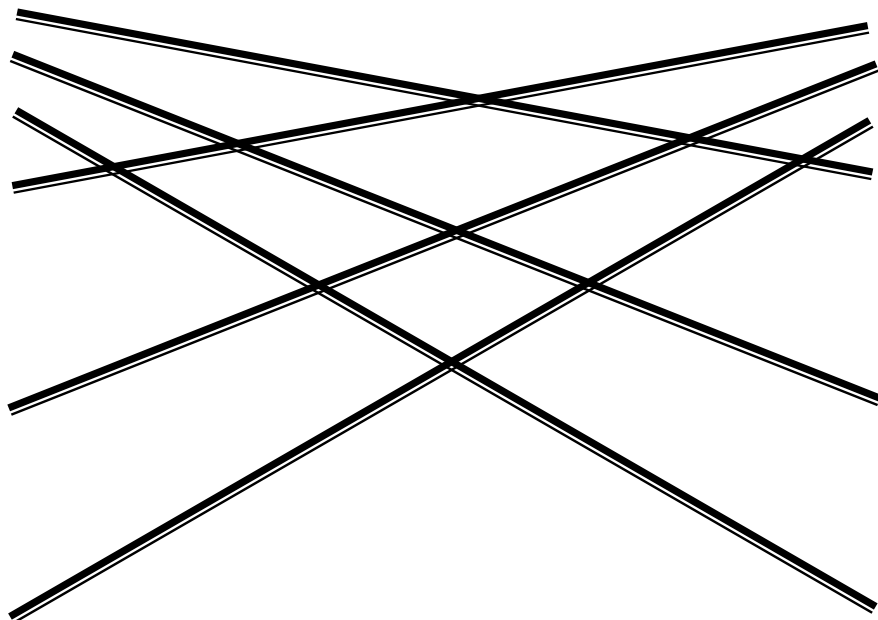


**А.В. Пархоменко, Л.В. Пархоменко,  
Б.И. Герасимов**

**ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ КОНТРОЛ-  
ЛИНГА НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ**



◆ ИЗДАТЕЛЬСТВО ТГТУ ◆

**Министерство образования и науки Российской Федерации**

Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**"Тамбовский государственный технический университет"**

Институт "Экономика и управление производствами"

**А.В. Пархоменко, Л.В. Пархоменко, Б.И. Герасимов**

**ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ  
МОДЕЛИ КОНТРОЛЛИНГА  
НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ**

*Утверждено к изданию секцией по экономическим наукам  
Научно-технического совета ТГТУ*

Под научной редакцией доктора экономических наук,  
профессора Б.И. Герасимова



---

Тамбов  
Издательство ТГТУ  
2005

ББК У9(2)301  
П18

Рецензенты:

Доктор экономических наук, профессор  
*В.Д. Жариков*

Доктор экономических наук, профессор  
*Н.И. Куликов*

**Пархоменко, А.В.**

П18 Экономико-математические модели контроллинга на промышленном предприятии / А.В. Пархоменко, Л.В. Пархоменко, Б.И. Герасимов ; под науч. ред. д-ра экон. наук, проф. Б.И. Герасимова. Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2005. 96 с.

Рассмотрены вопросы моделирования оперативного контроллинга в условиях риска и решены вопросы практического применения предлагаемых моделей.

Предназначена для специалистов, занимающихся вопросами оперативного управления на предприятии, а также аспирантов и студентов экономических специальностей университетов и других высших учебных заведений.

ББК У9(2)301

**ISBN 5-8265-0421-8** Пархоменко А.В., Пархоменко Л.В., Герасимов Б.И., 2005  
© Тамбовский государственный  
технический университет  
(ТГТУ), 2005

**Научное издание**

ПАРХОМЕНКО Анна Вячеславовна,  
ПАРХОМЕНКО Лев Васильевич,  
ГЕРАСИМОВ Борис Иванович

**ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ  
МОДЕЛИ КОНТРОЛЛИНГА НА  
ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ**

Монография

Редактор Т.М. Глинкина

Инженер по компьютерному макетированию М.Н. Рыжкова

Подписано к печати 28.06.2005

Формат 60 × 84/16. Бумага офсетная. Печать офсетная.

Гарнитура Times New Roman. Объем: 5,58 усл. печ. л.; 5,5 уч.-изд. л.

Тираж 400 экз. С. 470<sup>М</sup>

Издательско-полиграфический центр  
Тамбовского государственного технического университета  
392000, Тамбов, Советская, 106, к. 14

## ВВЕДЕНИЕ

---

---

Глубокие трансформационные процессы, протекающие в экономике России, не будут иметь успеха, если они не затронут ядро любой национальной экономики предприятия и, прежде всего, производственные и управленческие процессы. Особую роль при этом играет оперативное управление, приобретающее все большее значение как инструмент, позволяющий предприятию эффективно выполнять все более усложняющиеся задачи в области планирования, организации и контроля.

Оперативное управление можно охарактеризовать как внутренний инструмент, который основывается на самостоятельно разрабатываемой для условий конкретного предприятия информационной системе. Координируя деятельность основных подсистем управляющей системы и обеспечивая их требуемой информацией, оперативное управление выполняет интегрирующую, системно образующую функцию, необходимость которой становится все более очевидной на фоне тенденций децентрализации, прослеживающихся в политической и экономической жизни нашей страны с конца 80-х годов прошлого века.

Развитие экономики в условиях рынка неизбежно сопровождается усложнением социально-экономических связей, и, следовательно, ростом неопределенности как внешней, так и внутренней среды. В настоящее время многие отечественные и зарубежные фирмы функционируют в условиях стратегических неожиданностей, что затрудняет построение адекватных математических оптимизационных моделей. В целях повышения конкурентоспособности промышленные предприятия вынуждены вовлекать в хозяйственную деятельность затратно-емкие бизнес-процессы (БП), что приводит в условиях неопределенности к увеличению вероятности иммобилизации весомой части капитала на убыточных или менее выгодных направлениях. Следовательно, возрастает значимость ошибки в случае расхождения плановых и фактических показателей.

В условиях неопределенности существующие модели оптимизации производственной программы не обеспечивают адекватности и надежности плана в долгосрочном периоде, поскольку в значительной степени зависят от точности статистических и аналитических прогнозов. Однако, на современном этапе эволюционного развития общества, научно-технического прогресса, в условиях рыночной экономики совершенствование математического аппарата в целях снижения погрешностей прогнозирования для данного класса задач, как правило, не оправдано, что связано с предельной полезностью получения дополнительной информации. Повышение определенности планирования ведет к увеличению издержек в геометрической прогрессии. Использование экстраполяционных методов эффективно лишь в краткосрочном периоде при стабилизации экономических отношений, когда становится возможным предсказать некоторый комплекс решений управленцев, а также процесс их реализации в знакомых ситуациях.

Применение теории игр, вероятностных методов значительно увеличивает трудоемкость и время, необходимое для формирования оптимальной производственной программы в многономенклатурном производстве, что связано с недостаточно адекватными методами формализации качественных суждений экспертов, а также необходимостью оценивания огромного количества комбинаций вероятных ситуаций, причем, в календарном разрезе и по каждой товарной группе.

Теоретические выводы и методические разработки монографии могут быть использованы в деятельности отдельных промышленных предприятий, а также в проведении учебных курсов и спецкурсов.

## Глава 1

### РОЛЬ И МЕСТО ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

---

---

#### 1.1 КОНТРОЛЛИНГ В РАЗВИТИИ ПРЕДПРИЯТИЯ

В связи с переходом к рыночной экономике в корне меняются задачи и характер управленческой деятельности предприятий. На первый план выходит цель максимизации прибыли, увеличения рыночной стоимости предприятий в интересах их владельцев. Приспособление предприятия к рыночным условиям требует как изменения выполняемых функций, так и внутренней организационной перестройки, прежде всего, дополнения организационной структуры новыми звеньями, пересмотра всей системы распределения прав, полномочий и ответственности. Реформирование предприятий с целью приспособления к рынку начинается с перехода к таким видам управленческой деятельности, как стратегическое и оперативное планирование, изучение сложившихся на рынке цен, потенциальной емкости и насыщения рынка, выявление конкурентов, их сильных и слабых сторон, анализ эффективности систем сбыта и снабжения, финансовое управление, анализ издержек предприятия, их структуры и динамики.

В рамках теории экономики предприятия система развития предприятия традиционно описывается с помощью следующих характеристик:

- социально-техническая система, элементами которой являются люди и материальные средства производства, при реализации производственных процессов осуществляется их целенаправленное взаимодействие;
- открытая и комплексная система, что выражается в постоянной зависимости от окружающей среды, ограничивающей автономность действий предприятия;
- динамичная и вероятностная система, которая вследствие перманентного изменения внешней и внутренней среды должно отвечать условиям гибкости;
- цели системы развития предприятия должны адаптироваться к постоянно изменяющимся условиям внешней среды (целеориентированная система) и по-новому формулироваться (целеполагающая система);
- как экономически самостоятельная система для обеспечения своего существования предприятие должно получать прибыль или, по крайней мере, покрывать свои издержки;
- как многофункциональная система предприятие осуществляет свою деятельность в интересах различных групп (инвесторы, сотрудники, общество в целом);
- реагируя на изменения внешней и внутренней среды данный живой социальный механизм функционирует как интеллектуальная обучающаяся система.

Принципиально возможно разделение всей системы предприятия на товарную и персональную подсистемы, что отражает технический и социальный аспекты его деятельности. На базе этих подсистем

можно ввести понятия первичной и вторичной подсистем. Первичная подсистема охватывает использование материальных и человеческих ресурсов для реализации основной деятельности предприятия. Эта так называемая подсистема реализации, или управляемая подсистема. Вторичная подсистема осуществляет непосредственные функции формирования и регулирования в отношении первичной подсистемы. В соответствии с этапами процесса управления можно выделить такие вторичные подсистемы, как: система планирования и контроля, система информационного снабжения, система организации, система управления персоналом. В общем эти подсистемы составляют систему управления, или управляющую систему.

Основным направлением развития предприятия является качественное решение этих задач, для чего требуется радикальное улучшение системы управления, повышение его эффективности. Особую роль при этом играет контроллинг, приобретающий все большее значение как инструмент управления, позволяющий предприятию эффективно выполнять все более усложняющиеся задачи в области планирования, организации и контроля, оптимизировать использование людских, производственных и материальных ресурсов.

Понятие "контроллинг" до настоящего времени не нашло своего окончательного определения в экономической литературе. С точки зрения семантики, слово "контроллинг" является производным от английского

"to control" (регулировать, руководить). Понятие контроль в свою очередь происходит от французского "contre-rolle", дословно "проверочный список". В толковом словаре для экономистов L. Rotschild можно найти следующее определение слова контроль: "... на бюрократическом жаргоне – двойной реестр заполняемый по результатам выполнения мероприятий; также под контролем понимают наблюдающие службы и, в широком смысле, – сам процесс наблюдения". В таком смысле контролер – лицо, ведущее параллельную регистрацию событий на предприятии, или чиновник, осуществляющий надзирающие функции (таможня, налоговая инспекция и прочие). В то время, как в английском языке под словом "control" понимают как наблюдение и контроль, так и регулирование и руководство, понятие контроль, существующее в русском и некоторых других языках, больше связано с первым значением (надзирательные функции). Поэтому долгое время такое сложное явление, как контроллинг, сводилось именно к понятию контроль, но понятие контроллинг лишь в очень узком смысле ориентируется на эту последнюю фазу процесса управления.

С развитием экономической теории и практики это понятие все больше расширялось. Сейчас его определяют как систему управления процессом достижения конечных целей и результатов, т.е. под контроллингом понимается информационное обеспечение, ориентированное на результат управления предприятием.

Учитывая необходимость осуществления обратной связи, в контроллинг вошла также вся фаза планирования, включая анализ текущих отклонений от плановых показателей. Недостаток координации деятельности подразделений предприятия (центров ответственности), а также информационного обеспечения на различных уровнях принятия решений привели к тому, что за контроллингом также были закреплены и эти функции.

Таким образом, понятие контроллинга содержит различные характеристики и при его определении целесообразно исходить из системы целей. С функциональной точки зрения, контроллинг можно определить как совокупность системно-методических мероприятий, ориентированных на координацию, поддержку и рационализацию управления и способствующих реализации общей системы целей на предприятиях с высокой степенью разделения труда (прежде всего, управленческого). Кроме того, контроллинг можно охарактеризовать как сложный мыслительный и информационный процесс.

Традиционно термин "контроллинг" начал использоваться в Германии, а в США и Великобритании утвердилось понятие "управленческий учет".

В России интерес к контроллингу появился в начале 90-х гг. XX в. в связи с началом перехода к рыночной экономике, что объясняется следующими причинами:

- Фирмы становятся наукоемкими: используют новые технологии; 2/3 капитала вкладывается в технологии и только 1/3 – в основные фонды. При этом увеличение их технологического наполнения и сложности создает трудности предвидения последствий капиталовложений.
- Меняется технология принятия управленческого решения, при этом возникает потребность не только в получении информации, но и в ее предварительной обработке и анализе.
- Предприятие в условиях рынка должно быстро адаптироваться к любой ситуации, что требует создания службы, которая распознавала бы все шансы и опасности и обеспечивала длительное существование.

зование фирмы.

Находясь на пересечении различных экономических дисциплин, контроллинг играет все возрастающую роль в рамках экономических исследований.

Контроллинг как самостоятельная управленческая функция имеет сложную организационную структуру. Она включает два компонента – горизонтальную и вертикальную структуру. Вертикальная структура охватывает последовательность процедур контроля, соответствующую логике и направлению плано-управленческого цикла. В ней можно выделить стратегический, тактический и оперативный контроль.

*Стратегический контроль* ориентирован на достижение основной цели предприятия, а также целей, ставящихся в рамках товарной, ценовой, сбытовой и коммуникативной политик. Стратегический контроль является основным элементом контроллинга, так как не только анализирует достигнутые результаты, но и закладывает основу будущих стратегических решений.

*Тактический контроль* оценивает эффективность мероприятий, проводимых в течение непродолжительного отрезка времени и обусловленных тактическим планом. Он может рассматриваться как контроль промежуточных результатов процесса реализации стратегии. Этот вид контроля особенно важен для бизнеса, так как направления, характер и результаты деятельности предприятий этого типа напрямую зависят от изменений рыночной конъюнктуры, неизбежных на занимаемых ими сегментах. В рамках стратегического контроля создаются условия для своевременной реакции предприятия на изменение конъюнктурных условий, особенно на появление лимитирующих и ограничивающих факторов.

*Оперативный контроль* направлен на оценку промежуточных результатов деятельности за короткие промежутки времени. Его можно характеризовать как постоянное отслеживание результатов деятельности фирмы – мониторинг промежуточных результатов.

Горизонтальная структура контроля охватывает функциональные компоненты и предусматривает оценку результативности в производственной, коммерческой, финансовой, коммуникативной деятельности. Они представляют показатели, характеризующие отдельные аспекты предпринимательской деятельности.

Таким образом, стратегический контроллинг как концепция, ориентированная на обеспечение существования и развития предприятия в долгосрочной перспективе, является необходимым дополнением оперативного контроллинга в условиях перманентных структурных преобразований экономики.

Контроллинг преследует одну непосредственную и ряд взаимосвязанных косвенных целей. Непосредственная цель контроллинга заключается в поддержке и улучшении процессов, направленных на достижение общей системы целей предприятия. Реализация этой основной цели контроллинга осуществляется через косвенные цели, как например: координация управленческой деятельности (первичная цель), ее информационная и консультативная поддержка, а также обеспечение рациональности принимаемых управленческих решений (вторичные цели). Эти тесно связанные между собой цели находятся в комплиментарных отношениях и, как правило, их комбинируют. В общем они воздействуют на эффективность деятельности предприятия в целом.

Основной и непосредственной *целью контроллинга* является *ориентация управленческого процесса на реализацию общей системы целей предприятия*. Причем в качестве важнейшей цели выступает обеспечение жизнеспособности предприятия. Реализация этой цели требует определения взаимосвязанных экономических, функциональных и социальных целей, а также способов их достижения и согласования.

*Координирующая функция контроллинга* распространяется на все фазы управленческого процесса и, прежде всего, – на внутреннее согласование и интегрирование в рамках всего предприятия информационной системы, системы целей, плано-контрольной системы, организации, а также процессов планирования, принятия решений, их реализации и контроля. Данная (вторичная) координация является необходимым условием реализации первичной координации протекающих в управляемой системе процессов, которая представляет задачу управляемой системы.

Реализация контроллингом целенаправленной поддержки управленческого процесса содействует качественному улучшению информационной базы принятия управленческих решений, в результате чего могут иметь место косвенные положительные эффекты в сфере координации и реализации общей системы целей предприятия. Основной информационной базой контроллинга является система текущей отчетности и анализа тенденций развития важнейших факторов, определяющих успех деятельности предприятия.

*Сервисная функция контроллинга* заключается в поиске, обработке и дальнейшей передаче инфор-



мации, связанной с принятием управленческих решений.

Данная функция проявляется в общем консультировании различных служб и подразделений предприятия на всех этапах принятия и реализации решения, что способствует ориентации отдельных подразделений на достижение общей системы целей предприятия. В сравнении с децентрализацией аналитической деятельности в рамках различных информационных служб, организационное их объединение и специализация создают предпосылки для улучшения условий осуществления управленческой деятельности.

Еще одной функцией контроллинга является *обеспечение рациональности управленческого процесса*, что в наиболее строгой форме требует как ориентацию на общие цели предприятия, так и оптимизацию процесса их реализации. В этой связи контроллинг (особенно посредством координации планирования) должен способствовать принятию решений, позволяющих распределять дефицитные производственные ресурсы наиболее эффективным для достижения целей предприятия способом.

В условиях частных предприятий контроллинг воздействует, прежде всего, на достижение формальных целей данного хозяйственного субъекта, тогда как в случае предприятий общественного сектора акцент делается на оптимизацию достижения целей с точки зрения всей национальной экономики.

Косвенно воздействуя на управленческие процессы, а также участвуя в определении и реализации целей предприятия, контроллинг принимает часть ответственности как за абсолютные показатели прибыли и выручки, так и за относительные показатели рентабельности (капитала и оборота) и производительности. При этом следует принимать во внимание необходимость реализации целевых показателей ликвидности (платежеспособности предприятия в каждый момент его деятельности), являющихся важнейшим условием существования предприятия. Кроме того, целесообразно участие контроллинга в определении оптимальных продуктово-рыночных целей предприятия, для обеспечения его конкурентоспособности и реализации потенциалов будущего успеха.

В рамках функциональных целей контроллинг призван косвенно способствовать оптимальному составлению производственной и сбытовой программы с точки зрения реализации общих задач предприятия.

Влияние контроллинга распространяется и на социальные цели. Посредством мотивирующей, требующей участия различных служб, координирующей деятельности контроллинг способствует реализации кооперативного стиля руководства, что в свою очередь повышает уровень удовлетворенности персонала предприятия.

В общем можно утверждать, что разработка и реализация концепции контроллинга позволяет решить многие проблемы управления при обеспечении достижения общих целей предприятия. Контроллинг призван обеспечить устранение влияния партикулярных интересов и группового эгоизма.

Рассматривая контроллинг как инструмент координации управленческого процесса, целесообразно остановиться на некоторых основных аспектах данного процесса.

Управление как деятельность включает процесс формирования воли и ее реализации, который в свою очередь представляет собой процесс поиска информации, ее обработки и дальнейшей передачи.

В этой связи об управленческом процессе говорят лишь в том случае, когда этот процесс направлен на принятие "действительных" управленческих решений. Под этим понимаются осознанно осуществляемые волевые действия, влияющие на протекающие на предприятии процессы и направляющие их определенным образом. Управленческие решения имеют большое значение для успеха деятельности предприятия и, как правило, принимаются в условиях неопределенности.

Если принять во внимание, что одной из важнейших характеристик управления является принятие ответственности в связи с формированием и реализацией воли, то управление можно определить как процесс формирования и реализации воли в отношении других (подчиненных) сторон для достижения одной или всей системы целей при несении связанной с этим ответственности.

Процесс управления имеет дуальный характер.

С одной стороны, он может ориентироваться в первую очередь на содержательные аспекты деятельности предприятия без учета качеств персонала предприятия, строя модель предприятия на основании таких показателей, как, например имущество и капитал, доходы и расходы. При этом управление может рассматриваться как процесс планирования, реализации и контроля. Характерным для данного циклического процесса является возможное появление подциклов, а также взаимосвязи между фазами решения проблемы.

Планирование в узком смысле включает этапы постановки проблемы, поиска альтернатив решения и их оценки. Планирование в широком смысле означает принятие управленческих решений на базе систематической их подготовки с целью определения возможных в будущем событий, т.е. понятие планирования в широком смысле подразумевает также и процесс принятия плана.

Этап реализации управленческой деятельности охватывает наряду с детальным определением также и побуждение к реализации принятых решений. После завершения этапа реализации или одновременно с ним осуществляется этап контроля в форме сравнения: задание – фактический или задание – возможный (с точки зрения существующих тенденций) результат.

С другой стороны, процесс управления может ориентироваться на личностный аспект деятельности предприятия. При этом мультиперсональность процесса решения проблем выражается в отношении управляющий/управляемый, причем управляющие пытаются повлиять на действия или поведение управляемых.

Управление предприятием можно охарактеризовать как систему функций, позволяющих обеспечить выживаемость предприятия, одним из основных элементов чего является перманентное, динамичное равновесие. Оно выражается в том, что после каждого нарушения состояния равновесия система не возвращается к старому, а находит новое состояние. Состояния разбалансированности в условиях постоянно изменяющейся внешней среды являются более частым явлением, чем равновесие, так как перманентно меняются сами целевые установки системы. Результатом такой нестабильности является эволюция предприятия.

Для определения в этой связи основных функций управления можно сформулировать следующие постулаты равновесия:

- финансовое равновесие требует учет долгосрочных интересов собственников в получении определенного уровня дивидендов;
- производственное (продуктовое) равновесие требует оптимального удовлетворения ожиданий клиентов;
- равновесие в сфере персонала включает учет требований и ожиданий сотрудников, общества и законодателей при формировании производственных процессов и определении условий труда;
- информационное равновесие требует согласования информационной потребности предприятия с информацией, получение которой обусловлено условиями внешней среды.

Основной задачей управления является обеспечение внутренней и внешней гармонизации, что позволяет реализовать целостный и системный характер предприятия. В рамках сложной иерархической системы реализация функции контроллинга обеспечивает повышение упорядоченности и систематизации отношений внутри организации. Кроме того, контроллинг связывает отдельные подсистемы управления и анализирует существующие здесь взаимозависимости, что является основной предпосылкой обеспечения целостного, ориентированного на единые цели управленческого процесса.

Таким образом, можно сделать вывод, что контроллинг является существенной составной частью управленческого цикла. В ходе дальнейшего исследования необходимо рассмотреть отношения контроллинга и отдельных подсистем управления, что позволит создать более полную картину задач и условий использования данного управленческого инструмента.

## **1.2 РОЛЬ КОНТРОЛЛИНГА ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ПЛАНИРОВАНИЯ**

Важнейшими факторами возрастающей потребности в планировании деятельности отдельных подразделений и всего предприятия в целом являются сложность явлений и процессов во внутренней и внешней среде, рост динамики и интенсивности экономических, технологических и общественных изменений, усложняющаяся ситуация в сфере материально-технического снабжения, ограничения в сфере производства, а также частично стагнирующие или рецессирующие рынки сбыта. Отсюда вытекает высокая степень неопределенности планирования, что объясняется большим количеством переменных и ограничений. Соответственно затрудняется контроль и целенаправленная адаптация протекающих на предприятии процессов. Решить возникающие при этом проблемы призван контроллинг.

Контроллинг должен организовывать и обслуживать систему планирования, позволяющую обеспечивать необходимую степень последовательности и согласованности планов. Таким образом он воздействует на процесс составления планов и соответственно на их содержание. Кроме того, он должен обес-

печивать информационную, консультационную и инструментальную поддержку всех отвечающих за планирование сторон.

Тем самым контроллинг способствует оптимальной реализации основных целей планирования: обеспечению достижения общих целей предприятия, координации принимаемых решений, оценке рискованности ситуации, снижению риска принятия неправильных решений, созданию потенциалов эффективности и снижению сложности процессов внутри и вне предприятия. Кроме того, деятельность контроллинга в рамках планирования служит для:

- подготовки решений,
- согласования целей,
- создания базы для контроля,
- информирования и мотивации персонала.

Таким образом, планирование можно охарактеризовать как основную, центральную область деятельности контроллинга, так как оно оказывает большое влияние на степень реализации его функций.

Посредством перманентного и систематического наблюдения, анализа и контроля положения предприятия контроллинг вносит существенный вклад в своевременное и точное определение проблем его развития. Реализация этой функции "раннего оповещения" является основным условием обеспечения жизнеспособности и успешного дальнейшего развития предприятия и, таким образом, – задачей контроллинга.

В связи с процессом планирования *проблемы* могут представлять собой положительные или отрицательные *отклонения между фактическим или будущим состоянием и желаемым или заданным состоянием (целью)*. На этапе определения проблемы контроллинг призван организовывать информационный процесс описания, исследования и оценки исходного положения предприятия. Базой для этого является прошлая и настоящая информация, получаемая на основании контроля и анализа отклонений, а также общего анализа ситуации во внутренней и внешней среде предприятия. При этом важными объектами анализа внутри предприятия являются: объем производства, материальные и нематериальные ресурсы, результаты в стоимостном и натуральном выражении, организация предприятия и эффективность управления. Наиболее важными внешними факторами являются: рынки сбыта и снабжения, а также экономические, технологические, политические, правовые, социальные и экологические условия.

Кроме того, важной задачей контроллинга является контроль прогнозов с точки зрения их информативности, релевантности и обоснованности. Периодический контроль и, при необходимости, ревизия критериев прогнозирования обеспечивают повышение реалистичности формулируемых альтернатив планирования. Тем самым контроллинг повышает рациональность планирования, а также способствует лучшей теоретической проработке принимаемых решений.

Определение содержания проблемы, влияющих факторов и тенденций развития, которые способствуют или затрудняют достижение целей, позволяет своевременно инициировать дальнейшие этапы проблемно-ориентированного планирования. Тем самым создаются предпосылки для улучшения структурированности проблем и рационализации процесса целенаправленного поиска альтернатив их решения.

Еще одним инструментом, повышающим степень реализации целей стратегического планирования на базе информационной системы раннего оповещения, является предложенная Ansoft концепция слабых сигналов.

Таким образом, создание эффективной системы раннего оповещения и интеграции ее в общую систему планирования и контроля позволяют контроллингу качественно улучшить информационную базу стратегического, тактического и оперативного планирования.

Остается заметить, что контроллинг может использовать систему раннего оповещения как инструмент активного превентивного управления кризисными ситуациями для обнаружения и ликвидации связанных с кризисом проблем.

На этапе подготовки планов от контроллинга требуется широкая координационная поддержка процесса выработки и оценки различных альтернатив. Под альтернативами при этом понимают мероприятия по достижению целей, содержащие определенные комбинации влияющих на принятие решений переменных.

Центральная задача контроллинга заключается в оценке и анализе влияния реализации альтернатив на цели предприятия и, прежде всего, на функциональные и формальные (монетарные) цели. Для этого необходимо разработать прогнозы влияния, которые содержат гипотезы о возможности достижения целей при различных условиях осуществления альтернатив. Участие контроллинга в повышении качества

прогнозов увеличивает вероятность осуществления именно тех альтернатив, которые наилучшим образом обеспечивают реализацию общей системы целей предприятия.

В рамках оценки альтернатив важное место занимает проверка их на "допустимость" (т.е. соответствие основным ограничениям планирования), что позволяет сузить количество возможных к реализации альтернатив. Кроме того, должен быть осуществлен анализ отношений между альтернативами (взаимозависимость, ступенчатость и т.п.).

В общем, степень воздействия контроллинга на этапе выработки альтернатив зависит от готовности других сторон, участвующих в процессе планирования, признать и интегрировать предложения контроллинга. Эффективная реализация деятельности контроллинга обеспечивает высокую степень предварительной координации различных альтернатив в соответствии с общей системой целей предприятия, что облегчает широкий и систематический их поиск.

На базе оценки и ранжирования альтернатив соответствующие органы управления выбирают те альтернативы, которые, с их точки зрения, способствуют оптимальному достижению целей. Полномочия контроллинга, как правило, не распространяются на этап окончательного утверждения планов. Однако, его деятельность по инициированию процессов планирования, информационному обеспечению и согласованию планов косвенным образом влияет на утверждение планов и, тем самым, на индивидуальные решения лица, принимающего решение (ЛПР). Таким образом, контроллинг существенно влияет на качество и рациональность процесса принятия решений.

Необходимо отметить, что контроллинг подготавливает плановые переменные, требуемые для составления моделей, а также поддерживает деятельность ЛПР по проблемно-ориентированной, целенаправленной структуризации, оценке и реализации моделей принятия решений. Кроме того, деятельность контроллинга может включать консультирование ЛПР относительно критериев выбора решений, особенно в тех случаях, когда возникают трудности в принятии однозначных решений.

Фактическая эффективность процесса принятия решений зависит от реализации принятых планов. В этой связи контроллинг, участвуя в процессе бюджетирования, способствует оптимальной трансформации планов и решений в соответствующие мероприятия. Под процессом *бюджетирования* понимают *формирование, утверждение, контроль и коррекцию бюджетов с целью повышения уровня координации, реализации, оценки и мотивации на предприятии*. При этом осуществляется операционализация плановых показателей путем их трансформации в непосредственные показатели результата, которые необходимо выполнить в установленном периоде. Бюджет отражает те величины, которые задаются на определенный период для определенных служб (ответственных лиц). Эти величины являются монетарными или (реже) немонетарными отчетными показателями. Бюджетные показатели оцениваются на основе планов целей, мероприятий и ресурсов, которые, тем самым, предопределяют процесс бюджетирования. Эффективное управление предприятием должно строиться на основе взаимного согласования планов и бюджетов. Эффективность бюджетирования может быть повышена за счет составления гибких бюджетов, которые содержат различные плановые установки в зависимости от изменения определяющих их факторов.

Контроллинг при этом призван согласовывать отдельные (функциональные и продуктовые) бюджеты и сводить их в общий бюджет, а также формализовывать, регулировать и контролировать весь процесс бюджетирования. Кроме того, контроллинг должен доводить до сведения ответственных за выполнение планов подразделений все заданные параметры и контролировать выполнение бюджета. Здесь следует дополнительно отметить необходимость четкого разграничения ответственности за выполнение определенных плановых заданий, а также определение допустимых отклонений от бюджета.

Выполнение функций контроллинга в сфере бюджетирования позволяет оптимизировать распределение ресурсов, а также поддержать деятельность органов управления на этапе реализации планов, особенно, с помощью монетарных показателей бюджета.

Рост проблем, связанных с планированием и принятием управленческих решений, а также увеличивающаяся сложность организационной структуры предприятия затрудняют осуществление эффективного контроля протекающих на предприятии процессов. Контроллинг призван обеспечить координацию отдельных децентрализованных контрольных функций. Основной предпосылкой при этом является интегрирование плановой и контрольной деятельности в рамках контроллинга. Разработка целостной системы планирования и контроля позволяет учесть взаимозависимость этих видов деятельности и повысить эффективность подготовительных информационно-коммуникационных процессов в рамках системы управления.

*Контроль* можно определить как *систематический процесс обработки информации*, в рамках которого осуществляется *сравнение двух или большего числа контрольных величин*, одна из которых является нормативной и используется как масштаб, критерий оценки. Основными задачами контроллинга при этом являются:

- получение информации для оценки отклонений, являющихся базой для разработки мероприятий по корректировке и адаптации в рамках системы управления,
- целенаправленное влияние на действия персонала управления: создание информационной базы с целью накопления опыта и обеспечения эффекта обучения, т.е. возможности использования имеющихся знаний при принятии решений в будущих периодах.

Основными объектами контроля являются планы целей, мероприятий и ресурсов, бюджеты, информационные процессы, организационная и производственная структуры, а также результаты реализации принятых решений. Для выполнения своих задач контроллинг должен уделить особое внимание:

- контролю соответствия целей (сравнению заданных величин), включающему предварительную проверку соответствия параметров, задаваемых на этапе планирования целей. Сравнения такого типа используются для контроля структуры и процессов в рамках организационной системы и системы планирования и контроля;

- контролю ограничений (сравнению фактических и прогнозируемых величин). Включает проверку соответствия принятых при планировании ограничений их фактическому состоянию. Систематический контроль этого типа является важной предпосылкой для прогноза и предварительного анализа влияния различных альтернатив на реализацию общей системы целей;

- контролю прогрессивности планов (сравнению целевых величин и прогнозов относительно выполнения планов). После завершения определенного отчетного периода внутри горизонта планирования осуществляется контроль реализации отдельных компонентов плана. В результате этого удается с существенным опережением во времени обнаружить потенциальные отклонения от поставленных целей и интегрировать их в процесс скользящего, итеративного планирования. Этот тип контроля также можно использовать в рамках оценки альтернатив;

- контролю результатов выполнения планов (сравнению заданных показателей с фактически реализованными). Позволяет оценить степень достижения целей. Для осуществления этого контроля необходима организация эффективно функционирующей системы управленческого учета. Контроль результата используется для корректировки, прежде всего, оперативных планов и способствует реализации управленческих мероприятий непосредственно на нижнем уровне системы организационной структуры.

Контроллинг, совместно с другими отвечающими за контроль службами, должен активно участвовать в организации и реализации отдельных этапов контроля и анализа отклонений. Целью анализа отклонений является определение причин и последствий отклонения контролируемых параметров, что в свою очередь позволяет выработать и реализовать проблемно-ориентированные адаптационные мероприятия. В целях экономии средств и времени более конкретному анализу следует подвергнуть лишь те отклонения, причины которых поддаются влиянию. Точный анализ причин отклонений и их отдельных аспектов позволяет контроллингу выработать систему проблемно-ориентированных гипотез относительно влияния отдельных отклонений на реализацию общей системы целей. Прогноз последствий появления отклонений представляет собой важную базу оценки и находит широкое применение при выработке альтернативных подходов к устранению отклонений. Решения относительно адаптации планов для улучшения процессов реализации целей должны быть интегрированы в общую иерархию планов и согласованы с другими планами.

### **1.3 КООРДИНАЦИОННЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ КОНТРОЛЛИНГА И АДАПТАЦИИ СИСТЕМЫ ПЛАНИРОВАНИЯ**

Основным фактором, определяющим степень координации процесса планирования и, тем самым, эффективность деятельности контроллинга, является решение о выборе метода осуществления координации.

В качестве альтернатив координации отдельных планов возможны последовательный и синхронный (параллельный) подход. В случае *синхронной координации* осуществляется параллельное согласование всех процессов с учетом их временной, функциональной и иерархической взаимозависимости, а также их отношения к общим целям предприятия. Хотя этот способ позволяет достичь максимальной коорди-

нации и способствует оптимальной реализации целей предприятия, на практике его осуществление связано с рядом проблем и, прежде всего, с ограниченностью информационного потенциала плановых служб при охвате всех важнейших взаимозависимостей планирования. Необходимость одновременного учета большого количества данных ведет к тому, что параллельный подход может быть реализован лишь в рамках краткосрочного планирования. Следующим недостатком синхронного планирования является его недостаточная гибкость, так даже минимальные изменения внешней среды и данных могут привести к необходимости пересмотра всего цикла, что связано с большими расходами. В современных быстро меняющихся условиях синхронное планирование часто ведет к принятию неоптимальных решений. Необходимо отметить демотивирующий аспект синхронного планирования, так как оно недостаточно полно использует знания и готовность к сотрудничеству децентрализованных органов планирования. Это в свою очередь снижает точность планирования и эффективность информационно-коммуникационных процессов.

*Последовательная координация* процесса планирования характеризуется тем, что планы отдельных периодов, функциональных служб или иерархий согласуются поэтапно и изолированно друг от друга, а затем согласованные таким образом планы сводятся в общий план предприятия. В рамках этого процесса осуществляется поэтапное сокращение количества плановых переменных для отдельных подразделений и временных промежутков, что исключает возможность учета всех взаимозависимостей. Поэтому, хотя последовательная координация и может вести к достижению удовлетворительного (заданного) уровня координации, она не способствует полной реализации общей системы целей предприятия.

Таким образом, в рамках контроллинга целесообразно комбинировать синхронную координацию тех планов, для которых это представляется возможным, а затем последовательно согласовывать оставшиеся планы. Такой подход позволяет получить довольно высокую степень согласованности планов.

Важным моментом при этом является последовательность отдельных этапов планирования, а также контрольные точки для осуществления обратной связи – проверки согласованности завершенных этапов. Последовательность планирования обуславливается значимостью отдельных подразделений и протекающих там процессов. Одним из принципов ранжирования отдельных областей планирования является ориентация на узкие места. Оптимизация достижения системы целей требует как можно более полно использовать ограниченные ресурсы, объем которых зачастую не поддается согласованию. На практике основным узким местом является сбыт (т.е. рынок), поэтому при последовательном планировании именно это подразделение планируется в первую очередь.

Кроме того, должны быть выявлены подразделения, решения в которых наиболее сильно и длительно влияют на реализацию системы целей предприятия, сужая степень свободы при принятии других решений. Например, решение об инвестициях в оборудование определенного типа ограничивает возможности при принятии решений относительно вида и количества производимых продуктов. Чем сильнее влияет решение на процесс планирования в других подразделениях и чем более длительно влияние этого решения во времени, тем больше его вес для достижения цели и тем раньше оно будет стоять в цепочке планирования. В соответствии с этим принципом исходным пунктом последовательного планирования являются решения в стратегических областях с последующим переходом на оперативный уровень. Основными альтернативами, позволяющими учесть все возникающие в рамках иерархии планов взаимозависимости, являются методы планирование снизу-вверх (bottom-up), сверху-вниз (top-down) и метод обратных потоков.

В рамках планирования top-down, или сверху-вниз исходным пунктом является стратегическое планирование, результаты которого одновременно являются предпосылками для оперативного планирования. Среди прочего здесь, например, принимаются решения о выходе на новые рынки, использовании синергетических эффектов, переходе на новые технологии. На последующем этапе данные решения трансформируются в решения о системах сбыта, инвестициях и т.д., которые в свою очередь играют роль исходных данных для оперативного планирования, где предлагаются конкретные мероприятия, например, о виде и количестве предлагаемых на новом рынке продуктов, по использованию нового оборудования. Соответствующим образом ранжированные планы служат для реализации принятых на высших уровнях иерархии целей и альтернатив.

В случае планирования bottom-up, или снизу-вверх исходным является уровень оперативного планирования. На базе его данных последовательно формируются более долгосрочные планы. Данный процесс обеспечивает больший потенциал реализации планов высших инстанций, чем предыдущий. Однако, при этом недостаточно учитываются перспективы дальнейшего развития и существует опасность концентрации краткосрочных альтернатив.

В связи с тем, что данные методы, базирующиеся на однонаправленной координации (когда данные предыдущих этапов планирования определяют рамки последующих), не позволят обеспечить оптимальную с точки зрения достижения целей предприятия координацию, особенно важное значение для контроллинга имеет иерархичная, построенная по циркулярному принципу, координация процесса планирования. *Циркулярный метод согласования*, также называемый методом *обратных потоков*, интегрирует в себе преимущества обратных и прямых методов планирования.

В рамках данного метода планы нижестоящих подразделений вырабатываются дедуктивным образом, исходя из общего плана предприятия. Затем подразделения, находящиеся на самой низкой ступени иерархии, индуцируют обратный поток планов, которые, поэтапно агрегируясь, составляют общий план предприятия.

Согласование *представлений о целях* (планы верхних уровней иерархии) и *представлений о возможности реализации* этих целей (планы нижних уровней иерархии) осуществляется на согласительных конференциях. Такая поэтапная интеграция планов, базирующаяся на обширном информационном обмене между различными уровнями организационной иерархии включает их проверку и, при необходимости, корректировку. Результатом этого процесса является интегрированный и согласованный план предприятия, который отражает в агрегированной форме цели, мероприятия, ресурсы и сроки, а также ответственных за выполнение. При необходимости корректировки процесс иерархической координации может включать частичный или полный повтор отдельных циклов. Кроме того, такой кооперационный процесс, требующий активного участия всех вовлеченных сторон, позитивно влияет на мотивацию сотрудников при разработке и реализации планов, поддерживает и облегчает согласование различных планов и повышает стабильность планирования. Контроллинг формализует, организует, направляет и контролирует циркулярный процесс планирования и играет роль связующего элемента на всех этапах разработки планов. В рамках прямого процесса деятельность контроллинга направлена в основном на всестороннее согласование планов, тогда как в рамках обратного процесса – на обеспечение устойчивости планирования.

Контроллинг обеспечивает эффективное согласование планов посредством их оптимальной адаптации с учетом возможных в будущем изменений во внутренней и внешней среде предприятия. Наилучшим образом это позволяет реализовать метод *скользящего планирования*, позволяющий с опережением учитывать потенциально необходимые в будущем изменения, являясь таким образом существенной предпосылкой достижения перспективных целей предприятия.

Скользящее планирование представляет собой типичный вариант межциклического согласования. Если, например, предприятие работает по пятилетнему плану, то детальные, готовые к реализации планы составляются на первый и, возможно, второй год, на остальные периоды составляются укрупненные планы. В ходе выполнения детальных планов на основании вновь полученной и обработанной информации осуществляется поэтапная (например, поквартальная) детализация укрупненных планов. На базе прогрессивной детализации планов и их поэтапного выполнения осуществляется адаптация укрупненных планов к горизонту планирования путем их увеличения на один период.

Механизм скольжения, реализуемый с помощью поэтапного продления горизонта планирования, гарантирует конкретизацию, актуализацию и целенаправленную адаптацию перспективных планов, чье действие распространяется на несколько периодов и включает ряд планов разной срочности. Особенно эффективно использование данного метода при планировании новых продуктов, строительстве новых предприятий и крупных инвестиционных проектов.

Дополнение скользящего планирования *итеративным планированием* обеспечивает интеграцию и адаптацию планов во времени путем контроля, конкретизации и изменения отдельных планов на самых ранних этапах планирования. При этом итеративное планирование не ограничивается простой актуализацией более ранних планов. Итеративное планирование подразумевает циклическую, рекурсивную актуализацию и корректировку системы планирования путем проверки влияния новых данных удлиненного горизонта планирования на общие принципы и ограничения планирования. Организуя процесс итеративно-скользящего планирования, контроллинг обеспечивает функциональную координацию и повышает реализуемость планов.

Рассмотренные выше принципы позволяют достичь высокой степени гибкости планирования. *Гибкое планирование* имеет задачу обеспечения "динамичной рациональности" принимаемых в условиях неопределенности многоступенчатых решений и подразумевает формирование одного определенного (обязательного) плана для первого планового подпериода и условных (необязательных) альтернативных планов на весь горизонт планирования. К началу определенного подпериода с учетом всех альтернативных планов последующих подпериодов решается вопрос о тех альтернативах, которые должны быть

обязательно реализованы. Таким образом, в каждый подпериод до завершения горизонта планирования в зависимости от развития ситуации будет приниматься тот возможный план, который обеспечивает оптимальный вклад в решение общей проблемы. Гибкость планирования может быть повышена посредством учета неопределенности и рискованности ситуации. Гибкое планирование позволяет повысить способность управления, своевременно реагировать на изменяющуюся ситуацию, что, однако, требует наличия эффективной системы раннего оповещения.

В отличие от этого, *жесткое планирование* мало соответствует требованиям целенаправленной адаптации планов в условиях сложных и динамичных изменений внутри организационной структуры. При таком планировании уже к началу первого планового подпериода абсолютно определенно устанавливается последовательность планов на весь горизонт планирования. Хотя такое жесткое планирование и обеспечивает функциональную координацию и реализуемость планов, его применение не всегда целесообразно и возможно, так как предполагает наличие полной информации о будущем развитии плановых величин и исключает возможность эффективной адаптации к непредвиденному развитию ситуации. Кроме того, опыт показывает, что обработка информации при реализации гибкого планирования не требует существенно больших расходов, чем осуществление жесткого планирования.

Проведенный выше анализ показывает, что скользящее, гибкое планирование является ключевой предпосылкой для осуществления координации и адаптации планирования в рамках контроллинга.

В реальной практике наиболее часто встречаются четыре вида краткосрочных (оперативных) управленческих решений: в производственной сфере – выбор между собственным производством и покупкой на стороне (*make-or-buy*) и выбор способа производства; в сфере сбыта – планирование продуктовой программы и ценовой политики. Наибольший интерес представляет задача планирования производственной программы.

Планирование производственной программы включает количественную и качественную комплектацию производимого в плановом периоде ассортимента. Сюда относится также и процесс "очистки" продуктовой программы, т.е. определение тех продуктов, которые предполагается исключить из нее. При условии постоянства заданного объема производственных мощностей выбор критериев принятия данных управленческих решений должен учитывать степень их загрузки. В рамках управленческого учета для краткосрочного планирования производственной программы в зависимости от загрузки производственных мощностей предприятия предлагаются следующие критерии принятия решений.

– Для предприятий, работающих в условиях рынка, часты ситуации, связанные с недогрузкой производственных мощностей. Возникают холостые затраты – часть постоянных затрат, приходящихся на долю неиспользованных производственных мощностей. В таких случаях при *неполной загрузке* мощностей к правильным решениям может привести только информация, получаемая в системе учета сумм покрытия на единицу продукции. В англоязычной литературе для характеристики данной системы на основе маргинальных плановых издержек используется понятие *direct costing*. Одним из важнейших элементов данной системы является рассчитываемый в дополнение к результату деятельности предприятия-нетто (прибыль/убыток = выручка – издержки) результата-брутто от производства конкретного продукта, также называемого суммой покрытия (выручка – переменные издержки). Само понятие "сумма покрытия" (или маргинальная прибыль в англо-американской терминологии) отражает ту величину, из которой предприятие может покрыть свои постоянные издержки и обеспечить необходимую величину прибыли.

Все продукты с положительной суммой покрытия включаются в производственную программу, так как тем самым обеспечивается покрытие постоянных издержек и может быть внесен вклад в прибыль предприятия за соответствующий период. Здесь необходимо отметить опасность использования для этих целей величины прибыли на единицу продукта (как разницы между выручкой и полными издержками), так как исключение из программы кажущихся убыточными продуктов (в результате того, что на них было математически отнесено больше издержек, чем на другие) может привести к еще большему ухудшению ситуации, объясняющемуся потерей связанных с этими продуктами сумм покрытия.

– При наличии *одного узкого места* в качестве критерия выступают так называемые относительные суммы покрытия, которые определяются путем деления величины суммы покрытия отдельных продуктов на потребляемую величину производственного ресурса, составляющего узкое место, за которое конкурируют выпускаемые продукты. Включение продуктов в производственную программу осуществляется в порядке убывания величины относительной суммы покрытия, что также обеспечивает оптимальное распределение ресурсов.



– В случае наличия *нескольких узких мест* необходимо определить величину тех сумм покрытия, которые исчезают при исключении из производственной программы соответствующих продуктов. Это позволяет установить ту структуру производственной программы, с которой предприятие наилучшим образом реализует цель максимизации прибыли (в краткосрочном периоде).

В современных российских условиях наибольший интерес представляют первый и второй случаи.

Система планирования на основе маржинальных издержек, выделяя постоянную и переменную составляющие издержек, выявляет структуру издержек в зависимости от их участия в осуществлении основной деятельности предприятия и предлагает базу для принятия основных управленческих решений.

## Г л а в а 2

### **ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ В СИСТЕМЕ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ**

---

---

#### **2.1 КРИТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ И НАДЕЖНЫХ ПЛАНОВ ПРОИЗВОДСТВА В ОПЕРАТИВНОМ УПРАВЛЕНИИ**

Решением проблемы повышения эффективности производства на предприятиях машиностроения и других отраслей промышленности с помощью математических методов активно занимались и продолжают заниматься в настоящее время в нашей стране и за рубежом.

Однако одной из важнейших причин недостаточно высокой эффективности практического применения экономико-математических моделей в оперативном контроллинге на некоторых предприятиях с дискретным типом производственных процессов следует признать недостаточное внимание к проблеме надежности выполнения оптимальных (напряженных) планов, сформированных с помощью соответствующих математических моделей.

Проблема повышения надежности выполнения оперативных планов производства рассмотрена в ряде работ.

Предлагается подход для решения весьма сложной проблемы управления производством на предприятии, объединяющий противоречивые требования: необходимую напряженность и требуемую надежность выполнения плановых заданий.

Известно, что для текущего и стратегического (перспективного) планирования на предприятиях были созданы достаточно адекватные экономико-математические модели, которые подразделяются на большие группы моделей:

- имитационные,
- балансовые,
- оптимизационные (однокритериальные и многокритериальные).

По другим важнейшим признакам они также могут подразделяться на группы (классы) моделей.

Так, по учету горизонта планирования можно выделить следующие группы моделей:

- перспективного (стратегического) планирования,
- текущего планирования,
- оперативно-календарного планирования (оперативного контроллинга).

Проблемам перспективного планирования на предприятиях в настоящее время уделяется, как правило, сравнительно небольшое внимание.

Это в основном связано с тем, что проблема непредсказуемости остается одной из самых актуальных в современной экономике. Не удалось ее пока в полной мере решить и с помощью математического аппарата, что подтверждается ослаблением интереса к стратегическому планированию и в зарубежных организациях. Поэтому в настоящее время целесообразно больше уделять внимания текущим и, в первую очередь, оперативно-календарным планам, сформированным с использованием соответствующих экономико-математических моделей.

Все модели оперативно-календарного планирования можно подразделить на детерминированные и недетерминированные.

Однокритериальная детерминированная оптимизационная модель оперативно-календарного планирования в достаточно обобщенном виде может быть записана следующим образом:

$$F = \sum_{J=1}^n \Pi_J x_J \rightarrow \max ;$$

$$\sum_{J=1}^n t_{ij}^c x_J \leq \Phi_i ;$$

$$\sum_{J=1}^n t_{\lambda J}^H x_J \leq T_{\lambda} ;$$

$$\sum_{J=1}^n t_{\gamma J}^M x_J \leq R_{\gamma} ;$$

$$d_J \leq x_J \leq D_J ;$$

$$x_J \geq 0 ,$$

где  $\Pi_J$  – ожидаемая величина прибыли от реализации единицы изделия  $j$ -го вида;  $m$  – число групп взаимозаменяемого технологического оборудования;  $t_{ij}^c$  – затраты труда в станко-часах на единицу продукции  $j$ -го вида при изготовлении ее на всех операциях, выполняемых на оборудовании  $i$ -й группы;  $\Phi_i$  – фонд рабочего времени оборудования  $i$ -й группы;  $t_{\lambda J}^H$  – затраты в нормо-часах рабочего времени  $\lambda$ -й группы рабочих-сдельщиков на единицу продукции  $j$ -го вида;  $T_{\lambda}$  – фонд рабочего времени в нормо-часах  $\lambda$ -й группы рабочих-сдельщиков;  $t_{\gamma J}^M$  – затраты производственных ресурсов  $\gamma$ -го вида на единицу продукции  $j$ -го вида;  $R_{\gamma}$  – верхняя граница расходов  $\gamma$ -го вида ресурса;  $d_j$  – величина заказа  $j$ -го изделия;  $D_j$  – спрос на  $j$ -е изделие.

Данная модель мало пригодна для практического использования. Это объясняется тем, что при заданных ограничениях на использование производственных ресурсов не всегда возможно получить плановое решение, обеспечивающее необходимый уровень результатов деятельности предприятия.

Для устранения указанного недостатка рядом авторов было предложено использовать в качестве ограничений по использованию ресурсов не фиксированные значения  $(\Phi_i, T_\lambda, R_\gamma)$ , а значения переменных, учитывающих дополнительные размеры используемых ресурсов  $(\Phi_i + Y_i, T_\lambda + Y_\lambda, R_\gamma + Y_\gamma)$ .

Группа величин  $Y_i, Y_\lambda, Y_\gamma$  неявно характеризует дополнительные размеры резерва мощностей и дополнительные запасы производственных ресурсов, которые необходимы предприятию для обеспечения оптимального уровня результатов деятельности.

Указанные величины также войдут в целевую функцию с учетом оценки важности (значимости) каждой из них в достижение конечного результата, которая достаточно точно может быть получена только экспертным путем.

Следует отметить, что система оптимизационных детерминированных моделей планирования обладает существенными недостатками. С их помощью можно формировать только такие плановые решения, которые чаще всего не смогут быть полностью выполненными. Планы производства, построенные на использовании решений названных моделей, как правило, будут иметь нулевую (или близкую к нулю) вероятность их выполнения в заданные сроки из-за случайных отклонений фактических расходов ресурсов от их запланированных значений и в силу других случайных возмущений.

Кроме того, в условиях развитой рыночной экономики при составлении плана производства на предприятии главным является правильный прогноз объема продаж продукции предприятия с учетом прогнозов спроса на продукцию данного предприятия и ожидаемых по прогнозу возможностей предприятия по производству определенных видов изделий в планируемом периоде (для некоторых предприятий, изготавливающих продукцию, всегда пользующуюся спросом на рынке, главным будет прогноз объема закупок основных материальных ресурсов).

Таким образом, возникает проблема получения и обработки прогнозной информации, которая характеризуется значительной неопределенностью.

Различают следующие виды неопределенности:

- 1) объективная неопределенность ("природы");
- 2) неопределенность из-за отсутствия достаточной информации;
- 3) стратегическая неопределенность, вызванная зависимостью от других субъектов рынка;
- 4) неопределенность, порожденная слабоструктурируемыми проблемами;
- 5) неопределенность, вызванная нечеткостью как процессов и явлений, так и информации, их описывающей;
- 6) перспективная неопределенность (появление непредусмотренных факторов);
- 7) ретроспективная неопределенность (отсутствие информации о поведении объекта в прошлом);
- 8) техническая неопределенность – невозможность предсказать результаты принимаемых решений;
- 9) стохастическая неопределенность;
- 10) неопределенность целей;
- 11) неопределенность условий.

Опыт позволяет устанавливать те или иные вероятностные характеристики параметров задачи планирования. Однако эти задачи, очевидно, связаны с риском.

Риск – это деятельность, связанная с преодолением неопределенности в ситуации неизбежного выбора, в процессе которой имеется возможность количественно и качественно оценить вероятность достижения предполагаемого результата, неудачи и отклонения от цели. Основными причинами неопределенности и, следовательно, источниками риска являются:

- а) спонтанность природных процессов и явлений, стихийные бедствия;
- б) случайность социально-экономических процессов;
- в) наличие противоборствующих тенденций, столкновение противоречивых интересов;
- г) вероятностный характер научно-технического прогресса;
- д) недостаток информации об объекте, явлении или процессе.

Для полной характеристики понятия "риск" целесообразно выявить понятие "ситуация риска", под которой следует понимать сочетание, совокупность различных обстоятельств и условий, создающих

определенную обстановку для того или иного вида деятельности. Ситуации риска сопутствуют три соответствующих условия:

- наличие неопределенности;
- наличие и необходимость выбора альтернативы;
- возможность оценить вероятность выбираемых альтернатив;

Бывают случаи в планировании, когда трудно устанавливать даже вероятностные характеристики некоторых параметров задачи. Такие задачи относятся к весьма неопределенным.

Ситуация полной неопределенности характеризуется тем, что выбор конкретного плана действий может привести к любому исходу из фиксированного множества альтернатив, но вероятности исходов неизвестны.

Количественные методы решения подобных задач планирования будут иметь весьма невысокую эффективность в обозримом будущем. Поэтому в дальнейшем нами будут анализироваться и решаться только задачи планирования, связанные с риском, для решения которых в настоящее время уже можно эффективно использовать количественные методы.

Рассмотрим и проанализируем возможность использования и качество получаемых решений для различных типов моделей.

Для анализа и решения задач планирования производства, с нашей точки зрения, целесообразно использование стохастических (недетерминированных) моделей, которые по числу целевых функций подразделяются на однокритериальные и многокритериальные.

Данный класс моделей предполагает, что переменные и система ограничений являются случайными величинами, которые могут существенно отличаться от их средних значений.

Решения этих моделей позволяют оценить: какие виды производственных ресурсов надо увеличить и насколько увеличить с тем, чтобы обеспечить заранее заданную вероятность выполнения оптимального плана производства на данном предприятии, сформированного с помощью решения соответствующей оптимизационной детерминированной модели.

Предположим, что  $t_{ij}^c$  является случайной величиной, характеризуемой средним значением, дисперсией и плотностью распределения. Указанные характеристики можно рассчитать на основе отчетных данных предприятия за ряд прошлых лет.

В этом случае для реализации оптимального плана, полученного в результате решения модели, может потребоваться больший фонд рабочего времени для данного вида оборудования. Это потребует введения сверхурочных работ, наличия резервного оборудования либо применения других организационно-технических мероприятий.

Стохастические модели планирования по учету в них фактора времени делятся на два вида: одноэтапные (одношаговые) и многоэтапные (многошаговые).

Одношаговые модели представляют собой естественные стохастические аналоги детерминированных статических моделей, в которых динамика поступления исходной информации не играет роли, а решения принимаются один раз или если принимаются несколько решений, то предыдущее решение не влияет на последующие.

К многошаговым относят те задачи и соответствующие им модели, в которых принимаются два и более решений в различные моменты времени и которые обладают тем свойством, что на последующие решения могут влиять не только решения, принятые ранее, но и некоторые стохастические параметры.

В свою очередь одноэтапные модели по характеру ограничений подразделяются на модели трех видов:

- с жесткими ограничениями,
- с вероятностными ограничениями,
- со смешанными ограничениями.

Модели, в которых ограничения задачи планирования должны выполняться при всех реализациях параметров (величин), относятся к моделям с жесткими ограничениями.

В некоторых случаях постановки таких задач планирования могут не иметь смысла, так как множество точек, удовлетворяющих ограничениям задачи при всех реализациях плана, может оказаться пустым, т.е. задача в таких случаях не имеет решения.

Однако во многих стохастических задачах планирования (обычно связанных с повторяющимися ситуациями) нет необходимости в том, чтобы все ограничения удовлетворялись при каждой реализации плана. Затраты на накопление информации и другие затраты по ликвидации невязок в условиях задачи

могут превышать достигаемый при этом эффект. Часто ведь требуется лишь то, чтобы вероятность попадания решения в допустимую область превышала некоторое число  $p > 1/2$ .

В тех случаях, когда возможные невязки в отдельных условиях задачи вызывают различный ущерб, целесообразно подходить дифференцированно к разным условиям этой задачи. Подобные модели называют моделями с вероятностными ограничениями.

В качестве критериальной функции в таких моделях обычно выбирают математическое ожидание реализации значения избранного показателя (или показателей для случая многокритериальной оптимизации) или вероятность превышения случайного значения критерия некоторого заданного значения.

Для моделей со смешанными ограничениями характерно наличие как вероятностных, так и жестких ограничений.

В каждой отдельной задаче управления производством в условиях неполной или недостоверной информации процесс выбора адекватной ей стохастической модели связан с неформальным экономическим анализом и определяется конкретным содержанием объекта планирования.

Развитие методов решения этих задач идет в основном по трем направлениям:

- для одних стохастических моделей строятся эквивалентные (равноценные) детерминированные модели и, разумеется, используются известные методы вычислительной математики (в частности методы математического программирования);
- для других моделей разрабатываются специальные методы, использующие теоретико-множественную интерпретацию стохастических задач;
- для третьих – используют методы, основанные на принципах стохастической аппроксимации и ее обобщений.

Значительный интерес представляет ситуация в планировании, когда суммарное значение фактора (например, суммарные затраты времени в станко-часах для конкретного вида оборудования), выступающего в качестве ограничения, достаточно для выполнения оптимального плана, однако план может быть не выполнен из-за недостатка именно этого фактора. Такая ситуация возможна даже при достоверном значении величины фактора.

Это может произойти в том случае, когда в некоторых временных отрезках планируемого периода при выполнении производственной программы оборудование данного вида будет значительно недоиспользовано, в то время как в других временных интервалах при выполнении плана будет ощущаться значительный недостаток фонда рабочего времени этой же группы оборудования. На основе вышеизложенного можно заключить, что для формирования достаточно надежного годового плана производства на предприятии целесообразнее использовать динамическую информацию и, следовательно, динамические экономико-математические модели.

Детерминированная динамическая модель оптимизации текущего годового плана производства на машиностроительном предприятии сформулирована в виде многокритериальной линейной математической модели. Следует при этом добавить в систему ее критериальных функций математические функции, выражающие величину экономического ущерба, наносимого предприятием в результате загрязнения окружающей среды, связанного с его деятельностью, и другие функции, выражающие социально-экономические и экологические показатели.

Применение оптимизационных моделей планирования как детерминированных, так и стохастических является пока в настоящее время малоэффективным мероприятием. Это объясняется быстротой и сложностью протекающих процессов, трудностью сбора и своевременной обработки достоверной информации.

Анализ используемых моделей для целей планирования на предприятии позволяет сделать вывод, что для оперативного управления наиболее приемлемы вероятностные многокритериальные модели, позволяющие значительно повысить надежность получаемых оптимальных планов и в то же время снизить трудоемкость процесса оптимизации планирования.

## **2.2 РАЗРАБОТКА СТОХАСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ФОРМИРОВАНИЯ ОПЕРАТИВНОГО ПЛАНА ПРОИЗВОДСТВА И ОЦЕНКИ РИСКА**

Планирование производственной программы основано на выявлении качественных и количественных характеристик структуры выпуска. Качественными переменными являются виды изделий, количественными – объемы выпуска.

Для устранения влияния постоянных расходов необходимо использовать в качестве критерия оптимальности маржинальную прибыль (вклад и покрытие), при этом целевая функция может быть записана при помощи показателя удельной маржинальной прибыли.

В традиционной постановке задача планирования производственной программы по критерию максимизации маржинальной прибыли имеет вид:

$$F = \sum_{j=1}^J m_j x_j \rightarrow \max ;$$

$$x_j \geq 0, j = 1, \dots, J,$$

где  $m_j$  – сумма покрытия  $j$ -го изделия;  $X_j$  – объем производства  $j$ -го изделия;  $J$  – количество видов изделий.

В математических моделях линейного программирования коэффициенты целевых функций и ограничения принимаются в виде констант. Данный подход возможен лишь в идеальной ситуации, в реальных условиях планирования производственной программы следует перейти к случайным величинам и, следовательно, к нелинейным моделям.

Для задачи максимизации маржинальной прибыли случайными величинами являются: маржинальная прибыль, коэффициенты использования ресурсов и ограничения по ресурсам. На величину маржинальной прибыли влияют факторы, связанные с ценообразованием: уровень инфляции, кривые спроса и предложения, объем затрат предприятия и конкурентов и другие. Можно выделить внутренние ( $C_v$ ), связанные с затратами, и внешние факторы ( $P$ ), обусловленные емкостью рынка в условиях рыночной экономики.

Коэффициенты использования ресурсов определяются технологией производства и чаще всего случайными не являются, хотя и допускаются технологические отклонения. Случайный характер ограничений на ресурсы связан с неравномерностью поставок сырья и материалов, ценами на ресурсы, сезонными и другими факторами.

На практике обычно принимают, что случайные величины подчиняются нормальному закону распределения, заданному математическим ожиданием и дисперсией.

Математическое ожидание случайной величины  $x$  определяет ее среднее значение:

$$M[x] = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i .$$

Среднее квадратическое отклонение ( $\sigma[x]$ ) определяет разброс значений случайной величины относительно ее математического ожидания:

$$\sigma[x] = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - M[x])^2}{n-1}} .$$

Нормальный закон распределения случайной величины характеризуется плотностью и функцией распределения.

График плотности распределения показывает наиболее вероятные значения случайной величины. Плотность распределения рассчитывается по формуле

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-M[x])^2}{2\sigma^2}} .$$

Функция распределения дает возможность определить вероятность появления случайной величины в заданном диапазоне значений. Функция распределения имеет вид:

$$F(x) = \int_{-\infty}^x f(x) dx .$$

Стохастическая постановка целевой функции может быть двух видов:  $M$ -постановка и  $P$ -постановка. При  $P$ -постановке осуществляется максимизация вероятности получения максимального

(минимального) значения. При  $M$ -постановке случайная величина заменяется ее математическим ожиданием, и задача сводится к оптимизации детерминированной целевой функции. В работе рассматривается  $M$ -постановка.

Детерминированный аналог задачи максимизации маржинальной прибыли имеет вид:

$$M[F] = \sum_{j=1}^J M[m_j]x_j \rightarrow \max;$$

$$\sum_{j=1}^J M[b_{ij}]x_j + t(\alpha)W_i \leq M[B_i];$$

$$W_i = \sqrt{\sum_{j=1}^J \sigma^2[b_{ij}]x_j^2 + \sigma^2[B_i]};$$

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, \dots, J;$$

$$i = 1, \dots, I;$$

$$d_j \leq x_j \leq D_j,$$

где  $\sigma^2$  – дисперсия случайной величины;  $M$  – математическое ожидание случайной величины;  $W_i$  – величина дополнительного  $i$ -го ресурса, требуемая вследствие вероятностных исходных данных;  $t(\alpha)$  – обратная функция нормального распределения  $t(\alpha) = F^{*-1}(\alpha)$ , позволяющая при заданном уровне вероятности  $\alpha$  определить диапазон попадания случайной величины, нормированный относительно ее среднего квадратичного отклонения;  $b_{ij}$  – норма расхода  $i$ -го ресурса для производства  $j$ -го изделия;  $B_i$  – максимальный объем  $i$ -го вида ресурса;  $d_j$  – величина заказа  $j$ -го изделия;  $D_j$  – спрос на  $j$ -е изделие.

Обычно заданный уровень вероятности  $\alpha$  рассматривают в диапазоне  $0,5 \leq \alpha \leq 1$ , поскольку при  $\alpha \leq 0,5$  значение функции  $t(1 - \alpha) = -t(\alpha)$ . В случае  $\alpha = 0,5$  решение задачи стохастического программирования соответствует решению задачи линейного программирования, так как  $t(\alpha) = 0$ .

Функция нормального распределения:

$$F^*(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^t l^{-\frac{t^2}{2}} dt.$$

Величина  $m_j$  зависит не только от затрат, определяемых по статистическим данным предприятия, но и от цены изделия, формируемой условиями рынка. Существующие модели данный факт не рассматривают. В настоящей работе предлагается учитывать как внутренние, так и внешние факторы, что позволит более точно определить вариацию маржинальной прибыли:

$$M[m] = M[(P - C_V)] = M[P] - M[C_V],$$

где  $M[m]$  – математическое ожидание величины маржинального дохода;  $M[P]$  – математическое ожидание цены изделия;  $M[C_V]$  – математическое ожидание величины переменных затрат.

Математическое ожидание величины переменных затрат  $M[C_V]$  может быть рассчитано по данным предприятия, для этого потребуются статистические данные за период не менее года.

Математическое ожидание цены изделия  $M[P]$  предлагается рассчитывать с использованием модели емкости рынка:

$$Q = \sum_i^n (N_i W_i D_i R_i \Xi_p) - B - C,$$

где  $Q$  – производственный потенциал рынка;  $N_i$  – предприятия, производящие данный вид изделий;  $W_i$  – мощность предприятия;  $D_i$  – степень загрузки производственных площадей;  $R_i$  – степень обеспечения ресурсами;  $\Xi_p$  – пластичность предложения от цен на сырье и готовую продукцию;  $B$  – внутреннее про-

изводственное потребление;  $C$  – часть продукции, производимая конкурентами;  $n$  – число  $i$ -х производственных предприятий.

*Емкость рынка* – количество (стоимость) товаров, которое может поглотить рынок при определенных условиях за какой-то промежуток времени.

Модель емкости рынка в стоимостном выражении будем использовать для оценки вариации цен, в натуральном выражении – для определения максимальных ограничений по объему выпускаемой продукции.

Учет внешних факторов повышает эффективность планирования, поскольку значения, рассчитанные с учетом влияния рыночных факторов, являются более точными, и тем самым уменьшается риск невыполнения плана.

По сравнению с задачей линейного программирования, в детерминированном эквиваленте задачи стохастического программирования в ограничениях по использованию ресурсов выполнен переход к математическим ожиданиям случайных величин:  $M[b_{ij}]$ ,  $M[B_i]$ . Кроме того, появился дополнительный член  $t(\alpha)W_j$ , учитывающий все вероятностные факторы: закон распределения случайной величины с помощью  $t(\alpha)$ , заданный уровень вероятности  $\alpha$ , дисперсии коэффициентов технологической матрицы, равные  $\sigma^2[b_{ij}]$  и дисперсии ограничений по ресурсам, равные  $\sigma^2[B_i]$ .

Поскольку  $W_i$  зависит от  $X_j$ , а величина  $X_j$ , в свою очередь, ограничена значениями  $d_j$  и  $D_j$ , рекомендуется добавить в модель ограничения:

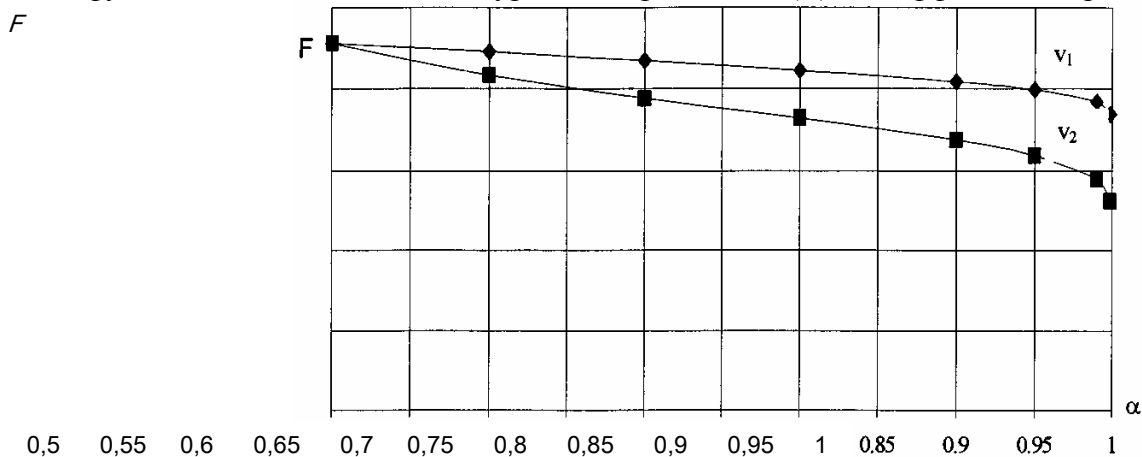
$$\sqrt{\sum_{j=1}^J \sigma^2[b_{ij}] d_j^2 + \sigma^2[B_i]} \leq W_i \leq \sqrt{\sum_{j=1}^J \sigma^2[b_{ij}] D_j^2 + \sigma^2[B_i]}.$$

Дисперсии случайных величин также можно рассчитать по статистическим данным за предшествующий период. В том случае, когда меру разброса случайной величины относительно ее среднего значения определить сложно, предлагается задать коэффициент вариации  $v(x) = \sigma[x] / M[x]$  для расчета среднего квадратичного отклонения.

Детерминированный эквивалент задачи стохастического программирования может быть решен методом множителей Лагранжа, хотя и относится к задачам нелинейного программирования. В зависимости от степени производной могут использоваться градиентные методы первого порядка или методы Ньютона (второго порядка).

В задаче принято, что величина маржинальной прибыли в течение периода оперативного планирования равняется ее математическому ожиданию  $M[m_j]$ . Степень возможного разброса случайной величины может быть определена из анализа устойчивости коэффициентов целевой функции.

Возрастание значения  $t(\alpha)W_i$  приводит к ухудшению значения целевой функции, поскольку учет вероятностных исходных данных требует резервирования дополнительного неиспользуемого ресурса. Соотношение  $t(\alpha)W_i$  зависит от  $\alpha$ ,  $\sigma^2[b_{ij}]$  и  $\sigma^2[B_i]$ . Дисперсии, в свою очередь, зависят от коэффициента вариации. Таким образом, величинами, определяющими темпы ухудшения оптимального значения целевой функции, являются заданный уровень вероятности ( $\alpha$ ) и коэффициент вариации ( $v$ ) (рис. 1).





### Рис. 1 Зависимость оптимального значения функции от коэффициента вариации ( $v_2 > v_i$ )

На практике разброс значений элементов технологической матрицы  $\sigma^2 [b_{ij}]$  стремится к нулю, поскольку величина  $i$ -го ресурса для изготовления  $j$ -го изделия определяется технологией производства, отклонения от технологии регламентированы минимальными допусками. В этом случае  $W_i$  будет оказывать на оптимальное значение менее существенное влияние.

Относительное ухудшение целевой функции рассчитывают по формуле:

$$\beta(\alpha, v) = F^* / F,$$

где  $\beta(\alpha, v)$  – коэффициент ухудшения целевой функции;  $F$  – значение целевой функции, рассчитанное без учета вероятностных исходных данных ( $\alpha = 0,5$ ;  $v = 0$ );  $F^*$  – значение целевой функции, рассчитанное с учетом вероятностных данных.

При случайном характере исходных данных для того, чтобы с большей вероятностью получить оптимальное значение, необходимо уменьшить планируемые величины. Иначе возникнет риск невыполнения плана из-за существенных разбросов в значениях случайных величин. С помощью методов имитационного моделирования можно рассчитать альтернативные варианты для различных значений  $v$  и  $\alpha$ . Вариация факторов определяется по статистическим данным, однако количество альтернативных вариантов все равно остается большим. Существующие модели предоставляют возможность выбора любого варианта с задаваемым уровнем вероятности. Для повышения эффективности планирования предлагается ограничить количество альтернативных вариантов путем выявления наиболее вероятных для конкретного предприятия с использованием статистических методов.

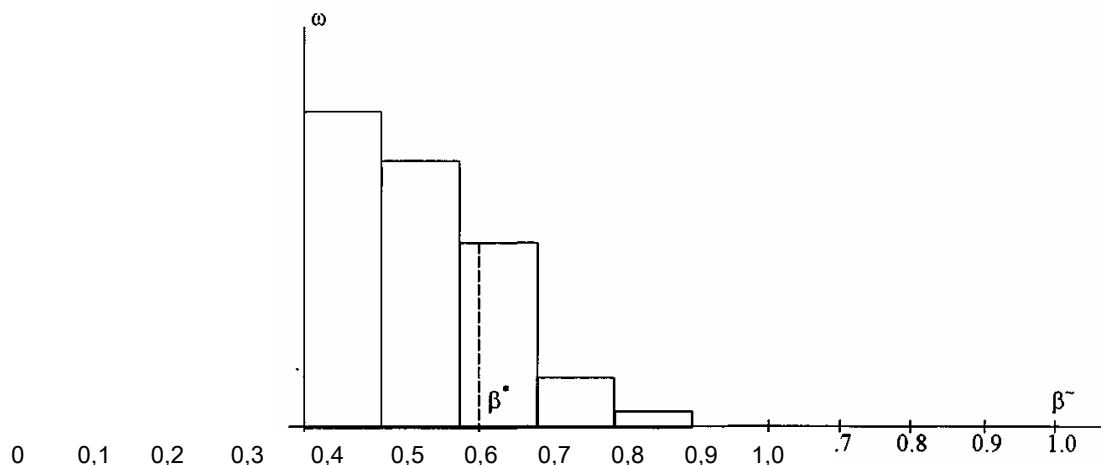
Количественной мерой степени выполнения плана может служить коэффициент  $B$ , а невыполнения плана –  $B_{\sim}$ , где  $B_{\sim} = 1 - B$ . Предположим, что оптимальное решение задачи линейного программирования принято в качестве планового  $F$ , фактическое значение составило  $F^*$ . Для каждого варианта следует рассчитать коэффициент  $B$  ( $B_{\sim}$ ), величина которого может варьироваться в пределах от 0 до 1. Относительная частота (частость) рассчитывается по формуле:

$$\omega = n^* / N,$$

где  $\omega$  – частота возникновения потерь;  $n^*$  – число случаев наступления потерь;  $N$  – общее число случаев в статистической выборке, считая и случаи выполнения плана.

На основе полученных данных предлагается построить гистограмму распределения частот для событий выполнения плана (рис. 2).

Вид гистограммы, показанный на рисунке, представляется наиболее вероятным, поскольку в случае значительного отклонения от плана возможны специальные мероприятия или корректировка плана с целью уменьшения отклонения от плановой величины. Можно предположить, что частота событий с меньшими значениями отклонений будет преобладать. Хотя на ход рассуждений данное предположение не влияет.



**Рис. 2 Гистограмма распределения частот**

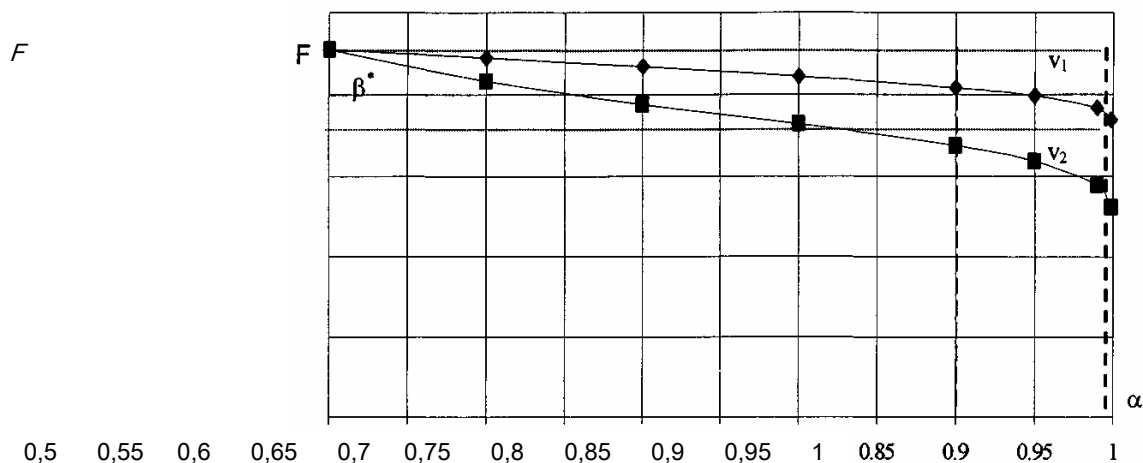
Среднее взвешенное значение  $\beta^*$  характеризует наиболее часто отмечающуюся величину отклонения от плана:

$$\beta^* = \frac{\sum_{n=1}^N \omega_n \beta_n}{\sum_{n=1}^N \omega_n},$$

где  $N$  – общее число случаев в статистической выборке, считая и случаи выполнения плана;  $\omega_n$  – частота возникновения потерь;  $\beta_n$  – диапазон, характеризующий процент отклонения от плана.

Значение  $P$  может быть использовано для оценки области наиболее вероятного ухудшения целевой функции, связанного с учетом вероятностной природы факторов. Данная область характеризуется степенью повышенного риска невыполнения плана.

Для различных значений вариации факторов могут быть определены возможные потери, а учет области повышенного риска позволяет значительно сократить количество рассматриваемых альтернативных вариантов. В результате рассчитывается оперативный план производства, для которого определено уточненное значение вариации значений, фиксирован диапазон наиболее вероятного отклонения от плана и задана вероятность наступления события ( $\alpha$ ). На рис. 3 выделена область, ограниченная по вертикали значением  $\beta^*$ , по горизонтали степенью вероятности  $0,9 \leq \alpha \leq 0,99$ . Значение оптимального плана будет располагаться в заданной области для различных  $v$ .



**Рис. 3 Область наиболее вероятного значения оперативного плана**

По сравнению с существующими методами планирования, предложенный способ формирования оперативного плана производства позволяет повысить эффективность планирования за счет более точных значений вариации факторов с учетом не только внутренних, но и внешних условий. Кроме того,

учет области повышенного риска сокращает количество альтернативных вариантов плана до наиболее вероятных.

План производства, рассчитанный таким образом, позволяет определить виды изделий и их количество в масштабах предприятия или цеха, в зависимости от исходного уровня планирования. Может быть произведена дальнейшая детализация вплоть до центров затрат.

### 2.3 ПОСТРОЕНИЕ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОПЕРАТИВНОГО ПЛАНА ПРОИЗВОДСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРЕДПОЧТЕНИЙ ЛПР

Для формирования оперативного плана производства могут использоваться несколько критериев, при этом выбор решения на основании собственных предпочтений осуществляет ЛПР. В данном случае предлагается перейти к многокритериальной оптимизации. Многокритериальная задача оптимизации включает множество возможных (допустимых) решений  $X \in R_n$  и набор целевых функций  $f_1, f_2, \dots, f_m$  ( $r_n > 1$ ), заданных на множестве  $X$ . Часто рассматривают множество оценок  $Y$ , где  $Y = f(X) = \{y \in R_m \mid y = f(x) \text{ при } x \in X\}$ .

Пространство  $R_n$  называется пространством решений,  $R_m$  – пространством оценок или критериальным пространством. Выбор решения из  $X$  равносильен выбору соответствующей оценки из  $Y$ .

Многокритериальная модель для оптимизации структуры выпуска по критериям максимизации маржинальной прибыли и относительной маржинальной прибыли имеет следующий вид:

$$\begin{aligned} F_1 &= \sum_{j=1}^J m_j x_j \rightarrow \max; \\ F_2 &= \sum_{j=1}^J \frac{m_j}{a_j} x_j \rightarrow \max; \\ x_j &\geq 0, \quad j=1, \dots, J; \\ d_j &\leq x_j \leq D_j, \quad i=1, \dots, I; \\ \sum_{j=1}^J b_{ij} x_j &\leq B_i, \end{aligned}$$

где  $d_j, D_j$  – минимальный и максимальный объем выпуска изделия  $j$ ;  $a_j$  – норма расхода ресурса (в денежном выражении) на единицу  $j$ -го изделия;  $b_{ij}$  – норма расхода  $i$ -го ресурса (в натуральном выражении) при производстве  $j$ -го изделия;  $B_i$  – максимальный объем  $i$ -го ресурса.

Применение методов линейного программирования предполагает, что все коэффициенты в функциях удовлетворяют условиям линейности, т.е. суммы покрытий по продуктам и потребности в мощностях и ресурсах постоянны в течение некоторого времени. Данное предположение справедливо в стабильных условиях. Если условия не удовлетворяются, следует представить нелинейную функцию в виде нескольких линейных функций и рассматривать каждую составляющую в определенном диапазоне ограничений.

В предложенной постановке входящие в многокритериальную модель задачи неантагонистические, т.е. преследуемые цели оптимизации не противоположны. Улучшение значения одной функции не обязательно приведет к ухудшению значения других функций.

В условиях недостатка оборотных средств можно рассмотреть многокритериальную модель, содержащую функции с противоположными целями. Первая цель – при заданных ресурсах максимизировать результат (маржинальную или относительную маржинальную прибыль), вторая – при заданном результате минимизировать используемые ресурсы. Минимизировать ресурс – означает максимизировать неиспользуемый ресурс. Функция максимизации неиспользуемого ресурса может быть записана в следующем виде:

$$F = \sum_{i=1}^I y_i \rightarrow \max,$$

где  $y_i$  – величина  $i$ -го неиспользуемого ресурса в натуральном выражении.

В данной постановке необходимо задать минимальные граничные условия для выпуска изделий  $X_j$ , иначе оптимальное решение будет содержать нулевые значения  $X_j$ , и все ресурсы будут сэкономлены.

$$x_j \geq d_j,$$

где  $d_j$  – минимальный объем производства  $j$ -го изделия.

Многокритериальная модель линейного программирования для оптимизации структуры выпуска продукции имеет следующий вид:

$$F_1 = \sum_{j=1}^J m_j x_j \rightarrow \max;$$

$$F_2 = \sum_{i=1}^I y_i \rightarrow \max;$$

$$\sum_{j=1}^J b_{ij} x_j + y_i = B_i;$$

$$j = 1, \dots, J,$$

где  $y_i$  – величина  $i$ -го неиспользуемого ресурса.

В многокритериальной модели предпочтения при выборе функций задаются в виде отношений. Одним из способов является метод экспертных оценок, позволяющий оценить коэффициент веса  $k$ -й целевой функции  $\alpha_k$ .

Возможной реализацией многопараметрической оптимизации является обобщенная целевая функция  $F$ , получаемая в результате "свертывания" векторного критерия  $f$  в одну функцию:

$$F = \sum_{k=1}^K \alpha_k \frac{F_k}{F_k^H} \rightarrow \max,$$

где  $F_k$  –  $k$ -я целевая функция;  $F_k^H$  – нормирующее значение  $k$ -й целевой функции;  $K$  – число составляющих целевых функций;  $\alpha_k$  – коэффициент веса  $k$ -й целевой функции.

Нормирующее значение рассчитывается для  $k$ -й целевой функции как оптимальное.

Обобщенная целевая функция называется  $A$ -сверткой:

$$F = \sum_{k=1}^K \lambda_k F_k(x) \rightarrow \max;$$

$$\lambda_k = \frac{\alpha_k}{F_k^H}.$$

Весовые коэффициенты  $A \in R_m$  нормализованы так, что сумма элементов каждого вектора равняется единице. Функции с критерием максимизации включаются в обобщенную функцию со знаком плюс, с критерием минимизации – со знаком минус.

$$y_i \geq 0,$$

$$x_j \geq d_j.$$

В условиях многокритериальной оптимизации поиск эффективного решения осуществляется в соответствии с принципом Парето, что означает улучшение значений одних показателей не в ущерб остальным, т.е. из эффективной точки невозможно сдвинуться допустимым образом так, чтобы увеличить один из критериев, не уменьшив, по крайней мере, один из остальных.

Решением многокритериальной задачи может являться объединение всех граней многогранника  $X$ , полученных при пересечении  $X$  с гиперплоскостями, задаваемыми векторами  $A_- \in K^*$ , где  $K^*$  – конус, двойственный к конусу  $K$ . Конусом называется множество точек критериального пространства, порождающих бинарное отношение между предпочтениями.

Для решения многокритериальной линейной задачи удобно использовать специальные методы, являющиеся обобщением симплекс-метода, при этом рассматривается задача векторной оптимизации, максимизирующая критериальный вектор. Решение сводится к поиску всех эффективных решений. Точка  $x \in X$  эффективна тогда и только тогда, когда не существует другой точки  $x \in X$ , такой, что  $y_k(x) \geq y_k(x) \forall k$ , и  $y_k(x) > y_k(x)$  для одного  $k$ .

В зависимости от предпочтений ЛПР структура выпуска продукции и оптимальные значения функций будут различаться. Область допустимых решений находится на выпуклой северо-западной границе критериального пространства, при этом значения будут меняться от минимального с нулевым весовым коэффициентом предпочтения до максимального с коэффициентом предпочтения, равным единице.

Существующие методы многокритериальной оптимизации позволяют рассчитать множество допустимых решений, при этом коэффициенты предпочтений могут быть заданы путем перебора, а выбор наилучшего решения остается за ЛПР. Однако выбор одного из вариантов сопряжен с некоторыми потерями, которые в настоящий момент никак не оцениваются. Для повышения эффективности планирования предлагается оценивать риск выбора определенного варианта, заданного значениями коэффициентов предпочтения.

В том случае, когда цели задач различны, возникает риск потерь при выборе неверной стратегии производства изделий. Несовпадение целей создает конфликтную ситуацию принятия решений. Математическим инструментом анализа конфликтных ситуаций, создаваемых активными действиями нескольких участников, является теория игр и теория минимакса (максимина).

С конфликтными задачами обычно связывают два предположения:

- каждому участнику известны цели и возможные стратегии остальных участников;
- каждый участник стремится к максимизации собственного выигрыша.

Предположим, известно множество оптимальных решений для функций, входящих в многокритериальную модель  $\{F_{ij}\}$ . Матрица выигрышей будет содержать  $m$  столбцов и  $n$  строк, число которых равно количеству различных стратегий выпуска изделий;  $i = (1, n), j = (1, m)$ . Существуют следующие критерии выбора решений ЛПР.

1 Критерий Лапласа. ЛПР выбирает стратегию, соответствующую максимальному из средних значений по строкам:

$$\max_{l \leq i \leq n} \left( \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m F_{ij} \right).$$

2 Критерий Вальда. ЛПР выбирает стратегию, соответствующую максимальному из минимальных выигрышей:

$$\max_{l \leq i \leq n} \min_{l \leq j \leq m} F_{ij}.$$

3 Критерий Сэвиджа. ЛПР выбирает стратегию, при которой из матрицы рисков выбирается минимальное значение, а сама матрица рисков составляется путем вычитания из максимальных значений столбцов матрицы выигрышей текущих значений столбцов:

$$\min_{l \leq i \leq n} \max_{l \leq j \leq m} \left( \max_{l \leq i \leq n} F_{ij} - F_{ij} \right).$$

4 Критерий Гурвица. ЛПР выбирает стратегию, соответствующую задаваемому критерию оптимизма  $\alpha$  ( $0 \leq \alpha \leq 1$ ):

$$\max_{l \leq i \leq n} \left( \alpha \max_{l \leq j \leq m} (F_{ij}) + (1 - \alpha) \min_{l \leq j \leq m} F_{ij} \right).$$

5 Критерий Байеса. ЛПР выбирает стратегию, соответствующую минимуму средних потерь:

$$\min_{l \leq i \leq n} \sum_{j=1}^m \bar{F}_{ij} P(S_j),$$

где  $P(S_j)$  – вероятность наступления  $S_j$ -го события;  $\bar{F}_{ij}$  – среднее значение по столбцам в матрице выигрышей.

Критерии Вальда и Сэвиджа пессимистичны, поскольку предлагают выбрать стратегию, для которой в худших условиях выигрыш максимален. Критерий Лапласа оптимистично ориентирован на максимальный выигрыш. Критерий Гурвица является обобщением перечисленных критериев, так как, в зависимости от степени оптимизма, может рекомендовать наиболее рискованное, среднее или пессимистичное решение. Критерий Байеса минимизирует риск, т.е. тоже пессимистичен.

Одновременное достижение цели по всем целевым функциям модели за счет выбора единой стратегии невозможно, следовательно, необходим компромисс. Область допустимых решений многокритериальной модели является областью компромисса, поскольку, в соответствии с принципом Парето, улучшение значения одной функции приведет к ухудшению значения остальных функций. В многокритериальной модели для определения областей риска предлагается использовать критерии максимина и минимакса. Риск возникает в случае неверных предпочтений, в результате чего выигрыш одного из участников будет получен за счет максимального убытка других.

Наиболее рискованной является оптимистичная стратегия, ориентированная на максимальный выигрыш одного из участников. Расчет производится по критерию максимакса:

$$R = \max_{l \leq i \leq n} \max_{1 \leq j \leq m} F_{ij} .$$

В случае неантагонистических задач, входящих в многокритериальную модель, множество оптимальных решений может находиться в так называемой области согласия, при этом увеличение оптимального значения одной функции приведет к увеличению значения другой функции. При такой постановке риск неверных предпочтений отсутствует. Из-за наличия области устойчивости оптимальные решения функций меняются дискретно.

Наименее рискованными являются пессимистичные максиминные и минимаксные стратегии, полученные по формуле:

$$L = \max_{l \leq i \leq n} \min_{1 \leq j \leq m} F_{ij} .$$

Диапазон между максиминным и минимаксным значениями является наименее рискованным, поскольку разница между проигрышем одной стороны и выигрышем другой является минимальной. Возможные варианты функций и области риска неверных предпочтений приведены на рис. 4 – 6.

Антагонистические задачи имеют область повышенного риска при максимальном разбросе значений целевых функций (рис. 4).

Для антагонистических задач в случае, если предпочтение, отданное одним участником функции с максимальным значением, окажется неверным, второй участник понесет максимальные убытки. Крайним вариантом антагонистических задач являются двойственные задачи. Если допустить, что в многокритериальную модель вошли двойственные задачи (что, вообще говоря, не имеет практической значимости), то предлагаемый способ оценки областей риска также может быть использован (рис. 5).

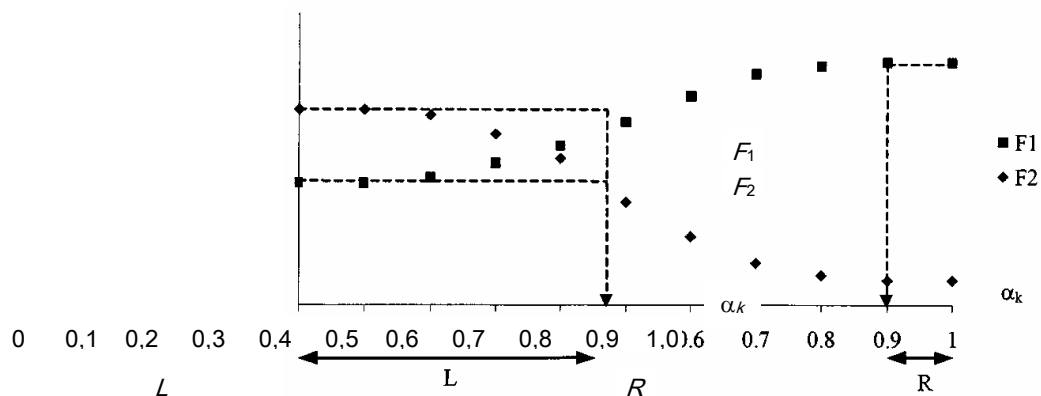
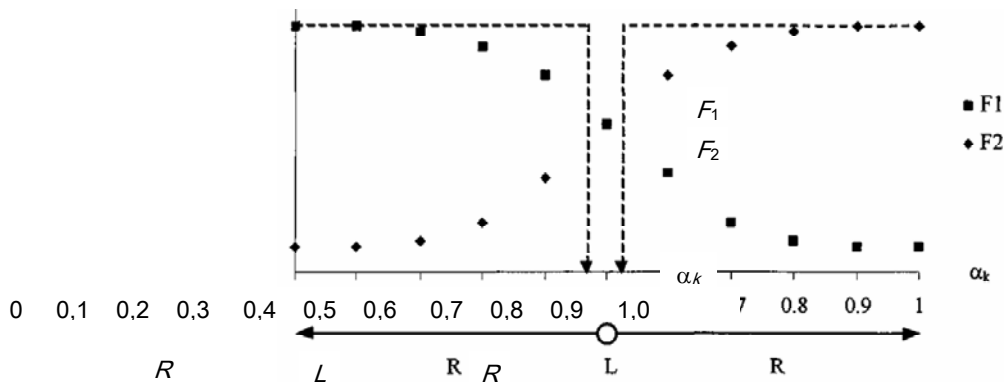
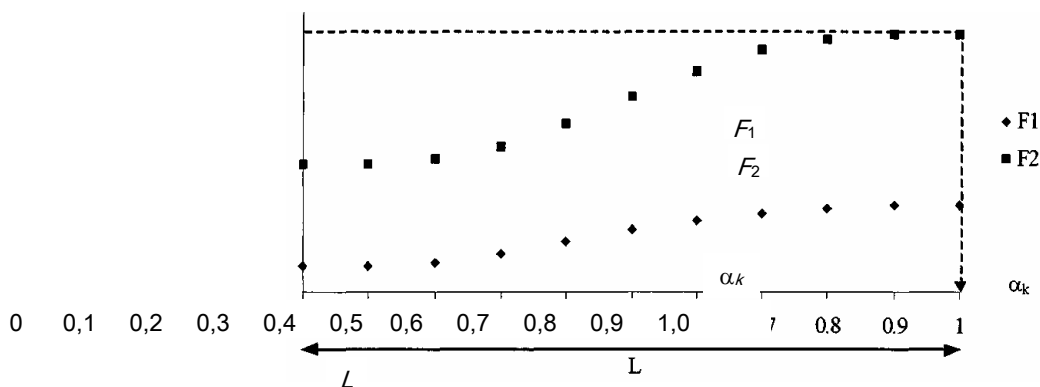


Рис. 4 Области риска предпочтений для антагонистических задач



**Рис. 5** Области риска предпочтений для двойственных задач



**Рис. 6** Область риска для неантагонистических задач

Неантагонистические задачи не имеют области повышенного риска, поскольку выигрыш одного участника приводит к выигрышу другого участника. Таким образом, множество допустимых значений лежит в области согласия (рис. 6).

Предложенные многокритериальные модели содержат неантагонистические и антагонистические задачи.

Рассмотренный способ оценки риска неверных предпочтений не является количественным, поскольку диапазон предпочтений нельзя выразить в общем виде. Этот факт объясняется также тем, что сами предпочтения субъективны и их формализация крайне затруднена. Однако предложенная методика выявления областей повышенного риска предпочтений позволяет для каждого конкретного случая рассчитать диапазон коэффициента предпочтений, выбор значений из которого должен производиться с повышенной ответственностью.

### Г л а в а 3

#### АСПЕКТЫ ПРАКТИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ планирования производственной программы

#### 3.1 КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАТРАТ ПО ОТНОШЕНИЮ К ОБЪЕМУ ПРОИЗВОДСТВА

Для формирования оперативного плана производства нами используется критерий маржинальной прибыли, для расчета которого требуется классификация затрат по отношению к объему производства. Здесь важны два аспекта: во-первых, способ разделения затрат на постоянные и переменные, во-вторых – выбор базы отнесения условно-постоянных затрат на изделие. В обоих случаях рекомендуется использовать статистический анализ.

Рассмотрим формирование постоянных и переменных затрат в процессе деятельности предприятия. Руководство осуществляет оперативное регулирование производственной системы двумя путями:

– регулируя ресурсы в отношении темпа ввода, стоимости, качества и т.д., оно регулирует переменные расходы;

– изменяя процесс (процедуру) путем перекомпоновки его элементов, оно регулирует постоянные расходы, относящиеся к системе в целом.

Сегодня можно с достаточной уверенностью сказать, что в западном управленческом (производственном) учете существует хорошо разработанная теория классификации затрат на постоянные и переменные.

Обобщим основные положения данной теории. Здесь, по нашему мнению, можно выделить следующие группы вопросов:

1) поведение затрат в зависимости от изменения объема производства;

2) относительность (условность) классификации затрат на постоянные и переменные.

Остановимся подробнее на этих вопросах.

1 К постоянным в западном производственном учете принято относить такие затраты  $Z_{\text{пост}}$ , величина которых не меняется с изменением степени загрузки производственных мощностей или изменением объема производства (например, начисляемая за период амортизация основного капитала, арендная плата, проценты на заемный капитал, определенные виды заработка руководителей фирмы и др.).

Под переменными понимают затраты  $Z_{\text{пер}}$ , величина которых изменяется с изменением степени загрузки производственных мощностей или объемов производства. К ним относятся, например, затраты на сырье и основные материалы, заработная плата основных производственных рабочих, затраты на технологическую энергию и др. В зависимости от процентного соотношения изменения затрат и изменения объема производства переменные затраты, в свою очередь, подразделяются на пропорциональные, прогрессивные и регрессивные. Это явление, характеризующее различное поведение затрат и связь их с общими затратами, можно представить уравнением

$$Z = Z_{\text{пост}} + Z_{\text{пер}} .$$

Кроме этих двух групп затрат, существует большая группа затрат смешанного типа – полупеременных (полупостоянных). Поведение такого рода затрат может быть описано уравнением

$$Y = a_0 + a_1X + \dots + a_{n-1}X^{n-1},$$

где  $n$  – число значений переменной  $X$  в выборке.

Это уравнение означает, что затраты отчетного периода данного вида, связанные с объемом производства, состоят из двух частей – коэффициента  $a_0$ , характеризующего долю постоянных (не зависящих от объема или загрузки) затрат, и коэффициентов  $a_1, a_2, \dots, a_{n-1}$ , представляющих величину переменных (изменяющихся с изменением объема или загрузки) затрат в расчете на единицу объема производства;  $Y$  в данном случае – величина совокупных затрат;  $X$  – объем производства.

Немецкий ученый К. Меллерович для описания соотношения процента изменения затрат и процента изменения объема производства (или загрузки) ввел понятие коэффициента реагирования затрат  $K_{\text{рз}}$ . Этот коэффициент определяется по формуле:

$$K_{\text{рз}} = \% \text{ изменения затрат} / \% \text{ изменения объема (загрузки)}.$$

Если рассматривать постоянные затраты по отношению ко всему объему выпускаемой продукции, то линия их поведения будет параллельна оси абсцисс.

В расчете на единицу продукции постоянные затраты будут регрессивными.

О пропорциональных затратах говорят тогда, когда относительное изменение затрат равно относительному изменению объема или загрузки. К пропорциональным относятся, прежде всего, прямые затраты, например заработная плата производственных рабочих, основные производственные материалы.

В том случае, если относительный рост затрат меньше, чем относительное увеличение объема производства, то говорят о регрессивном поведении совокупных затрат. Коэффициент реагирования затрат при регрессивном их поведении изменяется в пределах от 0 до 1.

Прогрессивные затраты имеют место тогда, когда относительное увеличение затрат больше, чем объема производства. Коэффициент реагирования затрат в этом случае больше единицы.



2 Другим важным аспектом теории классификации затрат на постоянные и переменные является проблема условности такого их подразделения.

Здесь необходимо заметить:

1) Есть ли критерии, позволяющие однозначно разделить совокупные затраты на постоянные и переменные?

2) Есть ли затраты, которые по их сущности можно отнести к постоянным либо переменным?

Однако из сказанного еще нельзя делать вывод о том, что все переменные затраты влияют на решения об объемах производства продукции, а все постоянные затраты, напротив, не влияют на эти решения. Необходимо принимать во внимание тот факт, что затраты одного и того же вида могут вести себя по-разному. Существует большое количество затрат, которые в определенной ситуации по принятию решения являются переменными, в другой ситуации могут быть постоянными. Ответ на вопрос, считать данные затраты переменными или постоянными, зависит прежде всего от двух факторов: длительности периода, рассматриваемого для принятия решения; делимости производственных факторов. На длительный период времени все затраты становятся переменными.

В случае выбора базы отнесения условно-постоянных затрат вид функции не особенно важен, поскольку в большей степени нас интересует значение коэффициента корреляции между величиной затрат и каким-либо фактором. Чем больше коэффициент корреляции, тем теснее зависимость результативного показателя от независимого фактора, следовательно, тем лучше фактор подходит в качестве базы распределения. В случае разделения затрат на постоянные и переменные нужно уделить особое внимание виду функциональной связи.

В общем случае зависимость будем искать в виде уравнения

$$Z_i = f(X_1, X_2, \dots, X_n),$$

где  $Z_i$  – обобщающий (результативный) показатель;  $f(X_1, X_2, \dots, X_n)$  – функциональная связь результативного показателя с  $n$  факторами.

Для затрат на сырье и материалы в качестве определяющего параметра выступает объем выпуска продукции, так как зависимость носит или линейный, или нелинейный (дегрессивный или прогрессивный) характер. Уравнение, описывающее поведение затрат на сырье и материалы в зависимости от объема выпуска продукции, в общем случае имеет вид

$$Z_m = f(B),$$

где  $B$  – объем выпуска продукции.

Зависимость может иметь как линейный

$$Z_m = a_0 + a_1 \cdot B,$$

так и степенной характер:

$$Z_m = a_0 + a_1 \cdot B + a_2 \cdot B^2 + \dots$$

Для затрат на полуфабрикаты и комплектующие изделия определяющим параметром также будет выступать объем выпуска продукции и зависимость будет носить точно такой же характер, что и для затрат на сырье и материалы:

$$Z_{пф} = a_0 + a_1 \cdot B + a_2 \cdot B^2 + \dots$$

Величина возвратных отходов носит чисто переменный характер, так как зависит только от объема выпуска и величины норматива потерь на единицу продукции:

$$Z_{во} = a_1 \cdot B.$$

Данная зависимость в ряде случаев может носить и нелинейный характер, если величина норматива потерь устанавливается с понижением при увеличении объема выпуска. В этом случае зависимость имеет вид

$$Z_{во} = a_1 \cdot V + a_2 \cdot V^2 + \dots$$

Если вспомогательные материалы выделяются отдельной статьей в калькуляции продукции, то с учетом переменного характера их зависимости от объема производства уравнение имеет вид

$$Z_{вм} = a_0 + a_1 \cdot V.$$

Затраты на топливо и энергию на технологические нужды носят чисто переменный характер и зависимость может быть выражена следующим образом:

$$Z_{эт} = a_1 \cdot V.$$

Основная заработная плата производственных рабочих, работающих по сдельной форме оплаты труда, является переменной по отношению к выпуску продукции, т.е. зависимость имеет вид

$$Z_{зпо} = a_1 \cdot V.$$

В случае, когда рост объема производства вызван совершенствованием технологии производства, это ведет к пересмотру расценок на единицу продукции, и зависимость будет иметь нелинейный характер. Аналогичная картина наблюдается и в случае интенсификации труда, так как при этом администрация предприятия идет на снижение расценок и пропорциональная зависимость заработной платы и объема выпуска нарушается:

$$Z_{зпо} = a_1 \cdot V + a_2 \cdot V^2 + \dots$$

При использовании повременной формы оплаты труда имеет место следующая зависимость:

$$Z_{зпо} = a_0.$$

Дополнительная заработная плата производственных рабочих является чисто постоянной величиной, не зависящей от формы оплаты труда, как на это указывалось ранее. Таким образом, зависимость имеет вид

$$Z_{зпд} = a_0.$$

Отчисления на социальные нужды производственных рабочих, находясь в непосредственной зависимости от затрат на оплату труда (определяются процентом от заработной платы), являются величиной условно-переменной для сдельщиков и постоянной – для повременщиков, соответственно:

$$Z_{сн} = a_0 + a_1 \cdot V;$$

$$Z_{сн} = a_0.$$

Все остальные затраты являются комплексными, что требует предварительного составления сметы для определения их суммарной величины. При управлении затратами возникает вопрос: рассматривать эти затраты в целом, или анализировать их поведение при принятии решения по отдельным составляющим элементам? С нашей точки зрения, на стадии принятия предварительных решений возможно определение укрупненного значения этих статей, а при принятии более "точных" решений целесообразно проводить более углубленный анализ.

При определении общей величины расходов на содержание и эксплуатацию оборудования, с нашей точки зрения, целесообразно построение многофакторной модели от ряда определяющих параметров. В качестве таких параметров нами предлагаются использовать:

- объем выпуска продукции – от данного параметра зависят практически все составляющие статьи затрат расходов на содержание и эксплуатацию оборудования;
- стоимость активной части основных производственных фондов – данный параметр влияет на такие составляющие статьи, как "Амортизация оборудования и транспортных средств", "Содержание и эксплуатация оборудования и транспортных средств" и "Ремонт оборудования и транспортных средств";
- численность вспомогательных рабочих данного структурного подразделения, косвенно влияющая на статьи, перечисленные выше.

Следовательно, уравнение для планирования суммы расходов на содержание и эксплуатацию оборудования должно иметь вид

$$Z_{\text{рceo}} = a_0 + a_1 \cdot B + a_2 \cdot \text{ОПФ}_a + a_3 \cdot Ч_b,$$

где ОПФ<sub>a</sub> – стоимость активной части основных производственных фондов данного структурного подразделения; Ч<sub>b</sub> – численность вспомогательных рабочих данного структурного подразделения.

Для более точного расчета величины расходов на содержание и эксплуатацию оборудования рассмотрим поведение отдельных составляющих статей затрат и выявим зависимости этих затрат от объема выпуска продукции.

Первой статьей затрат является "Амортизация оборудования и транспортных средств". Вид зависимости определяется методом начисления амортизации:

- при линейном методе зависимость носит постоянный характер:

$$Z_a = a_0;$$

- при методе уменьшаемого остатка и методе списания стоимости по сумме чисел от срока полезного использования зависимость носит переменный нелинейный характер:

$$Z_a = a_0 + a_1 \cdot B + a_2 \cdot B^2 + \dots;$$

- при методе списания стоимости пропорционально объему продукции зависимость носит чисто переменный характер:

$$Z_a = a_1 \cdot B.$$

Для статьи "Содержание и эксплуатация оборудования и транспортных средств" зависимость носит условно-переменный характер и имеет вид

$$Z_{\text{сзо}} = a_0 + a_1 \cdot B + a_2 \cdot B^2 + \dots$$

Статья затрат "Ремонт оборудования и транспортных средств", как и "Содержание и эксплуатация оборудования и транспортных средств", является условно-переменной по отношению к выпуску продукции и описывается уравнением

$$Z_{\text{ро}} = a_0 + a_1 \cdot B + a_2 \cdot B^2 + \dots$$

Статья "Расходы на внутризаводское перемещение материалов, полуфабрикатов, готовой продукции" описывается зависимостью

$$Z_{\text{впг}} = a_1 \cdot B.$$

Статья "Прочие расходы" описывается зависимостью

$$Z_{\text{пр}} = a_0.$$

При определении общей величины цеховых расходов, с нашей точки зрения, также целесообразно построение многофакторной модели в зависимости от ряда определяющих параметров. В качестве таких параметров нами предлагаются использовать:

- объем выпуска продукции – от данного параметра зависят практически все составляющие статьи цеховых затрат;
- стоимость пассивной части основных производственных фондов – данный параметр влияет на такие составляющие статьи, как "Амортизация зданий, сооружений и инвентаря", "Содержание и эксплуатация зданий, сооружений и инвентаря" и "Ремонт зданий, сооружений и инвентаря";
- численность административно-управленческого персонала данного структурного подразделения, которая влияет на статьи "Заработная плата административно-управленческого персонала цеха" и "Отчисления на социальные нужды".

Следовательно, уравнение для планирования суммы цеховых расходов должно иметь вид

$$Z_{цр} = a_0 + a_1 \cdot B + a_2 \cdot ОПФ_{п} + a_3 \cdot Ч_{ауп},$$

где ОПФ<sub>п</sub> – стоимость пассивной части основных производственных фондов данного структурного подразделения; Ч<sub>ауп</sub> – численность административно-управленческого персонала данного структурного подразделения.

Для более точного расчета величины цеховых расходов рассмотрим поведение отдельных составляющих статей затрат и выявим зависимости этих затрат от объема выпуска продукции.

Заработная плата административно-управленческого персонала цеха является по отношению к объему выпуска продукции величиной постоянной, и зависимость имеет вид

$$Z_{ауп} = a_0.$$

Отчисления на социальные нужды от заработной платы административно-управленческого персонала цеха также постоянны по отношению к объему выпуска, т.е.

$$Z_{сн} = a_0.$$

Третьей статьёй затрат является "Амортизация зданий, сооружений и инвентаря". Вид зависимости определяется методом начисления амортизации:

- при линейном методе зависимость носит постоянный характер:

$$Z_a = a_0;$$

- при методе уменьшаемого остатка и методе списания стоимости по сумме чисел от срока полезного использования зависимость носит переменный нелинейный характер:

$$Z_a = a_0 + a_1 \cdot B + a_2 \cdot B^2 + \dots;$$

- при методе списания стоимости пропорционально объему продукции зависимость носит чисто переменный характер:

$$Z_a = a_1 \cdot B.$$

Для статьи "Содержание и эксплуатация зданий, сооружений и инвентаря" зависимость носит постоянный характер и имеет вид

$$Z_{сэз} = a_0.$$

Статья затрат "Ремонт зданий, сооружений и инвентаря", как и "Содержание и эксплуатация зданий, сооружений и инвентаря" является постоянной по отношению к выпуску продукции и описывается уравнением

$$Z_{рз} = a_0.$$

Статья "Прочие расходы" описывается зависимостью

$$Z_{\text{пр}} = a_0.$$

Для определения укрупненного значения статьи "Общехозяйственные расходы", с нашей точки зрения, целесообразно построение многофакторной модели в зависимости от ряда определяющих параметров. В качестве таких параметров нами предлагается использовать:

- объем выпуска продукции – от данного параметра зависят практически все составляющие статьи затрат общехозяйственных расходов;
- стоимость основных производственных фондов общехозяйственного назначения – данный параметр влияет на такие составляющие статьи, как "Амортизация основных средств", "Содержание и текущий ремонт зданий, сооружений и инвентаря общехозяйственного назначения";
- численность административно-управленческого персонала заводоуправления и служб общехозяйственного назначения, которая влияет на статьи "Заработная плата аппарата управления", "Затраты на командировки и перемещения" и "Затраты на охрану".

Следовательно, уравнение для планирования суммы общехозяйственных расходов должно иметь вид

$$Z_{\text{охр}} = a_0 + a_1 \cdot V + a_2 \cdot \text{ОПФ}_{\text{охн}} + a_3 \cdot \text{Ч}_{\text{ау}},$$

где ОПФ<sub>охн</sub> – стоимость основных производственных фондов общехозяйственного назначения; Ч<sub>ау</sub> – численность административно-управленческого аппарата заводоуправления и служб общехозяйственного назначения.

Для более точного расчета величины общехозяйственных расходов рассмотрим поведение отдельных составляющих статей затрат и выявим зависимости этих затрат от объема выпуска продукции.

Затраты на оплату труда работников аппарата управления и отчисления на социальные нужды носят постоянный характер по отношению к объему производства и могут быть выражены зависимостью

$$Z_{\text{зау}} = a_0.$$

Затраты на командировки также являются постоянными и описываются зависимостью

$$Z_{\text{к}} = a_0.$$

Затраты на охрану труда, относясь к предприятию в целом, носят постоянный характер и описываются уравнением

$$Z_{\text{от}} = a_0.$$

Следующей статьей затрат является "Амортизация зданий, сооружений и инвентаря". Вид зависимости определяется методом начисления амортизации:

- при линейном методе зависимость носит постоянный характер:

$$Z_{\text{а}} = a_0;$$

- при методе уменьшаемого остатка и методе списания стоимости по сумме чисел от срока полезного использования зависимость носит переменный нелинейный характер:

$$Z_{\text{а}} = a_0 + a_1 \cdot V + a_2 \cdot V^2 + \dots;$$

- при методе списания стоимости пропорционально объему продукции зависимость носит чисто переменный характер:

$$Z_a = a_1 \cdot V.$$

Расходы по содержанию и текущему ремонту зданий, сооружений и инвентаря общехозяйственного назначения относятся к постоянным затратам и выражаются

$$Z_{\text{срoк}} = a_0.$$

Расходы на подготовку кадров являются условно-переменными и описываются зависимостью

$$Z_{\text{пк}} = a_0 + a_1 \cdot V.$$

Налоги, сборы и отчисления, как и предыдущая статья, являются условно-переменными затратами

$$Z_{\text{нco}} = a_0 + a_1 \cdot V.$$

Представительские расходы описываются уравнением

$$Z_{\text{пр}} = a_0.$$

Прочие расходы относятся к постоянным расходам предприятия и могут быть выражены

$$Z_{\text{проч}} = a_0.$$

Таким образом, с учетом вышеизложенного, полная себестоимость калькуляционной единицы продукции в условиях промышленных предприятий машиностроения составит:

$$C_i = [Z_m + Z_{\text{пф}} - Z_{\text{во}} + Z_{\text{вм}} + Z_{\text{эт}} + Z_{\text{зпо}} \cdot (1 + K_d) \cdot (1 + K_{\text{сн}}) + Z_{\text{сэо}} + \\ + (Z_{\text{зпо}} + Z_{\text{сэо}}) \cdot (K_{\text{ц}} + K_{\text{опр}}) + Z_{\text{нк}} + Z_{\text{бр}} + Z_{\text{проч}}] \cdot (1 + K_{\text{вп}}),$$

где  $Z_m$ ,  $Z_{\text{пф}}$  – затраты на материалы и полуфабрикаты;  $Z_{\text{во}}$  – реализационная цена возвратных отходов;  $Z_{\text{эт}}$  – затраты на технологическое топливо и технологическую энергию;  $Z_{\text{зпо}}$  – основная заработная плата основных производственных рабочих по изготовлению данного изделия;  $K_d$  – коэффициент дополнительной заработной платы;  $K_{\text{сн}}$  – коэффициент отчислений на социальное страхование и обеспечение;  $Z_{\text{сэо}}$  – расходы на содержание и эксплуатацию технологического оборудования, при помощи которого изготавливается калькулируемая продукция;  $K_{\text{ц}}$ ,  $K_{\text{опр}}$  – коэффициент цеховых и общепроизводственных расходов;  $Z_{\text{нк}}$  – расходы по подготовке и освоению новых конструкций;  $Z_{\text{бр}}$  – расходы, связанные с браком;  $Z_{\text{проч}}$  – прочие производственные расходы;  $K_{\text{вп}}$  – коэффициент внепроизводственных расходов.

Наиболее сложной является проблема выявления подходящей базы отнесения затрат. База распределения должна соответствовать технологическим процессам, но при этом расчеты не должны быть сложными и трудоемкими. На многих предприятиях накладные расходы распределяют пропорционально заработной плате производственных рабочих или прямым затратам. Для более точного распределения можно использовать для каждой статьи свою, более подходящую базу. Поскольку выбор базы осуществляется для конкретного предприятия, возможно произвести расчет по динамическим рядам, хотя при таком подходе возможно наличие автокорреляции. Для распределения общехозяйственных расходов базу отнесения затрат можно не рассчитывать, так как общехозяйственные расходы могут быть списаны без распределения по изделиям, однако при этом теряется значение полной себестоимости изделия.

Исследовать поведение различных видов затрат в зависимости от объема производства и разделение затрат смешанного типа на постоянную и переменную части можно при помощи методов регрессионного анализа.

Регрессионный анализ ставит перед собой две задачи: во-первых, он выполняет аппроксимацию линии для наблюдаемых взаимосвязей между издержками и объемом, называемой линией наилучшей аппроксимации; во-вторых, он дает пользователю информацию о степени доверия к качеству аппроксимации предполагаемой линией регрессии.

Регрессионный анализ выполняет приближение данных прямой линией таким образом, чтобы минимизировать сумму квадратов расстояний от линии регрессии до точек фактических наблюдений, т.е. чтобы сумма квадратов этих отклонений была меньше, чем сумма квадратов отклонений от любой другой прямой.

Данные могут быть использованы для расчетов, если их вариация не превышает 33 %. Расчет вариации факторов необходим для оценки качества данных. Качество модели определяется с помощью статистических критериев.

Для измерения тесноты связи между факторами рассчитывают коэффициент корреляции ( $r$ ). В случае прямолинейной формы связи формула имеет вид:

$$r = \frac{\overline{xy} - \sum x \sum y}{\sqrt{(x^2 n - (\sum x)^2)(\sum y^2 n - (\sum y)^2)}}$$

где  $x$  – независимый фактор;  $y$  – зависимый фактор;  $xy$  – произведение средних значений факторов;  $n$  – количество наблюдений.

Значимость коэффициентов корреляции проверяют по критерию Стьюдента

$$t = \frac{r}{\sigma_r},$$

где  $\sigma_r$  – среднеквадратическая ошибка коэффициента корреляции, определяемая по формуле

$$\sigma_r = \frac{1-r^2}{\sqrt{n-1}}.$$

Если расчетное значение  $t$  превышает табличное  $t_t$ , величина коэффициента корреляции является значимой.

Далее следует определить уравнение регрессии. Модель строится поэтапно, при этом на каждом последующем шаге добавляется очередной фактор, оказывающий наибольшее влияние на результативный показатель. Рассчитываются коэффициенты уравнения, коэффициенты множественной корреляции  $R$  и детерминации  $R^2$ , критерий Фишера  $F$ , стандартная ошибка аппроксимации  $E$  и другие показатели надежности модели. Модель тем лучше, чем ниже величина стандартной ошибки и выше величина коэффициентов множественной корреляции, детерминации и критерия Фишера.

Коэффициент множественной корреляции рассчитывается на базе общей дисперсии результативного признака, отображающей совокупное влияние всех факторов, и факторной дисперсии.

$$R = \sqrt{\frac{\sigma_{y_x}^2}{\sigma_y^2}}.$$

Коэффициент детерминации  $R^2$  рассчитывается как квадрат коэффициента множественной корреляции и характеризует степень зависимости результативного показателя от изменения исследуемых факторов. В случае, когда значение  $R$  больше 0,85, степень зависимости результативного фактора сильная.

Критерий Фишера используют для оценки значимости коэффициента множественной корреляции. Фактическое значение  $F$  рассчитывается по формуле

$$F = \frac{R^2}{1-R^2} \frac{n-m}{m-1},$$

где  $m$  – число параметров уравнения регрессии.

Если расчетное значение превышает табличное, величина коэффициента корреляции признается существенной, и гипотеза об отсутствии связи между результативным показателем и остальными факторами отклоняется.

Стандартная ошибка аппроксимации  $E$  рассчитывается по методу наименьших квадратов и имеет тем меньшее значение, чем больше расчетная линия регрессии соответствует фактической.

Регрессионная модель не обязательно является линейной. Чем меньше стандартная ошибка аппроксимации при прочих удовлетворяющих критериям условиях, тем лучше модель. Линейная модель имеет смысл с экономической точки зрения, кроме того, проще при проведении расчетов. Чем больше коэффициент корреляции, тем более подходящим является независимый фактор в качестве базы отнесения затрат.

В многофакторной регрессионной модели коэффициенты регрессии в уравнении связи имеют различные единицы измерения. Для приведения коэффициентов в сопоставимый вид используют  $\beta$ -коэффициенты, выражающие коэффициенты в долях среднеквадратичного отклонения

$$\beta_i = b_i \frac{\sigma_{x_i}}{\sigma_y},$$

где  $b_i$  – коэффициент в уравнении регрессии.

После выбора базы отнесения затрат следует рассчитать маржинальную прибыль, для чего выделить долю переменных затрат, приходящуюся на каждое изделие. Рекомендуется использовать данные не более чем за год с разбивкой по месяцам, поскольку с течением времени поведение затрат может измениться и данные за больший период не дадут точных результатов.

С учетом инфляции рекомендуется использовать данные не более чем за год с разбивкой по месяцам, поскольку с течением времени поведение затрат может измениться и данные за больший период не дадут точных результатов.

Проведение статистического анализа для выявления постоянной и переменной составляющих условно-постоянных и условно-переменных затрат возможно при следующих допущениях:

- цены реализации продукции и цены на сырье и материалы постоянны;
- ассортимент продукции неизменен;
- объем производства равен объему реализации;
- объем производства изменяется в небольших пределах, что позволяет говорить о линейной зависимости переменных затрат от объема производства.

Для обеспечения первого условия о постоянстве цен необходимо устранить влияние инфляционного фактора – перевести все величины в цены базового периода, используя индекс цен. В условиях многономенклатурного производства в качестве независимой переменной можно рассматривать объем выпуска в стоимостном выражении или производственную мощность (станко-часы, нормо-часы и пр.).

### **3.2 МЕТОДЫ ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ ВЕСОВЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ**

Метод экспертных оценок включает комплекс логических и математических процедур, направленных на получение от специалистов информации, ее анализ и обобщение с целью подготовки и выбора рациональных решений. Сущность этого метода заключается в проведении квалифицированными специалистами интуитивно-логического анализа проблемы с качественной или количественной оценкой суждений и формализованной обработкой результатов.

Комплексное использование интуиции, логического мышления и соответствующего математического аппарата позволяет получить решение поставленной задачи (проблемы).

Говоря об оценках экспертов, мы понимаем под этим количественные или качественные измерения соответствующих показателей.

Если эксперт должен оценить значение количественного показателя, он может это сделать, указав соответствующее численное значение либо интервал, в котором, по его мнению, лежит значение оцениваемого показателя. При коллективной экспертной оценке значения показателя, указанные экспертами, либо усредняются, либо обрабатываются с помощью других специальных методов. Могут использоваться также различные методы получения экспертной информации – различные методы экспертных измерений, которые мы обсудим ниже.

Если же эксперт должен определить значение показателя, который может быть оценен лишь качественно, то в этом случае для получения экспертной оценки можно воспользоваться вербально-числовыми шкалами. Вербально-числовые шкалы ориентированы на получение и обработку качественной (неколичественной) экспертной информации. В состав вербально-числовой шкалы входят описы-



ваемые содержательно наименования ее градаций и соответствующие им численные значения либо диапазоны численных значений.

Примером вербально-числовой шкалы, имеющей достаточно широкое применение, является шкала Харрингтона, предназначенная для характеристики степени удовлетворительности уровня показателя, оцениваемого качественно.

Остановимся теперь на способах экспертных измерений – способах получения экспертных оценок. При этом мы отдельно рассмотрим методы получения как количественной, так и качественной информации.

## МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК

1 *Непосредственная количественная оценка.* Непосредственная количественная оценка используется как в случае, когда надо определить значение показателя, измеряемого количественно, так и в случае, когда надо оценить степень сравнительной предпочтительности различных объектов.

В первом случае каждый из экспертов непосредственно указывает значение показателя для оцениваемого объекта. Это может быть конкретное численное значение показателя для оцениваемого объекта. Например, стоимость жилой квартиры, цена единицы продукции, при которой она может иметь конкурентоспособный спрос, предполагаемая емкость рынка, оптимальный объем производства и т.д. Если эксперт затрудняется указать конкретное значение показателя, он может указать диапазон, в котором лежит значение оцениваемого показателя.

Во втором случае, когда оценивается сравнительная предпочтительность объектов по тому или иному показателю, количественная оценка, указываемая экспертом, определяет степень их сравнительной предпочтительности. Заранее необходимо условиться, что, скажем, большее значение оценки соответствует более предпочтительному альтернативному варианту. Иногда количественную оценку сравнительной предпочтительности объектов целесообразней производить в баллах, используя специально разработанные балльные шкалы.

2 *Метод средней точки.* Метод используется, когда альтернативных вариантов достаточно много. Если через  $f(a_1)$  обозначим оценку 1-го альтернативного варианта значения показателя, относительно которого определяется сравнительная предпочтительность объектов, через  $f(a_2)$  – оценку второго альтернативного варианта, то далее эксперту предлагается подобрать третий альтернативный вариант  $a_3$ , оценка которого  $f(a_3)$  расположена в середине между значениями  $f(a_1)$  и  $f(a_2)$  и равна  $(f(a_1) + f(a_2)) / 2$ . При этом в качестве первого и второго альтернативных вариантов целесообразно выбирать наименее и наиболее предпочтительные альтернативные варианты.

Далее экспертом указывается альтернативный вариант  $a_4$ , значение которого  $f(a_4)$  расположено посередине между  $f(a_1)$  и  $f(a_3)$ , и альтернативный вариант  $a_5$ , значение которого  $f(a_5)$  расположено посередине между значениями  $f(a_3)$  и  $f(a_4)$ . Процедура завершается, когда определяется сравнительная предпочтительность участвующих в экспертизе альтернативных вариантов.

Этот метод может быть использован также при экспертной оценке численных значений показателей, имеющих количественный характер.

3 *Метод Черчмена–Акофа.* Этот метод используется при количественной оценке сравнительной предпочтительности альтернативных вариантов и допускает корректировку оценок, даваемых экспертами.

Метод предполагает, что оценки альтернативных вариантов неотрицательные числа  $u$  и если альтернативный вариант  $a_1$  предпочтительнее альтернативного варианта  $a_2$ , то  $f(a_1)$  больше, чем  $f(a_2)$ , а оценка одновременной реализации альтернативных вариантов  $a_1$  и  $a_2$  оценивается как  $f(a_1) + f(a_2)$ .

Все альтернативные варианты ранжируются по предпочтительности и каждому из них эксперт назначает количественные оценки, как правило, в долях единицы. Далее эксперт сопоставляет по предпочтительности альтернативный вариант  $a_1$  и сумму остальных альтернативных вариантов. Если он предпочтительнее, то и значение  $f(a_1)$  должно быть больше суммарного значения остальных альтернативных вариантов, в противном случае – наоборот. Если эти соотношения не выполняются, то оценки должны быть соответствующим образом скорректированы.

Если  $a_1$  менее предпочтителен, чем сумма остальных альтернативных вариантов, то он сравнивается с суммой остальных альтернативных вариантов, за исключением последнего.

Если альтернативный вариант  $a_1$  на каком-то шаге оказался предпочтительнее суммы остальных альтернативных вариантов и для оценок это соотношение подтверждается, то  $a_1$  из дальнейших рассмотрении исключается. Этот процесс продолжается до тех пор, пока последовательно не будут рассмотрены все альтернативные варианты.

При практическом применении в случае достаточно большого числа сравниваемых альтернативных вариантов в метод могут быть внесены некоторые коррективы, снижающие его трудоемкость. Так, например, сразу может определяться сумма наибольшего числа альтернативных вариантов с отбрасыванием менее предпочтительных вариантов, которая меньше, чем  $f(a_1)$  и т.д.

4 *Метод лотерей.* Согласно этому методу для любой тройки альтернативных вариантов  $a_1, a_2, a_3$ , упорядоченных в порядке убывания предпочтительности, эксперт указывает такую вероятность  $p$ , при которой альтернативный вариант  $a_2$  равноценен лотерее, при которой альтернативный вариант  $a_1$  встречается с вероятностью  $p$ , а альтернативный вариант  $a_3$  встречается с вероятностью  $1 - p$ .

На основании последовательной оценки сравнительной предпочтительности некоторого числа троек альтернативных вариантов рассчитываются числа  $u_1, u_2, \dots, u_n$ , с помощью которых формируется линейная функция полезности вида:

$$u_1 p_1 + u_2 p_2 + \dots + u_n p_n,$$

где  $p_1, p_2, \dots, p_n$  – вероятности, с которыми рассматриваются альтернативные варианты  $a_1, a_2, \dots, a_n$ .

Эта формула позволяет сравнивать по предпочтительности различные лотереи, характеризующиеся различными вероятностями реализации альтернативных вариантов  $a_1, a_2, \dots, a_n$ .

## МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ КАЧЕСТВЕННЫХ ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК

Иногда специфика объектов экспертного оценивания такова, что эксперты затрудняются дать количественные оценки значений оцениваемых показателей либо объекту в целом, а в некоторых случаях такие оценки попросту неоправданны и не позволяют получить достаточно надежной экспертной информации. В этих случаях более оправданным является использование методов качественной оценки объектов экспертизы. Бывают также ситуации, когда характер экспертной информации таков, что количественные оценки практически невозможны. Поэтому далее мы приведем описание методов, которые могут быть использованы именно для получения качественных оценок объектов или показателей их характеризующих.

1 *Экспертная классификация.* Этот метод целесообразно использовать, когда необходимо определить принадлежность оцениваемых альтернативных вариантов к установленным и принятым к использованию классам, категориям, уровням, сортам (далее классам). Он может быть использован и тогда, когда конкретные классы, к которым должны быть отнесены оцениваемые объекты, заранее не определены. Может быть заранее не определено и число классов, на которое производится разбиение оцениваемых объектов. Оно может быть установлено лишь после завершения процедуры классификации.

Если эксперту необходимо отнести каждый из альтернативных вариантов к одному из заранее установленных классов, то наиболее распространена процедура последовательного предъявления эксперту альтернативных вариантов. В соответствии с имеющейся у него информацией об оцениваемом объекте и используемой им оценочной системе эксперт определяет, к какому из классов оцениваемый объект принадлежит. После завершения процедуры последовательного предъявления альтернативных вариантов эксперту может быть предъявлен результат его оценки в виде распределения всех оцененных им альтернативных вариантов по классам. На этом этапе эксперту, как правило, предоставляется возможность, исходя из общего результата классификации, внести коррективы в данные им оценки.

Если проводится коллективная экспертиза, то результаты экспертной классификации, указанные каждым из экспертов, обрабатываются с целью получения результирующей коллективной экспертной оценки.

В зависимости от целей экспертизы может возникнуть необходимость отнесения альтернативных вариантов к упорядоченным классам. Скажем, необходимо отнести оцениваемые объекты к соответствующим категориям, причем так, чтобы более предпочтительные были отнесены к более предпочтительным категориям. Естественно, это отражается на процедуре экспертной классификации. Но главное, чтобы эксперт однозначно понимал поставленную перед ним задачу.

Если число классов, на которое должны быть разбиты альтернативные варианты, заранее не оговаривается, то целесообразно использование следующей процедуры.

Эксперту предъявляется пара альтернативных вариантов и предлагается определить, относятся ли они к одному или к разным классам. После этого эксперту последовательно предлагаются оцениваемые альтернативные варианты и выясняется, может ли каждый из них быть отнесенным к одному из образовавшихся к тому времени классов или необходимо для данного альтернативного варианта образовать новый класс. Процедура завершается после того, как эксперту будут предъявлены все альтернативные варианты.

2 *Метод парных сравнений.* Метод парных сравнений является одним из наиболее распространенных методов оценки сравнительной предпочтительности альтернативных вариантов. Эксперту последовательно предлагаются пары альтернативных вариантов, из которых он должен указать более предпочтительный. Если эксперт относительно какой-либо пары затрудняется это сделать, он вправе посчитать сравниваемые альтернативные варианты равноценными либо несравнимыми. После последовательного предъявления эксперту всех пар альтернативных вариантов определяется их сравнительная предпочтительность по оценкам данного эксперта. В результате парных сравнений, если эксперт оказался последовательным в своих предпочтениях, все оцениваемые альтернативные варианты могут оказаться проранжированными по тому или иному критерию, показателю, свойству. Если эксперт признал некоторые альтернативные варианты несопоставимыми, то в результате будет получено лишь их частичное упорядочение.

При достаточно большом числе оцениваемых альтернативных вариантов процедура парного сравнения всех возможных пар становится трудоемкой для эксперта. В этом случае целесообразно применение соответствующих модификаций метода парных сравнений. Например, если предположить непротиворечивость оценок эксперта, то, практически, достаточно однократного предъявления каждого альтернативного варианта в паре с каким-либо другим.

3 *Ранжирование альтернативных вариантов.* Достаточно распространенной процедурой является также непосредственное ранжирование экспертом по предпочтительности оцениваемых альтернативных вариантов. В этом методе эксперту предъявляются отобранные для сравнительной оценки альтернативные варианты, но желательно не более 20 – 30 для их упорядочения по предпочтительности. Если альтернативных вариантов больше, то целесообразно использование соответствующих модификаций метода ранжирования. Например, ранжированию альтернативных вариантов может предшествовать их разбиение на упорядоченные по предпочтению классы с помощью метода экспертной классификации.

Ранжирование сравниваемых объектов эксперт может осуществлять различными способами. Приведем два из них. В соответствии с первым – эксперту предъявляется весь набор альтернативных вариантов и он указывает среди них наиболее предпочтительный. Затем эксперт указывает наиболее предпочтительный альтернативный вариант среди оставшихся и т.д., пока все оцениваемые альтернативные варианты не будут им проранжированы.

При втором способе эксперту первоначально предъявляются два или больше альтернативных вариантов, которые предлагается ему упорядочить по предпочтениям. Если эксперту первоначально предлагаются несколько альтернативных вариантов для упорядочения по предпочтениям, то он на этом этапе может воспользоваться первым способом ранжирования. После проведения первоначального ранжирования эксперту последовательно предлагаются новые еще не оцененные им альтернативные варианты. Эксперт должен определить место вновь предъявленного альтернативного варианта среди проранжированных ранее. Процедура завершается после предъявления и оценки последнего альтернативного варианта.

4 *Метод векторов предпочтений.* Этот метод чаще используется при необходимости коллективного экспертного ранжирования. Эксперту предъявляется весь набор оцениваемых альтернативных вариантов и предлагается для каждого альтернативного варианта указать, сколько, по его мнению, других альтернативных вариантов превосходят данный. Эта информация представляется в виде вектора, первая компонента которого – число альтернативных вариантов, которые превосходят первый, вторая компонента – число альтернативных вариантов, которые превосходят второй альтернативный вариант, и т.д.

Если в векторе предпочтений каждое число встречается ровно один раз, то экспертом указано строгое ранжирование альтернативных вариантов по предпочтениям. В противном случае полученный результат не является строгим ранжированием и отражает либо затруднения эксперта при оценке сравни-

тельной предпочтительности отдельных альтернативных вариантов, либо наличие среди них равноценных.

Метод векторов предпочтений отличается сравнительной нетрудоемкостью и используется с учетом характера экспертизы. Метод может применяться и тогда, когда у эксперта имеются затруднения при использовании других методов оценки сравнительной предпочтительности альтернативных вариантов.

5 *Дискретные экспертные кривые.* Если в цели экспертизы входит разработка прогнозов или анализ динамики изменения показателей, характеризующих объект экспертизы, то целесообразно воспользоваться дискретными экспертными кривыми.

При построении дискретной экспертной кривой определяется набор характерных точек, в которых наблюдается или ожидается смена тенденции изменения значений показателя, а также значений показателя в характерных точках. На участках между характерными точками предполагается, что значения показателя изменяются линейно, т.е. две соседние характерные точки кривой могут быть соединены отрезками прямой линии.

Если есть достаточно веские основания для того, чтобы определить нелинейные изменения значений показателя на участках кривой между соседними характерными точками, имеет смысл от дискретных экспертных кривых перейти к экспертным кривым. При построении экспертных кривых отрезки прямых линий могут быть заменены отрезками известных нелинейных кривых либо кривых, построенных непосредственно экспертами.

Заметим, однако, что далеко не всегда мы располагаем информацией, позволяющей надежно судить о поведении кривой на участках между характерными точками. К тому же обработка результатов экспертных оценок и, в частности, определение результирующей коллективной экспертной оценки, более надежно для дискретных экспертных кривых.

Применение экспертных кривых позволяет более наглядно и надежно представить различные сценарии развития ситуации, что часто бывает необходимым при разработке прогнозов.

Анализ экспертных методов позволяет нам сделать вывод, что для целей определения весовых коэффициентов при многокритериальной оптимизации наиболее предпочтительным является метод парных сравнений, позволяющий уменьшить значение субъективизма при определении весовых коэффициентов. Ниже приводится разработанная нами методика применения метода парных сравнений.

Задано множество вариантов решения исследуемой проблемы

$$V = \{v_i, i = 1, \dots, n\},$$

где  $n$  – число вариантов.

Экспертам предлагается оценить значимость вариантов для достижения цели. Всего привлечено  $m$  экспертов.

В ходе экспертизы каждому эксперту выдавалась таблица, в которую он должен был занести результаты парных сравнений, образующих матрицу  $S = |s(k, p)|_{n \times n}$ , где

$$s(k, p) = \begin{cases} 1, & \text{если вариант } v_k \text{ предпочтительнее варианта } v_p; \\ 0, & \text{если вариант } v_p \text{ предпочтительнее варианта } v_k; \\ -, & \text{если варианты } v_k \text{ и } v_p \text{ равнозначны.} \end{cases}$$

В качестве рекомендаций эксперту при заполнении матрицы парных сравнений предлагалось сначала попарно сравнивать вариант  $v_1$  с  $v_2, \dots, v_n$ , затем  $v_2$  с  $v_3, \dots, v_n$  и т.д., т.е. достаточно заполнить таблицу лишь выше главной диагонали. Элементы таблицы ниже главной диагонали заполняются по правилу:

$$v(k, p) = 1 - v(p, k).$$

Заполнение матрицы парных сравнений одним экспертом приведено в табл. 1.

### 1 Матрица парных сравнений первого эксперта

	$v_1$	$v_2$	$v_3$		$v_i$	...	...	$v_n$
--	-------	-------	-------	--	-------	-----	-----	-------

$v_1$	–	1	1		0			1
$v_2$	0	–	0		0			1
$v_3$	0	1	–		0			0
...								
$v_i$	1	1	1	–	–			1
...								
$v_n$	0	0	1		0			–

Предположим, что мы имеем 11 целевых функций задачи оптимизации производственной программы и оценку проводят 5 экспертов. Тогда пример заполнения матрицы первым экспертом представлен в табл. 2.

Обработка результатов экспертизы начиналась с определения суммарных баллов, проставленных каждым экспертом по каждому из вариантов, и определения рангов вариантов в соответствии с этими баллами (см. табл. 3).

## 2 Матрица парных сравнений первого эксперта

	$v_1$	$v_2$	$v_3$	$v_4$	$v_5$	$v_6$	$v_7$	$v_8$	$v_9$	$v_{10}$	$v_{11}$
$v_1$	–	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1
$v_2$	0	–	0	0	0	0	1	0	0	0	1
$v_3$	0	1	–	1	0	1	1	0	0	1	0
$v_4$	1	1	0	–	0	0	1	1	0	1	1
$v_5$	1	1	1	1	–	1	1	1	0	1	1
$v_6$	1	1	0	1	0	–	1	0	0	1	1
$v_7$	0	0	0	0	0	0	–	0	0	1	0
$v_8$	1	1	1	0	0	1	1	–	0	0	1
$v_9$	1	1	1	1	1	1	1	1	–	1	1
$v_{10}$	1	1	0	0	0	0	0	1	0	–	1
$v_{11}$	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	–

## 3 Сводная матрица результатов обработки матрицы парных сравнений первого эксперта

Номер варианта	Суммарный балл $B(k)$	Нормированная частота $F(k)$	Ранг варианта $R(k)$
$v_1$	4	4/55	7,5
$v_2$	2	2/55	9,5
$v_3$	5	1/11	6
$v_4$	6	6/55	4
$v_5$	9	9/55	2
$v_6$	6	6/55	4
$v_7$	1	1/55	11
$v_8$	6	6/55	4
$v_9$	10	10/55	1
$v_{10}$	4	4/55	7,5
$v_{11}$	2	2/55	9,5

В результате работы  $m$  экспертов заполняются обобщенные таблицы суммарных баллов  $B(n, m)$ , рангов  $R(n, m)$  и нормированных частот предпочтения  $F(n, m)$  рассматриваемых вариантов (см. табл. 4 и 5).

#### 4 Сводная таблица суммарных баллов

Номер варианта	Эксперт 1	Эксперт 2	Эксперт 3	Эксперт 4	Эксперт 5	Общий балл	Нормированная частота	Общий ранг
$v_1$	4	4	4	4	3	19	0,069	7
$v_2$	2	4	3	4	3	16	0,058	8,5
$v_3$	5	5	6	6	6	28	0,102	6
$v_4$	6	7	5	6	5	29	0,105	5
$v_5$	9	7	7	7	9	39	0,142	2
$v_6$	6	6	6	6	6	30	0,109	4
$v_7$	1	2	3	2	2	10	0,036	11
$v_8$	6	7	8	7	6	34	0,124	3
$v_9$	10	8	8	7	8	41	0,149	1
$v_{10}$	4	3	2	3	4	16	0,058	8,5
$v_{11}$	2	2	3	3	3	13	0,047	10
					Итого:	275	1	

#### 5 Сводная таблица ранжирования вариантов экспертами

Номер варианта	Эксперт 1		Эксперт 2		Эксперт 3		Эксперт 4		Эксперт 5	
	$R(k, 1)$	$F(k, 1)$	$R(k, 2)$	$F(k, 2)$	$R(k, 3)$	$F(k, 3)$	$R(k, 4)$	$F(k, 4)$	$R(k, 5)$	$F(k, 5)$
$v_1$	7,5	4/55	7,5	4/55	7	4/55	7,5	4/55	9	3/55
$v_2$	9,5	2/55	7,5	4/55	9	3/55	7,5	4/55	9	3/55
$v_3$	6	1/11	6	1/11	4,5	6/55	5	6/55	4	6/55
$v_4$	4	6/55	3	7/55	6	1/11	5	6/55	6	1/11
$v_5$	2	9/55	3	7/55	3	7/55	2	7/55	1	9/55
$v_6$	4	6/55	5	6/55	4,5	6/55	5	6/55	4	6/55
$v_7$	11	1/55	10,5	2/55	9	3/55	11	2/55	11	2/55
$v_8$	4	6/55	3	7/55	1,5	8/55	2	7/55	4	6/55

$v_9$	1	10/55	1	8/55	1,5	8/55	2	7/55	2	8/55
$v_{10}$	7,5	4/55	9	3/55	11	2/55	9,5	3/55	7	4/55
$v_{11}$	9,5	2/55	10,5	2/5	9	3/55	9,5	3/55	9	3/55

Подсчет суммарных баллов производится построчным суммированием элементов матрицы  $V$ , ранги определяются по правилам, определенным в математической статистике. Поскольку один эксперт сравнивает 55 пар вариантов  $n(n-1)/2$ , то при определении нормированных частот используется этот коэффициент. Расчеты по таблицам, заполненным  $j$ -м экспертом, производились по формулам:

$$B(k, j) = \sum_{p=1}^n v(k, p, j);$$

$$F(k, j) = \frac{B(k, j)}{C_n^2};$$

$$C_n^2 = \frac{n(n-1)}{2}.$$

Причем

$$\sum_{k=1}^{11} F(k, j) = 1,$$

т.е. нормирование заключается в делении частот  $F(k, j)$  на число сравнений.

Значения нормированных средних частот (рейтингов)  $F(k)$  с учетом мнения всех экспертов вычисляются по формуле

$$F(k) = \frac{\sum_{j=1}^5 f(k, j)}{\sum_{k=1}^{11} \sum_{j=1}^5 f(k, j)}.$$

Чем больше значение  $F(k)$ , тем выше доля  $k$ -го средства в достижении цели удовлетворения информационных потребностей клиента в общем перечне оказываемых ему необходимых информационных услуг.

Но прежде, чем принимать рассчитанные долевые коэффициенты, необходимо оценить, насколько согласованным было мнение экспертов при парных сравнениях.

Достоверность предположения о согласованности мнений экспертов проверяется методами проверки статистических гипотез. В нашем случае проверялась гипотеза о том, что различия во мнениях экспертов незначительны и полученные по заполненным экспертами таблицам ранги вариантов можно рассматривать как случайные величины, распределенные по одному и тому же закону, имеющие одинаковые статистические характеристики.

Для предварительной оценки согласованности мнений экспертов определим коэффициенты ранговой корреляции по Спирмену, которые рассчитываются по формуле

$$K(x, y) = \frac{6 \cdot \sum_{i=1}^n (r(i, x) - r(i, y))^2}{n(n^2 - 1)}.$$

Сводная таблица коэффициентов корреляции ранжирования вариантов для пяти экспертов приводится в табл. 6.

Из табл. 6 видно, что мнения экспертов достаточно согласованы, поскольку все коэффициенты корреляции близки к единице. Для более строгой оценки рассчитаем коэффициент конкордации:

$$W = \frac{4S}{m(m-1)n(n-1)},$$

где

$$S = \sum_{p=1}^n \sum_{k=1}^n C_{B(k,p)}^2;$$

$$C_{B(k,p)}^2 = \begin{cases} 0 & \text{при } B(k,p) < 2; \\ 1 & \text{при } B(k,p) = 2; \\ \frac{b(b-1)}{2} & \text{при } B(k,p) > 2. \end{cases}$$

На основании данных табл. 6 коэффициент конкордации (согласия) в нашем случае равен

$$W = 4 \cdot 405 / (5 \cdot 4 \cdot 11 \cdot 10) = 0,7364.$$

### 6 Сводная таблица коэффициентов корреляции

Экспер- ты	Эксперт 1	Эксперт 2	Эксперт 3	Эксперт 4	Эксперт 5
1	1	0,94626 2	0,85514	0,92456 9	0,93897 7
2		1	0,88317 8	0,95523 1	0,85447
3			1	0,94343 8	0,83569
4				1	0,90996 3
5					1

### 7 Число сочетаний С на основании сводной таблицы суммарных баллов

Ва- риант	v <sub>1</sub>	v <sub>2</sub>	v <sub>3</sub>	v <sub>4</sub>	v <sub>5</sub>	v <sub>6</sub>	v <sub>7</sub>	v <sub>8</sub>	v <sub>9</sub>	v <sub>10</sub>	v <sub>11</sub>	Сумма
v <sub>1</sub>	–	1 0	0	0	0	0	3	0	0	3	1 0	26
v <sub>2</sub>	0	–	0	0	1	0	1 0	0	0	1	6	18
v <sub>3</sub>	6	1 0	–	3	0	1 0	1 0	0	0	3	3	45
v <sub>4</sub>	6	1 0	1	–	0	0	1 0	3	1	1 0	1	42
v <sub>5</sub>	6	3	1 0	6	–	1 0	1 0	1	0	1 0	1 0	66



$v_6$	1 0	6	0	1 0	0	–	1 0	0	0	1 0	1 0	56
$v_7$	1	0	0	0	0	0	–	0	0	1 0	3	14
$v_8$	1 0	6	1 0	1	3	6	1 0	–	0	1	3	50
$v_9$	1 0	6	1 0	3	6	1 0	1 0	6	–	3	3	67
$v_{10}$	1	3	1	0	0	0	0	3		–	6	14
$v_{11}$	0	0	1	3	0	0	1	1	1	0	–	7
												$S =$ 405

Коэффициент  $W$  может находиться в пределах от  $W_{\min}$  (при минимальном согласии экспертов) до 1 (полное согласие). Значение  $W_{\min}$  рассчитывается из соотношения

$$W_{\min} = \begin{cases} \frac{m-1}{2m}, & \text{если } m \text{ – нечетное;} \\ \frac{m-2}{2(m-1)}, & \text{если } m \text{ – четное.} \end{cases}$$

В нашем примере  $m = 5$  и  $W_{\min} = 4 / 10 = 0,4$ .

Таким образом,  $W = 0,7364$  принадлежит интервалу  $[0,4; 1]$ , мнения экспертов можно считать согласованными и весовые коэффициенты, рассчитанные для каждого показателя, используемого для решения задачи оптимизации, достоверными.

### **3.3 ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПУТЕМ РАЗРАБОТКИ ГРАФОВОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ РЕЛЯЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ ДАННЫХ**

В рамках прагматической концепции семиотики информация определяется как фактическое или потенциальное знание, которое служит для подготовки целенаправленного действия. Кроме того, она представляет собой реальный нематериальный потребительский продукт, основной функцией которого является снижение неопределенности в процессе реализации целей.

При обработке экономической информации в управлении вообще, а при учете, планировании и анализе затрат в частности возникают следующие основные проблемы:

- избыточности – она обусловлена сложностью целенаправленного отбора и агрегирования управленческой информации; исследования показали, что спрос на информацию составляет лишь 6...11 % от потребности, кроме того, 90 % мощностей информационных систем не используются по различным причинам;

- значимости (релевантности) – данная проблема связана с оценкой и определением степени важности экономической информации для обеспечения высокого качества принимаемых решений;

- временного аспекта – он возник в связи со своевременной подготовкой и обработкой экономической информации в условиях динамичного развития внешней и внутренней среды;

- коммуникации – она продиктована рациональным распределением информации, вследствие растущего уровня делегирования полномочий;

- обеспечения необходимой эффективности – она связана с ростом затрат, имеющих место при сборе, обработке и хранении экономической информации.

Следовательно, возникает необходимость рационализации информационного обеспечения управленческой деятельности с количественной, качественной, временной, организационной и экономической точек зрения. Можно предположить, что качество принимаемых решений зависит от количества (объема) информации, возможности ее обработки, а также прикладного характера информации и некоторых поведенческих аспектов. Объем информации определяется потребностью, а также спросом и предложением. Если прочие факторы являются константами, то можно установить положительную (дегрессивную, прогрессивную или пропорциональную) зависимость между качеством принимаемых решений и объемом информации. Однако, возможна негативная ситуация, когда избыток предложения над спросом вызывает проблемы, связанные со своевременной обработкой.

Существуют различные подходы к принятию взвешенных решений в системе "выгода – риск", основанные, например, на теории полезности Бернулли, теории рисков и шансов Шекле и др.

Механизм предлагаемой методики действует в рамках банка данных, формирование и пополнение которого является важным фактором организации процесса ее реализации.

В табл. 8 изложены основные требования к информации, выдвигаемые с позиций разработки и реализации модели.

## 8 Требования к информации для создания и пополнения банка данных

Общие требования к качеству информации	Специфические требования, необходимые для формирования банка данных
Репрезентативность	Производится отбор лишь той информации, которая имеет непосредственное отношение к процессу разработки и реализации модели (текстовая информация, формализованные данные)
Содержательность	Из состава репрезентативной информации производится отбор той ее части, которая может быть непосредственно использована для эффективных действий
Полнота	Информация должна отражать статику и динамику процесса с охватом ближних и дальних связей в разрезе функциональных сфер деятельности
Доступность	Используется преимущественно та информация, которая формируется в действующей системе коммуникации (планы, отчеты, результаты анализа)
Своевременность	Используется преимущественно оперативная информация из отчетов по текущей деятельности. Накопленные данные используются для выработки стратегических решений
Устойчивость	Структура баз данных обосновывается с позиций необходимости и достаточности и остается неизменной на определенный период
Точность	Предпочтительными являются те данные, которые достаточно точно отражают ситуацию
Достоверность	Предпочтительной является "перекрестная" оценка данных с целью доказательства ее достаточной достоверности
Ценность	Информация банка служит целям антикризисной политики и способствует повышению инве-

Разработка информационной модели предполагает наличие ряда этапов.

На первом этапе осуществляется сбор информации. Ввод информации осуществляется при решении задач учета, следовательно, именно в процессе учета возникают задачи, связанные с созданием (Insert), изменением (Update) и удалением (Delete) данных. Функции контроля, анализа, регулирования требуют агрегирования исходных данных и выборки по различным критериям. В процессе ввода, удаления и изменения данных формируется информационная база первичных экономических показателей.

В качестве входной информации для формирования информационной базы служат следующие документы:

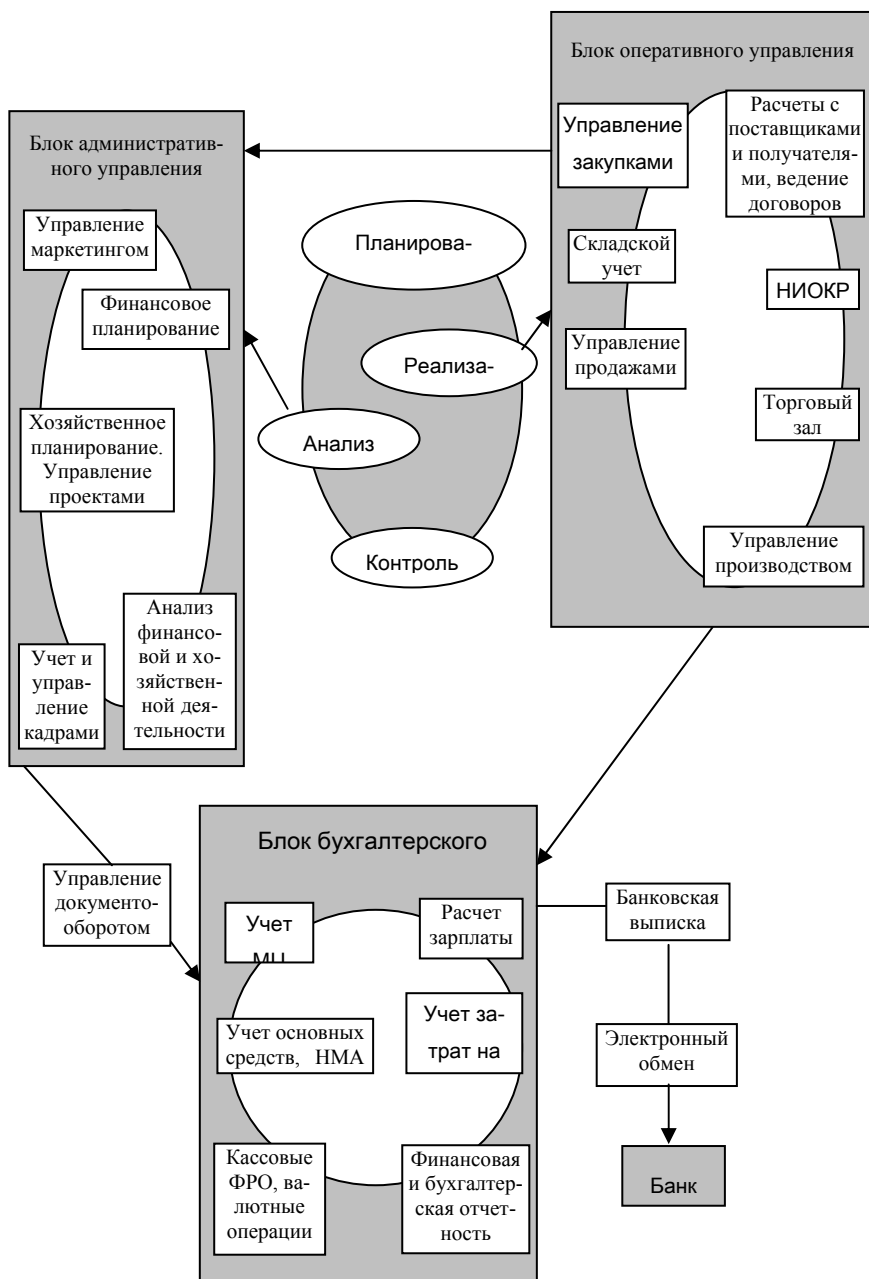
- отчеты экономистов цехов, представляемые в бухгалтерию ежемесячно, содержащие расчет фактической себестоимости продукции по статьям калькуляции в соответствии с номенклатурой цеха;
- ведомости № 12 и 15, составляемые работником бухгалтерии, содержащие информацию о величине общепроизводственных и общехозяйственных расходов соответственно, по статьям затрат за отчетный период (месяц);
- справка отдела сбыта о количестве выпущенной продукции в натуральном выражении согласно номенклатуре за отчетный период;
- отчет планово-экономического отдела, содержащий основные технико-экономические показатели: объем реализованной продукции в действующих ценах и ценах соответствующего периода; объем товарной продукции в действующих ценах и ценах соответствующего периода; себестоимость товарной продукции; рентабельность и т.п.

Для корректировки данных используются отчеты отдела сбыта об остатках готовой продукции на складе за анализируемый период, инвентаризационные ведомости бухгалтерии о величине незавершенного производства, статистические данные.

Диаграмма информационных потоков является следующим этапом проектирования информационной модели. Помимо задач, диаграмма содержит хранилища данных и информационные потоки. Функциональная декомпозиция сопровождается объектной декомпозицией, при этом нижний уровень функциональной диаграммы содержит объекты информационной базы (хранилища данных).

На рис. 7 приведена схема информационных потоков для задачи оперативного планирования.

Возникновение новых задач, связанных с администрированием информационной базы, уточняет организационную структуру предприятия, требуя назначения исполнителей, ресурсов и сроков исполнения. Совмещение диаграммы информационных потоков с организационной структурой предприятия позволяет выявить дублирование информационных потоков, петли, что предоставляет возможность корректировки документооборота.



**Рис. 7 Структура информационной системы**

Объектно-ориентированный подход позволяет сформулировать определение документа в условиях электронного документооборота.

*Документ* – набор любых показателей, рассчитываемых на основании данных о состоянии и поведении объектов, с возможностью предоставления в любое время по любой совокупности критериев.

Для обеспечения единого информационного пространства необходимо спроектировать логическую модель, отражающую отношения между объектами данных. Логическая модель не зависит от инструментального средства, хотя современные CASE-технологии ориентированы на реляционную модель хранения данных.

Логическая модель представляет собой автономный модуль данных системы управления затратами. Модель может быть реализована в любой объектно-ориентированной СУБД, поддерживающей создание событийно-управляемых приложений. Событиями, вызывающими пересчет соответствующих атри-

бутов, являются: ввод, модификация и удаление данных. Пользовательский интерфейс, разработанный на основе схемы данных, работает в режиме мониторинга.

Логическая модель является прототипом словаря данных. В данной работе логическая модель была спроектирована в среде CASE-инструмента ERWin (Logic Works), обеспечивающего контроль модели с точки зрения нормализации. В логической модели приводится система экономических показателей, реализованная в объектах реляционной модели.

Достоинствами предлагаемой логической модели с функциональной точки зрения являются:

– обеспечение связи между бухгалтерским учетом и оперативным контроллингом, так как данные для учета и калькулирования затрат связаны с бухгалтерской системой учета на уровне бухгалтерских проводок;

– возможность хранения аналитической информации о затратах с детализацией по изделиям и центрам затрат за счет соответствующей структуры данных.

При четко налаженной организационной схеме функциональной эксплуатации информационной системы каждый исполнитель выполняет определенные для него инструкции действия, получая информацию в объеме, необходимом и достаточном для осуществления своих должностных обязанностей. В результате работы всех пользователей системы происходит наполнение базы данных предприятия оперативной информацией о ходе выполнения конкретных хозяйственных операций, относящихся к различным направлениям деятельности.

Проектирование информационной системы базируется на методологиях структурного подхода и системного анализа.

В процессе функциональной декомпозиции происходит выявление задач, обеспечивающих достижение целей организации.

Декомпозиция задач может осуществляться по разным критериям: по функциям управления, периодичности, функциональным областям и другим. Чем больше критериев используется, тем точнее будут практические рекомендации по формированию организационной структуры.

Традиционно экономические показатели представляют в виде совокупности структурных единиц информации.

*Реквизит* – простейшая структурная единица информации, неделимая на смысловом уровне, отражающая количественную или качественную оценку сущностей предметной области.

*Составная единица информации (СЕИ)* – логически взаимосвязанная совокупность реквизитов.

*Показатель* – минимальная СЕИ, сохраняющая информативность.

*Документ* – СЕИ, представленная на бумажном носителе.

Реквизиты делятся на два типа: реквизит-признак и реквизит-основание. Реквизит-признак содержит качественную характеристику сущности, позволяющую идентифицировать объект. Реквизит-основание содержит характеристики состояния объекта.

Переходя к терминам реляционной модели, следует трактовать реквизит-основание как атрибут объекта, а реквизит-признак как ключевой атрибут. Составная единица информации представляет собой кортеж или строку (запись) таблицы, показатель – значение атрибута в строке. Будем называть показатели, значения которых изменяет пользователь при вводе, модификации или удалении, первичными. Первичные показатели имеют нулевой уровень агрегирования.

Изменение значений первичных показателей инициирует пересчет всех рассчитываемых на их основе агрегированных показателей. Процесс осуществляется посредством выполнения SQL-запросов. Понятие документа для электронного документооборота можно заменить понятием выборки данных по совокупности критериев. Выборки осуществляются с помощью транзакций.

Уточняя понятие экономических показателей, в реляционной модели можно выделить следующие виды показателей.

- 1 Элементарные атрибуты объектов.
- 2 Атрибуты объектов, значения которых рассчитываются на основании данных текущей таблицы.
- 3 Атрибуты объектов, значения которых рассчитываются на основании нескольких связанных таблиц.
- 4 Итоговые показатели, являющиеся результатом математической операции над значениями атрибута.
- 5 Показатели, являющиеся атрибутами виртуальной таблицы, полученной в результате группировки данных исходной таблицы.
- 6 Показатели, рассчитываемые на основании агрегированных показателей.

Будем считать, что перечисленным видам показателей соответствуют уровни агрегирования от 1 до 6.

Показатели различной степени агрегирования образуют граф. Для более высокого уровня управления требуется более агрегированная информация.

Графовые модели рассматриваются в многочисленных изданиях технического направления, а именно в работах В.М. Глушкова, В.А. Горбатова, В.А. Евстигнеева, Л.Т. Кузина, М. Свами, О. Оре. Алгоритмическая обработка графовой модели приводится в литературных источниках по структурам данных. Так, широко известны работы Ш. Атре, А.Т. Берзтисса, П. Грэя, К.Дж. Дейта, В.И. Левина, Дж. Мартина, Д. Мейера, И. Флореса.

Рассмотрим графовую модель информационной базы предприятия, в которой узлы графа являются экономическими показателями, а дуги характеризуют наличие алгоритмической обработки. Графовые модели системы экономических показателей имеют ряд особенностей:

- не известен критерий декомпозиции, нет преемственности между деревом задач и графом экономических показателей;
- экономические показатели никак не связаны с моделью хранения данных, поэтому принцип агрегирования является абстрактным;
- не рассматриваются объекты, атрибутами которых являются экономические показатели.

Граф описан с помощью списка дуг (связей) между вершинами. Каждому показателю присваивается определенный код, хранящийся вместе со связью. Код показателя состоит из номера уровня вложенности показателя и порядкового номера, соответствующего текущему уровню.

Под взаимосвязью элементов графа будем понимать соединение вершин этого графа дугами в соответствии с экономической обоснованностью отнесения затрат одного объекта на другой. Граф не имеет дуг, замыкающихся на одной вершине, т.е. объекты не воздействуют сами на себя.

Номер узла соответствует уровню нахождения узла, при этом отсчет уровней ведется от терминальных вершин. Терминальные вершины относятся к элементарным показателям. Так, номера узлов вершин первого уровня равны 1, вершин  $m$ -го уровня –  $r$ . На рис. 8 приведен пример декомпозиции показателя четвертого уровня.

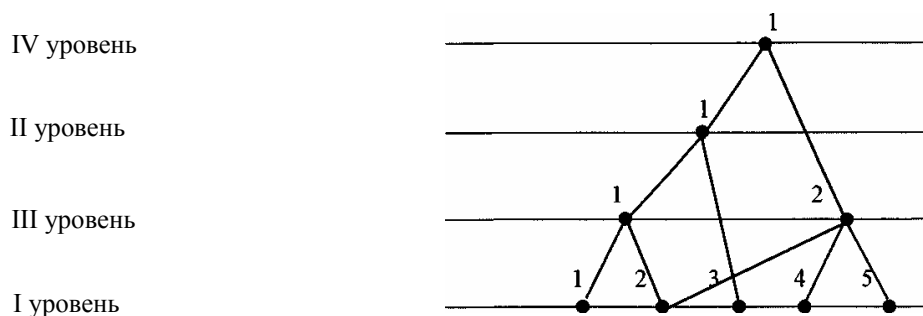


Рис. 8 Декомпозиция показателя  
9 Справочник связей

Родительский узел		Дочерний узел	
Уровень	Код	Уровень	Код
2	1	1	1
2	1	1	2
2	2	1	2
2	2	1	4
2	2	1	5
3	1	2	1

3	1	1	3
4	1	3	1
4	1	2	2

В справочнике связей дуги между показателями будут представлены в виде записей таблицы (табл. 9).

Формирование графа показателей начинается снизу вверх. Номер узла (уровня) добавляемого показателя на единицу превышает максимальный номер узлов (уровней) вложенных показателей. Код узла нового показателя будет на единицу большим, чем максимальный код показателей данного уровня.

Использование справочника связей позволяет достаточно легко осуществить поиск путей на графе (рис. 9).

На рис. 9 приведены параметры модели: где  $r$  – номер записи в справочнике связей;  $N, K$  – номер уровня и код родительского узла;  $n, k$  – номер уровня и код дочернего узла;  $h$  – текущий уровень;  $S[h]$  – стек вершин;  $i_{n,k}$  – строка справочника связей, соответствующая вершине  $i$ .

Ориентированный путь графа называется гамильтоновым, если в нем содержатся все вершины графа. Поиск гамильтоновых путей осуществляется комбинаторным методом.

Итогом изложенной процедуры будут все пути с начальной вершиной (рис. 10). Данный вид поиска называется поиском в глубину.

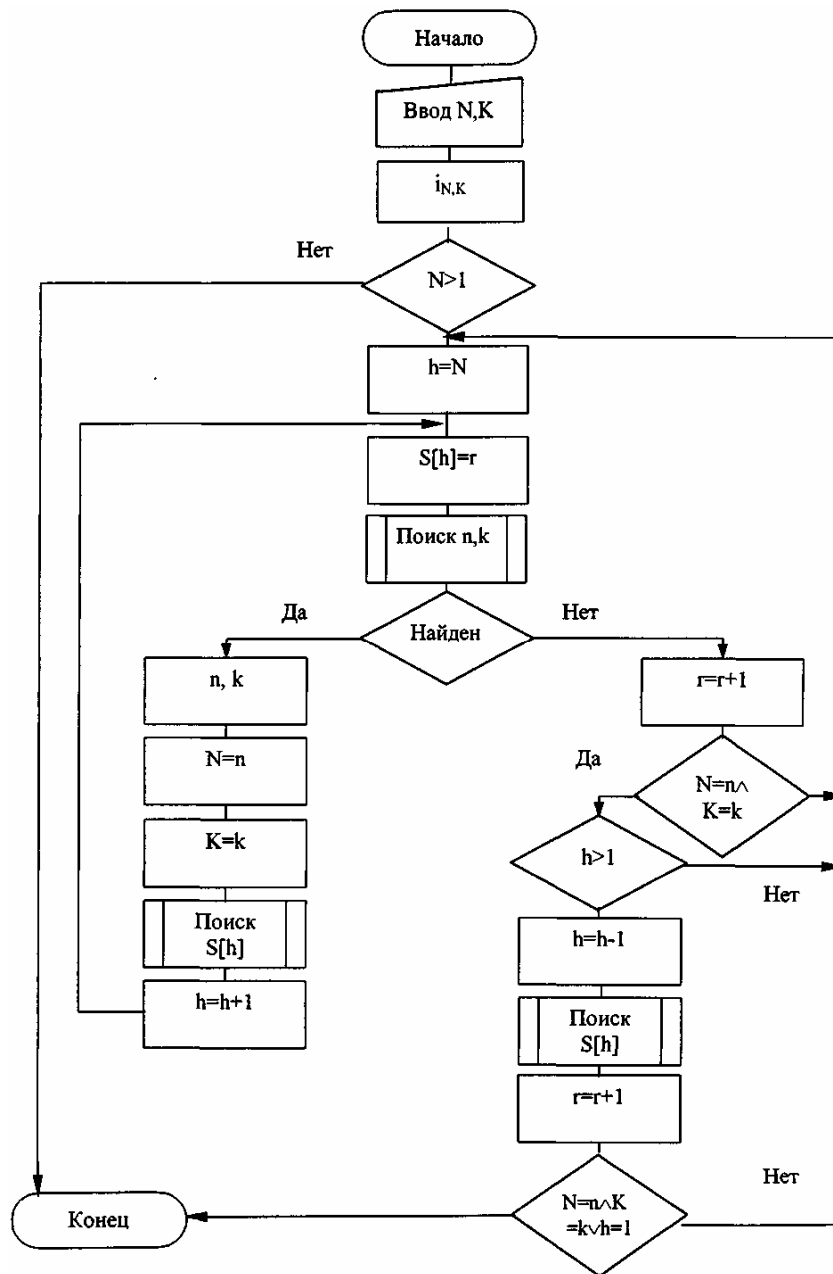


Рис. 9 Схема алгоритма поиска путей на графе

IV

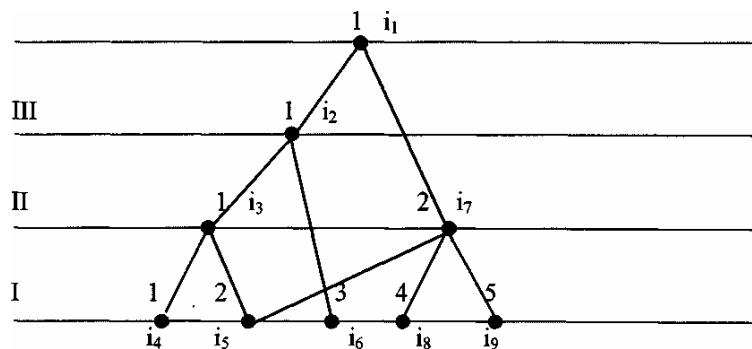


Рис. 10 Построение гамильтоновых путей

Рассмотрим составление графа распределения на простом примере. Пусть на предприятии производят три изделия  $I_1, I_2, I_3$ , используются четыре материала  $M_1, M_2, M_3, M_4$ , производственный процесс состоит из шести операций  $O_1-O_6$  (рис. 11). Стрелками на рисунке обозначено, какие материалы используются при производстве каждого изделия и операции, которые необходимо выполнить. Имеются два цеха основного производства, каждый из которых объединяет по три операции, и два цеха вспомо-



гательного производства, которые оказывают взаимные услуги. Приобретением, доставкой материалов занимается отдел снабжения. Материалы хранятся на складе № 1. Реализацией готовой продукции занимается отдел сбыта. Готовая продукция хранится на складе № 2. Организацию деятельности предприятия в целом осуществляет заводоуправление.

Граф распределения при этих исходных данных будет иметь вид, представленный на рис. 12.

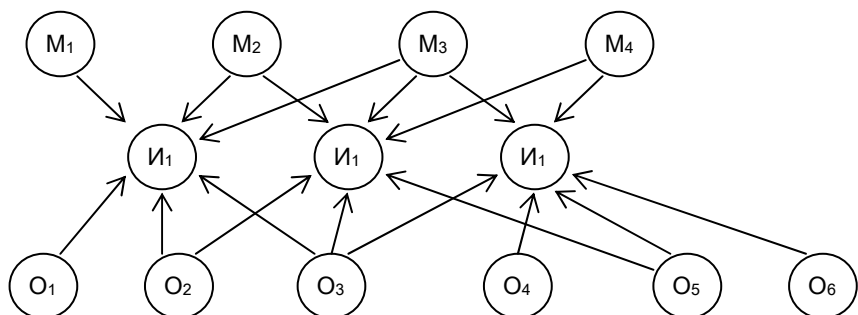


Рис. 11 Производственный процесс

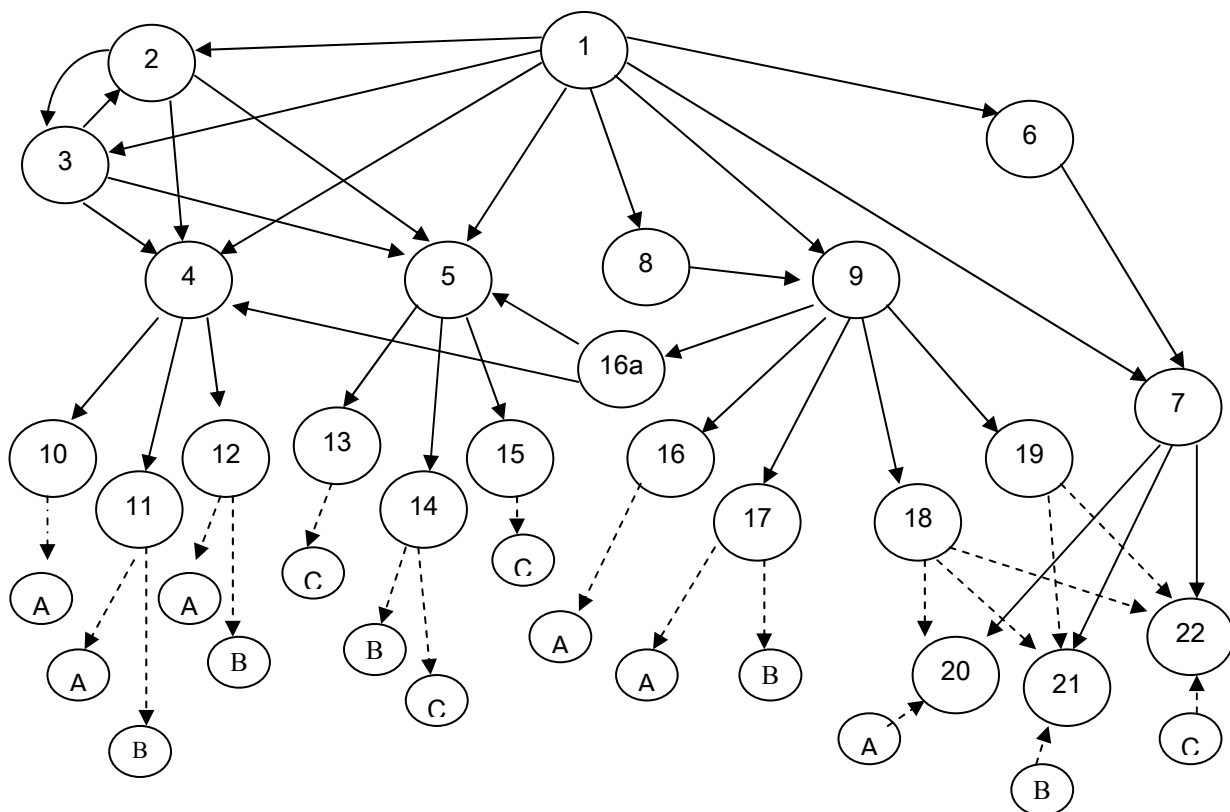


Рис. 12 Граф распределения затрат подразделений предприятия

Вершина 1 отражает затраты на содержание заводоуправления; 2, 3 – затраты вспомогательных производств; 4, 5 – затраты цехов основного производства; 10 – 15 – операции основного технологического процесса; 8 – затраты на содержание отдела снабжения, на доставку и подготовку материалов; 9 – затраты на содержание склада № 1; 6 – затраты на содержание отдела сбыта; 7 – затраты на содержание склада № 2; 16 – 19 – используемые в процессе производства материалы; 20 – 22 – производимые изделия.

На рис. 12 сплошными линиями показана взаимосвязь объектов распределения, а пунктирными линиями – непосредственное отнесение затрат на готовую продукцию.

Исходный объект распределения – вершина 1. Промежуточные объекты – вершины 2 – 9. Конечные объекты распределения – вершины 10 – 22.

Граф распределения характеризуется двумя параметрами:

1 Вектор-строка

$$P_{1 \times k} = \{P_1, P_2, \dots, P_k\},$$

где  $k$  – общее количество объектов распределения.

Каждый компонент вектора представляет собой вес, или затраты объекта до распределения.

2 Прямоугольная матрица коэффициентов распределения

$$KP_{k \times k} = \begin{cases} 0 < k_{ij} < 1, & i \neq j; \\ k_{ij} = 0, & i = j. \end{cases}$$

Компоненты матрицы не равны нулю в том случае, если существует дуга, соединяющая вершины  $i$  и  $j$ , и представляют собой долю затрат  $i$ -го объекта, приходящуюся на  $j$ -й объект. Сумма всех ненулевых компонентов строки матрицы равна единице.

Когда граф распределения составлен и его параметры определены, переходим к следующему шагу, который заключается в применении алгоритма, получившего название *Алгоритм последовательного исключения вершин*.

В результате расчетов получаем вектор  $P^*$ . Компоненты вектора  $P^*$ , которые соответствуют исходным и промежуточным объектам распределения равны нулю, а компоненты, соответствующие конечным объектам, представляют собой их измененный вес в результате распределения. Суммы всех составляющих векторов  $P$  и  $P^*$  равны между собой.

После расчета стоимости конечных объектов распределения определяем себестоимость продукции каждого вида по формуле:

$$C_i = \sum_{j=1}^{m1} H_p^{ij} C_m^j + \sum_{l=1}^{o1} H_{вр}^{il} C_o^l + D_{пр}^i,$$

где  $C_i$  – себестоимость  $i$ -го изделия;  $C_m^j$  – измененная в результате распределения стоимость  $j$ -го материала, используемого при производстве  $i$ -го изделия;  $C_o^l$  – измененная в результате распределения стоимость  $l$ -й операции технологического процесса, необходимой для производства  $i$ -го изделия;  $D_{пр}^i$  – величина прочих затрат, отнесенных на  $i$ -е изделие.

Первые этапы алгоритма распределения расходов проходят только на стадии адаптации информационной системы, использующей предлагаемый метод расчета полной себестоимости продукции, к конкретным условиям производства и созданию базы данных о производимой продукции и ресурсах предприятия. Тем не менее, при разработке таких систем необходимо предусмотреть возможность изменения первоначальной схемы распределения. Потребность в этом может возникнуть при изменении организационной структуры производства, сокращении или расширении производства и т.п., т.е. в тех ситуациях, когда меняется количество объектов распределения и/или взаимосвязь между ними.

Если известна себестоимость отдельных видов продукции, то себестоимость всего выпуска продукции может быть рассчитана по формуле:

$$C_B = \sum_{i=1}^n C_i \cdot B_i.$$

Так как известно, какие материалы и операции используются при производстве полуфабрикатов, то, применяя предлагаемый метод расчета полной себестоимости продукции, легко определить себестоимость этих полуфабрикатов.

Построение графовой модели позволяет решить следующие задачи:

- выявить преемственность между деревом задач и графом экономических показателей, т.е. определить подмножество показателей, обеспечивающих решение некоторого множества управленческих задач;
- выявить последовательность расчета экономических показателей в виде набора транзакций;
- определить подмножество экономических объектов, атрибуты которых используются для решения некоторого множества управленческих задач.

Полученная графовая модель системы экономических показателей обеспечивает единое информационное пространство. В условиях неполной автоматизации структура графа может отличаться, при этом возможны петли, многократные расчеты и другие недостатки, для устранения которых потребуются организационные изменения.

Будем считать каждый узел графа событием. Событие означает расчет показателя. Дуга характеризует продолжительность расчета (алгоритмической обработки) показателя. В условиях неполной автоматизации продолжительность расчета имеет определенное значение, в условиях полной автоматизации время расчета пренебрежимо мало по сравнению со сроком подготовки документа вручную.

Для информационной базы существует риск потери данных из-за несогласованного выполнения транзакций. При нарушении последовательности транзакций расчет агрегированного показателя может быть осуществлен раньше, чем изменяется значение первичного показателя. Возникает проблема несовместимого анализа. Отсутствие согласованности в расчетах приводит к несоответствию данных в выходных документах.

В данной работе рассматривается задача обеспечения согласованности транзакций, которая формулируется следующим образом:

- известно время окончания транзакции, соответствующее позднему сроку подготовки документа;
- требуется рассчитать время окончания каждой транзакции для обеспечения актуальности всех показателей.

Традиционным подходом к оптимизации работ по времени является построение сетевого графика. При этом известна последовательность проведения работ, время начала работ и продолжительность каждой работы. Данный подход используется в условиях неполной автоматизации.

В условиях полной автоматизации модель имеет особенности, не позволяющие использовать стандартный сетевой график (рис. 13).

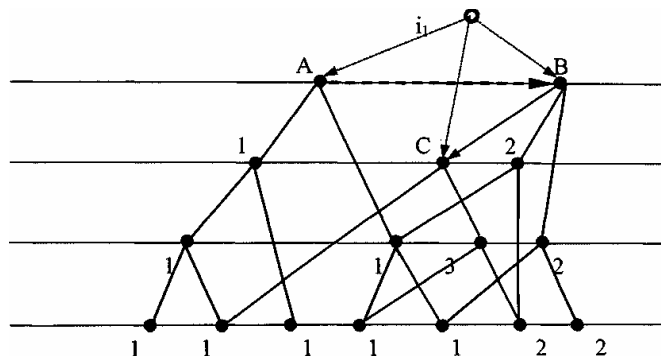
1 Время осуществления работ  $T_v$  не известно. В случае полной автоматизации время может быть пренебрежимо малым, в случае частичной автоматизации продолжительность расчета показателя может увеличиться за счет конвертирования данных, ручной обработки и т.п.

2 Известно позднее время окончания работ  $T_n$ , задаваемое как время (периодичность) решения управленческой задачи.

3 Время начала расчета показателей  $T_p$  не известно.

Для определения последовательности транзакций в работе предлагается использовать построение минимального вершинного покрытия. Алгоритм построения минимального вершинного покрытия графа состоит в следующем. Чем позже взято значение атрибута объекта, тем оно более актуально. Построение минимального вершинного покрытия ведется сверху вниз, по направлению к терминальным вершинам графа, при этом каждый узел графа (показатель) наследует значение времени решения задачи. Если один и тот же показатель требуется для решения задач с различной периодичностью, т.е. имеет больше одной входящей дуги, то временем его подготовки будет наименьшее из времен входящих дуг.

Результатом построения минимального вершинного покрытия будет присвоение каждому терминальному показателю значения минимального ранга соответствующих задач. Допустим, вершина  $i$  соответствует набору задач  $A, B, C$ . Позднее время решения задач:  $T_{A_n} = 1$ ,  $T_{B_n} = 2$ ,  $T_{C_n} = 3$  (рис. 13).



**Рис. 13 Построение минимального вершинного покрытия**

После того, как терминальные вершины графа будут ранжированы, необходимо произвести обратный пересчет рангов показателей до уровня задач, присваивая каждому вышестоящему показателю ранг, максимальный из рангов входящих показателей. Данная операция позволяет рассчитать раннее время решения задач, которое может быть меньшим, чем позднее время. Такой вариант возможен в том случае, когда показатели, используемые для решения данной задачи, участвуют в решении других задач с меньшей периодичностью. Разница между ранним и поздним временем решения задачи является резервом времени, в течение которого значения всех показателей являются актуальными.

Таким образом, оптимизация графа экономических показателей по времени обеспечивает согласованность транзакций и актуальность показателей всех уровней агрегирования.

Учет последовательности расчета экономических показателей позволяет упростить информационные потоки, исключить дублирование расчетов, петли и параллельные вычисления. Показатели различных уровней агрегирования образуют информационную базу.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В монографии рассматриваются вопросы комплексного внедрения системы оперативного контроллинга на предприятии. Исследованы подходы к классификации затрат, уделяется внимание выбору базы отнесения накладных расходов и разделению на постоянные и переменные в зависимости от объема производства. Использование статистических методов позволило исследовать качество исходных данных и регрессионных моделей с целью расчета маржинальной прибыли.

В работе подробно рассмотрены проблемы повышения эффективности планирования. Особое внимание уделено формированию оперативного плана производства с учетом стохастических факторов, неопределенности и риска. Предложены количественные и качественные способы оценки риска, позволившие повысить эффективность планирования. На основе комплексного подхода к внедрению контроллинга выработаны рекомендации по совершенствованию организационной и информационной структур.

По результатам проведенных исследований в монографии сделаны следующие выводы.

1 Основными направлениями совершенствования управления затратами являются:

- ведение на предприятиях различных видов учета;
- совершенствование классификации затрат с целью выявления релевантных для принятия управленческих решений;

- использование статистических методов для анализа поведения затрат;
- использование моделей линейного программирования для планирования структуры выпуска продукции в стабильных условиях;
- использование имитационного моделирования для анализа влияния различных параметров на оптимальное значение оперативного плана;
- учет стохастической природы внутренних и внешних факторов при формировании оперативного плана производства;
- использование количественных и качественных способов оценки риска в случае возможности альтернативного выбора;

– достижение единого информационного пространства и упорядочение информационных потоков.

2 Предложенный комплекс моделей позволяет решить следующие задачи:

- рассчитать альтернативные производственные программы по критериям максимизации маржинальной прибыли, относительной маржинальной прибыли, минимизации ресурсов;
- оценить влияние стохастических факторов на оптимальное значение оперативного плана и выявить диапазон наиболее вероятных значений плана по статистическим данным;
- определить альтернативные производственные программы для многокритериальной модели на основе предпочтений ЛПР;
- оценить наиболее рискованные предпочтения ЛПР;
- наметить пути совершенствования документооборота в условиях бумажного документооборота или согласовать транзакции при обеспечении единого информационного пространства с целью снижения риска несогласованности показателей в документах.

3 Предложенные в монографии разработки обеспечивают методическую согласованность в решении задач планирования производственной программы в системе оперативного контроллинга.

Научная новизна предлагаемого исследования заключается в разработке методики корректирования производственной программы с учетом вероятностной природы факторов, риска и неопределенности, обеспечивающей более точное, чем раньше, формирование оперативного плана производства.

4 Комплексный подход предполагает изменения в организационной и информационной структурах для достижения цели внедрения контроллинга. Реинжиниринг обеспечивает разработку желаемой модели организации. Научная новизна выражается в разработке методики достижения единого информационного пространства в системе оперативного контроллинга.

По мнению авторов, дальнейшие исследования нужно проводить в следующих направлениях:

- уточнить классификацию затрат для различных условий;
- рассмотреть нелинейные статистические модели при выборе базы отнесения затрат;
- учесть изменение маржинальной прибыли в зависимости от объема выпуска, что ведет к нелинейности функции максимизации маржинальной прибыли;
- классифицировать и формализовать критерии оценки риска;
- рассмотреть оптимизацию производственной программы для стратегического контроллинга, при этом учет вероятностной природы факторов приведет к многоэтапной стохастической модели;
- расширить спектр задач контроллинга, формализовать рекомендации по изменению организационной структуры;
- расширить логическую модель с целью обеспечения единого информационного пространства;
- определить события, изменяющие первичные данные, и составить перечень SQL-запросов, осуществляющих пересчет агрегированных показателей.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 
- 
- 1 Абчук В.А. Экономико-математические методы. Элементарная математика и логика. Методы исследования операций. М.: Союз, 2000. 320 с.
  - 2 Акофф Р. Л. Планирование в больших экономических системах. М.: Сов. радио, 1972. 300 с.
  - 3 Алексеев А., Герцог И. Национальные особенности формирования оборотного капитала // ЭКО. 1997. № 10. С. 53–58.
  - 4 Анализ соотношения "затраты – объем – прибыль" // Менеджмент в России и за рубежом. 2000. № 4. С. 120–132.

- 5 Андрейчиков А.В. Экономика, математические методы в задачах аналитического планирования. Волгоград: Волгоград. гос. техн. ун-т, 1997. 74 с.
- 6 Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н. Анализ, синтез, планирование решений в экономике. М.: Финансы и статистика, 2000. 368 с.
- 7 Ансофф И. Новая корпоративная стратегия. СПб.: Издательство "Питер" 1999. 416 с.
- 8 Артеменко В.Г., Беллендир Н.В. Финансовый анализ. М.: Финансы и статистика, 1995. 255 с.
- 9 Архипова Н.И., Кульба В.В., Косяченко С.А., Чанхиева Ф.Ю. Исследование систем управления: Учеб. пособие для вузов. М.: ПРИОР, 2002. 384 с.
- 10 Ивченко Б.П., Мартыщенко Л.А., Губин Г.С. Информационная экономика. Ч. 2. Анализ закономерностей и моделирование. СПб.: Нордмед-Издат, 1998. 60 с.
- 11 Багриновский К.А., Матюшок В.М. Экономико-математические методы и модели (микроэкономика). М.: Российский университет дружбы народов, 1999. 183 с.
- 12 Баканов М.И., Сергеев Э.А. Анализ эффективности использования оборотных средств // Бухгалтерский учет. 1999. № 10. С. 64–65.
- 13 Баканов М.И., Шеремет А.Д. Теория экономического анализа. 4-е изд. М.: Финансы и статистика, 1997. 230 с.
- 14 Балабанов И.Т. Анализ и планирование финансов хозяйствующего субъекта. М.: Финансы и статистика, 1997. 243 с.
- 15 Балабанов И.Т. Основы финансового менеджмента. Как управлять капиталом? 2-е изд. М.: Финансы и статистика, 1997. 384 с.
- 16 Бланк И.А. Управление использованием капитала. Киев: Ника-центр, 2000. 656 с.
- 17 Бланк И.А. Управление формированием капитала. Киев: Ника-центр, 2000. 512 с.
- 18 Бурков В.Н., Новиков Д.А. Как управлять проектами. Серия Информатизация России на пороге XXI века. М.: СИНТЕГ-ГЕО, 1997. 188 с.
- 19 Ван Хорн Дж. К. Основы управления финансами. Пер. с англ. М.: Финансы и статистика, 1997. 800 с.
- 20 Верещака В.В. Привлечение оборотных средств // Главбух. 1998. № 21. С. 19–26.
- 21 Ворст Й., Ревентлоу П. Экономика фирмы. Пер. с датского. М.: Высшая школа, 1994. 272 с.
- 22 Гаврилов Д.А. Управление производством на базе стандарта MRP II. СПб.: Питер, 2003. 352 с.
- 23 Гаджинский А.М. Логистика. М.: Информационно-внедренческий центр "Маркетинг", 1999. 228 с.
- 24 Гайдышев И. Анализ и обработка данных: специальный справочник. СПб.: Питер, 2001. 752 с.
- 25 Глущенко В.В., Глущенко И.И. Исследование систем управления: социологические, экономические, прогнозные, плановые, экспериментальные исследования. Железнодорожный, Моск. обл.: ООО НПЦ КРЫЛЬЯ, 2000. 416 с.
- 26 Годин В.В., Корнеев И.К. Информационное обеспечение управленческой деятельности: Учебник. М.: Мастерство; Высшая школа, 2001. 240 с.
- 27 Грузинов В.П., Грибов В.Д. Экономика предприятия: Учеб. пособие для вузов. М.: Финансы и статистика, 1998. 208 с.
- 28 Дафт Р.Л. Менеджмент. СПб.: Питер, 2000. 832 с.
- 29 Дедов О.А. Управление крупным многопрофильным промышленным предприятием – от проблем к решению // Проблемы региональной экономики. Ижевск, 2002. № 4–6. С. 409–419.
- 30 Дубров А.М., Лагоша Б.А., Хрусталева Е.Ю. Моделирование рискованных ситуаций в экономике и бизнесе: Учеб. пособие / Под ред. Б.А. Лагоши. М.: Финансы и статистика, 1999. 176 с.
- 31 Евченко А.В., Кузьбожев Э.Н. Методы исследования систем управления: Учеб. пособие / Курск. гос. техн. ун-т. Курск, 2001. 168 с.
- 32 Ефимова О.В. Анализ оборотных активов организации // Бухгалтерский учет. 2000. № 10. С. 47–53.
- 33 Ефимова О.В. Оборотные активы предприятий и их анализ // Бухгалтерский учет. 2000. № 9. С. 72–78.
- 34 Ефимова О.В. Финансовый анализ. М.: Бухгалтерский учет, 1999. 352 с.

- 35 Жданов С.А. Основы теории экономического управления предприятием: Учебник. М.: "Фин-пресс", 2000. 384 с.
- 36 Желтякова И.А., Маховикова Г.А., Пузыня Н.Ю. Цены и ценообразование. Краткий курс: Учебное пособие. СПб.: Издательство "Питер", 1999. 112 с.
- 37 Зайцев Н.Л. Экономика промышленного предприятия. М.: ИНФРА-М.: 1998. 336 с.
- 38 Игнатьева А.В., Максимцов М.М. Исследование систем управления: Учеб. пособие для вузов. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000. 157 с.
- 39 Исследование систем управления: Учеб. пособие / Под ред. проф. Э.М. Короткова. М.: ИНФРА-М, 2003. 176 с.
- 40 Йенсен Б.А., Нильсен Й.А. Расчет цены в отсутствие арбитража // Обозрение прикладной и промышленной математики. Серия "Финансовая и страховая математика". Модели теории временных рядов в финансах и эконометрике, М.: Научное издательство "ТВП", 1996. Т. 3. Вып. 6. С. 900–945.
- 41 Йохансен С. Основанные на правдоподобии статистические выводы для коинтеграции некоторых нестационарных временных рядов // Обозрение прикладной и промышленной математики. Серия "Финансовая и страховая математика". Модели теории временных рядов в финансах и экономике. М.: Научное издательство "ТВП", 1996. Т. 3. Вып. 6. С. 827–858.
- 42 Кейлер В.А. Экономика предприятия. М.: ИНФРА-М; Новосибирск: НГАЭиУ, 1999. 132 с.
- 43 Клеменс М.П., Хендри Д.Ф. Прогнозирование в макроэкономике // Обозрение прикладной и промышленной математики. Серия "Финансовая и страховая математика". Модели теории временных рядов в финансах и эконометрике, М.: Научное издательство "ТВП", 1996. Т. 3. Вып. 6. С. 859–898.
- 44 Ковалев В.В. Финансовый анализ: Управление капиталом. Выбор инвестиций. Анализ отчетности. М.: Финансы и статистика, 1996. 432 с.
- 45 Колемаев В.А. Математическая экономика: Учебник для вузов. М.: ЮНИТИ, 1998. 240 с.
- 46 Контроллинг как инструмент управления предприятием / Е.А. Ананькина, С.В. Данилочкин, Н.Г. Данилочкина и др.; Под ред. Н.Г. Данилочкиной. М.: Аудит; ЮНИТИ, 2001. 279 с.
- 47 Коротков Э.М. Исследование систем управления. М.: ООО Издательско-консалтинговая компания ДеКА, 2000. 288 с.
- 48 Котлер Ф. Основы маркетинга. Пер. с англ. М.: Ростинтэр, 1996. 704 с.
- 49 Котляров С.А. Управление затратами. СПб.: Питер, 2001. 160 с.
- 50 Краткий курс практического менеджмента: Учеб. пособие / Под ред. д-ра экон. наук Э.Н. Кузьбожева; Курск. гуманит.-техн. ин-т. Курск, 2001. 244 с.
- 51 Литвин М.И. Как определять плановую потребность предприятия в оборотных средствах // Финансы. 1997. № 10. С. 10–13.
- 52 Логистика / Под ред. Б.А. Аникина. М.: ИНФРА-М, 1999. 327 с.
- 53 Логистика: Учебник. 3-е изд. перераб. и доп. / Под ред. Б.А. Аникина. М.: ИНФРА-М, 2002. 368 с.
- 54 Маклаков С.В. ВРwin, ERwin. CASE-средства разработки информационных систем. М.: Диалог-Мифи, 1999. 295 с.
- 55 Манн Р., Майер Э. Контроллинг для начинающих. 2-е изд., перераб. и доп. / Пер. с нем. Ю.Г. Жукова; Под ред. и с предисл. д-ра экон. наук. В.Б. Ивашкевича. М.: Финансы и статистика, 1995. 304 с.
- 56 Мескон М.Х., Альберт М., Хедоури Ф. Основы менеджмента: Пер. с англ. М.: Дело, 1998. 800 с.
- 57 Милнер Б.З. Теория организации. М.: ИНФРА-М, 1999. 480 с.
- 58 Михайлов О.В. Основы мировой конкурентоспособности. М.: Познавательная книга плюс, 1999. 592 с.
- 59 Мнения экспертов о программах, фирмах, конкурсе и рынке. Бизнес-Софт 2001, Восьмой Международный Конкурс Программного Обеспечения в области Бизнеса и Финансов // [http://www.finsoft.ru/bps\\_n\\_00\\_res3.shtml](http://www.finsoft.ru/bps_n_00_res3.shtml).
- 60 Моляков Д.С. Финансы предприятий отраслей народного хозяйства: Учеб. пособие. М.: Финансы и статистика, 1996. 176 с.
- 61 Морозов А.В. Деловая психология. СПб.: Издательство Союз, 2000. 576 с.
- 62 Мухин В.И. Исследование систем управления: Учебник. М.: Экзамен, 2002. 384 с.

- 63 Мыльник В.Б., Титаренко Б.П., Волочиенко В.А. Исследование систем управления: Учеб. пособие для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Академический Проект; Екатеринбург: Деловая книга. 2003. 352 с.
- 64 Неруш Ю.М. Коммерческая логистика. М.: Банки и биржи; ЮНИТИ, 1997. 271 с.
- 65 Овсийчук М.Ф., Сидельников Л.Б. Финансовый менеджмент: методы инвестирования капитала. М.: Юрайт, 1994. 180 с.
- 66 Овсийчук Н. Управление активами и методика финансирования // Аудитор. 1996. № 4. С. 34–38.
- 67 Павлова Л.Н. Финансовый менеджмент в предприятиях и коммерческих организациях. Управление денежным оборотом. М.: ИНФРА-М, 1996. 392 с.
- 68 Парамонов А.В. Учет и анализ предпринимательского капитала // Аудит и финансовый анализ. 2001. № 1. С. 25–88.
- 69 Попов Л.А. Анализ и моделирование трудовых показателей: Учебник. 2-е изд., доп. и перераб. М.: Финансы и статистика, 1999. 208 с.
- 70 Практикум по логистике / Под ред. Б.А. Аникина. М.: ИНФРА-М, 1999. 270 с.
- 71 Раицкий К.А. Экономика предприятия: Учебник для вузов. 2-е изд. М.: Информационно-внедренческий центр "Маркетинг", 2000. 696 с.
- 72 Робсон М., Уллах Ф. Практическое руководство по реинжинирингу бизнес-процессов / Пер. с англ. под ред. Н.Д. Эриашвили. М.: Аудит; ЮНИТИ, 1997. 224 с.
- 73 Романов А.Н., Одинцов Б.Е. Советующие информационные системы в экономике: Учеб. пособие для вузов. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000. 487 с.
- 74 Романовский И.В. Исследование операций и статистическое моделирование. СПб., 1994. 166 с.
- 75 Рубцов С.В., Ивченко П.Г. Интерпретация фактов в "интеллектуальной" системе имитационного моделирования // Приборы и системы управления. 1992. № 4. С. 3–5.
- 76 Рубцов С.В., Ивченко П.Г. Интерпретация фактов в интегрированной с системой имитационного моделирования интеллектуальной системе поддержки принятия решений // Управляющие системы и машины. 1992. № 7/8. С. 87–92.
- 77 Рубченко М., Агеев С. и др. Искусство управлять деньгами // Эксперт. 1995. № 6. С. 17–29.
- 78 Савина О.А. Управление промышленными предприятиями с использованием систем поддержки решений. М.: Издательство МАИ, 2000. 256 с.
- 79 Сенге П. Пятая дисциплина: искусство и практика самообучающейся организации / Пер. с англ. М.: ЗАО "Олимп – Бизнес", 1999. 408 с.
- 80 Сергеев И.В. Экономика предприятия: Учеб. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Финансы и статистика, 2001. 304 с.
- 81 Сио К.К. Управленческая экономика / Пер. с англ. М.: ИНФРА-М, 2000. 671 с.
- 82 Анфилатов В.С., Емельянов А.А., Кукушкин А.А. Системный анализ в управлении: Учеб. пособие / Под ред. А.А. Емельянова. М.: Финансы и статистика, 2002. 368 с.
- 83 Совершенствование системы управления региональной социально-экономической системой / Под ред. д-ра экон. наук, проф. Э.Н. Кузьбожева и канд. экон. наук, доц. А.В. Евченко; Курск. гос. техн. ун-т. Курск, 2003. 252 с.
- 84 Соколова Г.Н. Информационные технологии экономического анализа. М.: Экзамен, 2002. 320 с.
- 85 Соловьев В.С. Организационное проектирование систем управления: Учебное пособие. М.: ИНФРА-М; Новосибирск: Сибирское соглашение, 2002. 136 с.
- 86 Статические и динамические экспертные системы: Учеб. пособие / Э.В. Попов, И.Б. Фоминых, Е.Б. Кисель, М.Д. Шапот. М.: Финансы и статистика, 1996. 320 с.
- 87 Степанова Е.Е., Хмелевская Н.В. Информационное обеспечение управленческой деятельности: Учеб. пособие. М.: ФОРУМ; ИНФРА-М, 2002. 154 с.
- 88 Стоянова Е.С. Финансовый менеджмент. Российская практика. М.: Перспектива, 1994. 193 с.
- 89 Стоянова Е.С., Быков Е.В., Бланк А.И. Управление оборотным капиталом. М.: Перспектива, 1998. 128 с.



- 90 Стоянова Е.С., Штерн М.Г. Финансовый менеджмент для практиков: Краткий профессиональный курс. М.: Перспектива, 1998. 128 с.
- 91 Теория и практика управления затратами, оборотными средствами и запасами промышленного предприятия: Учебное пособие / Н.С. Шевченко, О.В. Пальцева, С.А. Тиньков и др.; Под ред. д-ра экон. наук Э.Н. Кузьбожева; Курск. гос. техн. ун-т. Курск, 2002. 182 с.
- 92 Тэйлор Ф.У. Принципы научного менеджмента. Серия "Классики менеджмента". Вып. 1. М.: Контроллинг, 1991. 104 с.
- 93 Тюрин Ю.Н., Макаров А.А. Статистический анализ данных на компьютере / Под ред. В.Э. Фигурнова. М.: ИНФРА-М, 1998. 528 с.
- 94 Управление персоналом организации: Учебник / Под ред. А.Я. Кибанова. М.: ИНФРА-М, 1998. 512 с.
- 95 Уткин Э.А., Мырынюк И.В. Контроллинг: российская практика. М.: Финансы и статистика, 1999. 272 с.
- 96 Уткин Э.А. Финансовое управление. М.: Финансы и статистика, 1996. 307 с.
- 97 Фащевский В.М. Об анализе оборотных средств // Бухгалтерский учет. 1997. № 2. С. 80–81.
- 98 Федосеев В.В. Экономико-математические методы и модели в маркетинге: Учебное пособие / ВЗФЭИ. М.: АО Финстатинформ, 1996. 110 с.
- 99 Финансовый менеджмент: Учебник для вузов / Е.С. Стоянова и др. М.: Перспектива, 1997. 537 с.
- 100 Финансовый менеджмент: теория и практика: Учебник / Под ред. Е.С. Стояновой. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Перспектива, 2000. 656 с.
- 101 Финансовый менеджмент: Учебник для вузов / Г.Б. Поляк и др.; Под ред. проф. Г.Б. Поляка. М.: Финансы; ЮНИТИ, 1997. 518 с.
- 102 Финансы в управлении предприятием / Под ред. В.В. Ковалевой. М.: Финансы и статистика, 1995. 160 с.
- 103 Финансы предприятий: Учеб. пособие / Под ред. И.О. Бородиной. М.: Банки и биржи; ЮНИТИ, 1995. 208 с.
- 104 Фольмут Х.Й. Инструменты контроллинга от А до Я: Пер. с нем. / Под ред. и предисл. М.Л. Лукашевича и Е.Н. Тихоненковой. М.: Финансы и статистика, 2002. 288 с.
- 105 Форрестер Д.У. Динамика развития города. М.: Прогресс, 1974. 285 с.
- 106 Форрестер Д.У. Мировая динамика. М.: Наука, 1978. 165 с.
- 107 Форрестер Дж. Основы кибернетики предприятия (Индустриальная динамика): Пер. с англ. / Под ред. Д.М. Гвишиани. М.: Прогресс, 1971. 340 с.
- 108 Фролов Ю.В. Интеллектуальные системы и управленческие решения. М.: МГПУ, 2000. 294 с.
- 109 Хайниш С.В. Эффективность организационных систем. Из опыта управленческого консультирования. М.: МНИИПУ, 1997. 121 с.
- 110 Хан Д.П. Планирование и контроль, концепция контроллинга. М.: Финансы и статистика, 1997. 799 с.
- 111 Хомидов А.У. Анализ бухгалтерского баланса // Аудит и финансовый анализ. 2001. № 1. С. 5–24.
- 112 Цели и задачи управленческого учета // Бухгалтерский учет. 2000. № 19. С. 63–65.
- 113 Чурилов С.В. Анализ собственного оборотного капитала // Бухгалтерский учет. 2000. № 11. С. 76–78.
- 114 Шевченко Н.С., Черных А.Ю., Тиньков С.А., Кузьбожев Э.Н. Управление затратами, оборотными средствами и производственными запасами: Учебно-методическое пособие / Под ред. проф. Э.Н. Кузьбожева; Курск. гос. техн. ун-т. Курск, 2000. 154 с.
- 115 Шеремет А.Д., Сайфулин Р.С. Методика финансового анализа. М.: ИНФРА-М, 1997. 196 с.
- 116 Шеремет А.Д., Сайфулин Р.С. Финансы предприятий. М.: ИНФРА-М, 1997. 343 с.
- 117 Шикин Е.В., Чхартишвили А.Г. Математические методы и модели управления. М.: Дело, 2000. 440 с.

- 118 Шредер Г.А. Руководить сообразно ситуации: Пер. с нем. М.: АО Интерэксперт, 1994. 160 с.
- 119 Экк К.Д. Знание как новая парадигма управления // Проблемы теории и практики управления. 1998. № 2. С. 2–14.
- 120 Экономика предприятия: Учебник / Под ред. О.И. Волкова. М.: ИНФРА-М, 1997. 416 с.
- 121 Экономика предприятия: Учебник для вузов / В.Я. Горфинкель, Е.М. Купряков, В.П. Прасолова и др.; Под ред. проф. В.Я. Горфинкеля, проф. Е.М. Купрякова. М.: Банки и биржи; ЮНИТИ, 1996. 367 с.
- 122 Экономика предприятия: Учебник для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. / Под ред. проф. В.Я. Горфинкеля, проф. В.А. Швандара. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000. 718 с.
- 123 Экономика: Учебник. 2-е изд., перераб. и доп. / Под ред. А.С. Булатова. М.: Изд-во БЕК, 1999. 816 с.
- 124 Экономико-математические методы и прикладные модели: Учеб. пособие для вузов / В.В. Федосеев, А.Н. Гармаш, Д.М. Дайитбегов и др.; Под ред. В.В. Федосеева. М.: ЮНИТИ, 2002. 391 с.
- 125 Энергоаудит: Сборник методических и научно-практических материалов / Под ред. К.Г. Кожевникова, А.Г. Вакулко. М.: Некоммерческое партнерство "Энергоресурсосбережение", 1999. 224 с.
- 126 Якокка Л.А. Карьера менеджера. М.: ИД Довгань, 1997. 350 с.