планирование в условиях рынка: Учебное пособие /Т.Н. Бабич, И.А. Козьева, Ю.В. Вертакова, Э.Н. Кузьбожев. -М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 336с.
5. Басовский, Л.Е. Прогнозирование и планирование в условиях рынка: Учебное пособие / Л.Е. Басовский. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 260 с.
6. Вагнер, Г. Основы исследования операций. Перевод с англ., Б. Т. Вавилова. - М.: Мир, 1972, - том , - 335 с., том 2-488 с., том 3-501 с.
7. Васильев, О.В., Аргучинцев, А.В. Методы оптимизации в задачах и упражнениях. -М.: ФМЛ, 1999.
8. Владимирова, Л.П. Планирование и прогнозирование в условиях рынка. - М.: Дашков и К, 2004. - 400 с.
9. Гмурман, В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. - М.: Высшая школа, 1998.
10. Гришин, А.Ф., Котов-Дарти, С.Ф., Ягунов, В.Н. Статистические модели в экономике. - Ростов н/Д: Феникс, 2005. - 344с.
11. Горемыкин, З.А. Планирование на предприятии/В. А. Горемыкин [и др.]. - М.: Филинь, 1999. - 592 с.
12. Дуброва, Т.А. Статистические методы прогнозирования: Учебно-практическое пособие - М.:МЭСИ, 1999.
13. Красс, М.С., Бупрынов, Б.П. Математика в экономике. Математические методы и модели. - М.: Финансы и статистика, 2007.-541 с.
14. Карманов, З.Г. Математическое программирование. - М.: ФМЛ, 2004.-264с.
15. Коробов, П.Н. Математическое программирование и моделирование экономических процессов. - М.: ДНК, 2006.
16. Кузык, Б.Н. Прогнозирование, стратегическое планирование и национальное программирование: Учебник / Б.Н.Кузык, В.И.Кушлин, Ю.В.Яковец. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва: Экономика, 2011. - 604 с.
17. Кюнци, Г.П., Крелле,В- Нелинейное программирование. - М.: Советское радио, 1965.
18. Лабскер, Л.Г., Бабешко,Л.О. Игровые методы в управлении экономикой. - М.: Дело, 2001.
19. Ланкастер, Д. Математическая экономика. Перевод с англ. под ред. Д.Б. Юдина. - М.: Советское радио, 1997. - 464 с.
20. Логвинов, С.А. Макроэкономическое планирование и прогнозирование: Учебное пособие / С.А. Логвинов, Е.Г. Павлова. - М.: Финансовый университет, 2011. - 178 с.
21. Невская, Н.А. Макроэкономическое планирование и прогнозирование: Учебник / Н.А. Невская. - М.: Юрайт, 2013.
22. Орлов, А.И. Прикладная статистика. - М.: Экзамен, 2007.-672 с.
23. Прогнозирование и планирование в условиях рынка/ под ред. Т. Г. Морозовой, А. В. Пулькина. - М: ЮНИТИ-ДАНА, 1999. -318с.
24. Палий, И. А. Линейное программирование. -М.: Эксмо, 2008.
25. Стратегическое планирование/Под ред. Э.А.Уткина. - М.: ЭКМОС, 1998.-438с.
26. Трифонов, Ю.В., Лапаев, Д.Н., Рузанов, А.И.Экономико - математические методы принятия оптимальных решений: Учебное пособие. - Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского госуниверситета, 2012. - 255 с.
27. Трифонов, Ю.В. Стратегическое управление в рыночной экономике: монография/ Ю. В. Трифонов [и др.]. - Н. Новгород: Изд-во ННГУ, 2003. -291с.
28. Трояновский, В-М. Математическое моделирование в менеджменте. - М.: Экономика, 1999. - 240 с.
29. Хан, Д. Планирование и контроль: концепция контроллинга/ Пер. с нем. - М: Финансы и статистика, 1997. - 800 с.
30. Ханк, Д.Э. Бизнес прогнозирование/ Д.Э. Ханк [и др.]. - М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. - 656 с.
31. Химмельблау, Д. Прикладное нелинейное программирование. - М.: Мир, 1975.
32. Черныш, Е.А. Прогнозирование и планирование: учебное пособие/ Е. А. Черныш [и др.]. - М.: ПРИОР, 1999. - 292 с.
33. Экспертные системы. Принципы работы и примеры/ Пер с англ. - М.: Радио и связь, 1982. - 160 с.

**Журналы**

1. Вопросы статистики.

2. Проблемы прогнозирования.

3. Проблемы теории и практики управления.

4. Экономика и математические методы.

**Ресурсы Интернет**

1. http://www.gks.ru - Федеральная служба государственной статистики России.

2. http://www.economygov.ru- сайт Министерства экономического развития и торговли.

3. http://www.rnem.ru - официальный сайт Общероссийского конгресса муниципальных образований (преемник Конгресса муниципальных образований).

4. http://dl.sumdu.edu.ua/mo/rus/rus.html - курс «Методы оптимизации» (в том числе, общая информация о линейном программировании в одной из глав).

5. http://www.еcourses.ru:9000/courses/9/kurs\_1.html - курс лекций по линейному программированию.

6. http://prepоd12000.kulicki\_2000/part2.html - сетевое планирование и управление.

7. http:// www.chat.ru/~saisa/gа.html. - о генетические алгоритмах.

8. http://www.огс.ru/~stasson/neurox. html - Нейронные сети. Введение в теорию нейронных сетей и программная реализация их основных конфигураций.

9. http://softlab.od.ua/algo/neuro/index.html - ссылки на ресурсы по нейросетям и генетическим алгоритмам.

10. http://www.cemi.rssi.ru-Центральный экономико-математический институт Российской Академии наук (ЦЭМИ РАН).

Михаил Николаевич **Павленков**

**Планирование и прогнозирование экономических систем**

***Учебное пособие***

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Нижегородский государственный университет им. Н.И.Лобачевского»

603950,Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23

Подписано в печать 00.00.2016.Формат 60х84 1/16.

Бумага офсетная. Печать офсетная. Гарнитура Таймс.

Усл.печ.л.0,0.Уч.-изд.л.0,0.

Заказ № 000. Тираж 000 экз.

Отпечатано в типографии Нижегородского университета

им. Н.И. Лобачевского

603600, г. Нижний Новгород, ул.Большая Покровская, 37

Лицензия ПД № 18-0099 от 14.05.01