

Министерство образования и науки Российской Федерации
Омский государственный педагогический университет

М. И. Червонных

**ОПТИМИЗАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
РИСКОВЫХ СИТУАЦИЙ В БИЗНЕСЕ**

Учебное пособие

Омск
Издательство ОмГПУ
2015

УДК 658
ББК 65.012.121
Ч45

Печатается по решению редакционно-издательского совета Омского государственного педагогического университета

Рецензенты:

А. К. Бекряшев, канд. экон. наук, доцент;
И. М. Тагильцева, канд. филос. наук, профессор

Червонных, М. И.

Ч45 Оптимизационное моделирование рискованных ситуаций в бизнесе : учеб. пособие / М. И. Червонных. – Омск : Изд-во ОмГПУ, 2015. – 176 с.

ISBN 978-5-8268-1958-6

В учебном пособии представлены теоретические исследования в области моделирования рискованных ситуаций в бизнесе. Излагаются сведения о своевременном принятии правильных решений в связи с изменениями в экономической ситуации. Рассматриваются основные принципы математического моделирования в экономике на микроэкономическом уровне и особенности реализации этих принципов на примере классической оптимизационной модели, используемой в экономике предприятия. Приводятся примеры решения прикладных задач планирования, проектирования и прогнозирования экономических процессов на предприятии. Рассматриваются методы моделирования, связанные с решением маркетинговых проблем, экспериментального и пробного исследования, логического анализа проблем и лингвистических переменных.

Данное учебное пособие соответствует государственным образовательным стандартам и может быть использовано при подготовке бакалавров очной, очно-заочной, заочной форм обучения по направлениям 38.03.01 «Экономика», профиль «Экономика предприятий и организаций»; 38.03.02 «Менеджмент», профиль «Менеджмент организации», профиль «Маркетинг»; 38.03.03 «Управление персоналом», профиль «Управление персоналом организации»; 44.03.04 «Профессиональное обучение», отрасль «Экономика и управление».

УДК 658
ББК 65.012.121

ISBN 978-5-8268-1958-6

© Червонных М. И., 2015
© Омский государственный педагогический университет, 2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
Глава 1. Организация как процесс управления рисками	6
Глава 2. Организационная деятельность в моделировании рисковых ситуаций	36
Глава 3. Методы исследования, систематизации и унификации в моделировании ситуаций	36
Глава 4. Принципы экономико-математического моделирования в управлении	52
Глава 5. Методы и операции моделирования рисков	62
Глава 6. Модели и методы принятия решений	100
Глава 7. Моделирование рисковых ситуаций с помощью задач	122
Заключение	166
Краткий словарь терминов	169
Библиографический список	172

ВВЕДЕНИЕ

Важной проблемой управления предприятиями в сложных условиях рынка является своевременное принятие правильных решений в связи с изменениями в экономической ситуации. Одним из путей решения этой проблемы является применение методов экономико-математического моделирования в управлении предприятиями.

Математические модели и методы, являющиеся необходимым элементом современной экономической науки как на микро-, так и на макроуровне, изучаются в таких ее разделах, как *математическая экономика* и *эконометрика*.

Эконометрика – это раздел экономической науки, который изучает количественные закономерности в экономике при помощи корреляционно-регрессионного анализа и широко применяется при планировании и прогнозировании экономических процессов в условиях рынка.

Математическая экономика занимается разработкой, анализом и поиском решений математических моделей экономических процессов, среди которых выделяют макро- и микроэкономические классы моделей.

Макроэкономические модели изучают экономику в целом, опираясь на такие укрупненные показатели, как валовый национальный продукт, потребление, инвестиции, занятость и т. д. При моделировании рыночной экономики особое место в этом классе занимают модели *равновесия* и *экономического роста*.

Равновесные модели описывают такие состояния экономики, когда результирующая всех сил, стремящихся вывести ее из некоторого состояния, равна нулю (модель «Затраты – выпуск» В. Леонтьева, модель Эрроу-Дебре).

Модели экономического роста описывают экономическую динамику и приводят к поиску и анализу траекторий стационарного роста (модель Харрода-Домара, модель Солоу, модели магистрального типа).

Микроэкономические модели описывают экономические процессы на уровне предприятий и фирм, помогая решать стратеги-

ческие и оперативные вопросы планирования и оптимального управления в рыночных условиях. Важное место среди микроэкономических моделей занимают *оптимизационные модели* (задачи распределения ресурсов и финансирования, транспортная задача, максимизация прибыли фирмы, оптимальное проектирование).

ГЛАВА 1. ОРГАНИЗАЦИЯ КАК ПРОЦЕСС УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ

Организация как процесс и явление

<i>Организация (процесс)</i>	<i>Организация (явление)</i>
– проектирование организационных процессов;	– правовые нормы;
– закономерности организационных процессов;	– социальная структура организаций;
– организационная культура, традиции организационных процессов.	– субъекты организационной деятельности (элементы организаций).

В результате изучения теории организации менеджер должен получать следующие знания и навыки:

- Применение методов научной организации труда и организации проектирования, практическое использование навыков рационализации управленческого труда.

- Владение методами прогнозирования развития социально-экономических процессов в организации и оценка их состояния в текущий момент времени.

Формы организаций

1. *Юридическое лицо* – зарегистрировано, имеет печать, расчетный счет в банке.

2. *Неюридическое лицо* – подразделения организаций.

(Не зарегистрировано)

3. *Неюридическое лицо* – *предприниматель без организации юридического лица.*

(Зарегистрировано)

4. *Неформальная организация граждан.*

Общие черты для всех форм организаций:

1. Наличие по крайней мере одного человека.

2. Наличие хотя бы одной общей цели, направленной на удовлетворение потребностей и интересов человека или общества.

3. Получение прибавочного продукта в разных формах (материалы, духовная форма, информация).

4. Преобразование ресурсов в ходе деятельности (финансы, потенциал работников, оборудование, знания, информация).

Классификация организаций

Цели классификации организаций:

1. Выявление сходных организаций по каким-то параметрам для выработки общих методик их анализа и совершенствования.

2. Количественная классификация, количественный анализ (распределение организаций разных типов). Необходима для создания инфраструктуры (например, подготовка кадров).

3. Определение государственной, в том числе налоговой, политики по отношению к организациям различных типов.

Основные признаки, по которым классифицируются организации:

1. По организационно-правовым формам: правительственные и неправительственные; коммерческие и некоммерческие; бюджетные и внебюджетные; общественные и хозяйственные; формальные и неформальные.

2. По отраслевой принадлежности (промышленные, транспортные, сельскохозяйственные, торговые и т. д.).

3. По самостоятельности принятия решений (головные, дочерние и зависимые).

4. По величине (по численности членов организации).

Правительственная организация (ПО) – статус ПО дается официальными формами власти (например, властью федерального или местного уровня). На эти организации распространяются различные привилегии, но и предъявляются жестокие требования. (Привилегии – финансирование. Требования – государственные чиновники не имеют права возглавлять коммерческие структуры, не имеют права использовать привилегии в целях собственной выгоды либо личной выгоды сотрудников.)

Неправительственные организации – организации, которые не имеют статуса правительственных.

Коммерческие организации – организации, ставящие своей целью получение прибыли в интересах учредителей или акционеров.

Некоммерческие организации ставят целью удовлетворение общественных потребностей. Полученная прибыль идет не учредителям, а используется на развитие организации (прибыль не облагается налогами).

Бюджетные организации – источником их финансирования является государственный бюджет или бюджет государственного органа (освобождаются от многих налогов, в том числе от НДС).

Внебюджетные организации сами изыскивают источники финансирования.

Общественные организации удовлетворяют потребности своих членов. Отличаются от некоммерческих тем, что менее масштабны (например, любая партия).

Хозяйственные организации удовлетворяют потребности отдельных индивидуумов и общества путем хозяйственно-производительной деятельности.

Формальные организации – это зарегистрированные в установленном порядке общественные и хозяйственные организации.

Неформальные организации – организации, не зарегистрированные в государственных органах власти по каким-либо причинам.

Общее понятие системы. Признаки, типы и свойства

Система – это целое, собранное из частей и элементов для целенаправленной деятельности.

Признаки системы:

1. Множество элементов.
2. Единство главной цели для всех элементов.
3. Наличие связи между элементами.
4. Целостность и единство элементов.
5. Структура и иерархичность.
6. Относительная самостоятельность.
7. Наличие функции управления.

Закрытая и открытая системы.

Закрытая система – система, которая минимально реагирует на воздействие внешней среды и не обменивается с внешней средой продуктами своей жизнедеятельности (рис. 1).



Рис. 1. Закрытая система

Открытая система – система, которая в процессе своей жизнедеятельности обменивается с окружающей средой энергией, информацией и материей. Биологические и социальные системы чаще всего открыты. Среди технических преобладают закрытые (рис. 2).



Рис. 2. Закрытая система, но без обратной связи

Большинство систем включают в себя подсистемы.

Подсистема – это набор элементов, выполняющих определенную функцию и имеющих автономию в рамках систем.

Свойства систем:

1. Система стремится сохранить структуру и целостность (гомеостаз).

2. Система имеет потребность в управлении для обеспечения взаимодействия с внешней средой. Управление решает задачу поддержки гомеостаза в изменяющейся внешней среде.

3. Эмергентность. Система имеет свойства отсутствующих или отличных в ней элементов.

Виды управленческих структур

Уровни управления:

Линейная структура управления (рис. 3) обеспечивает высокий уровень управляемости.

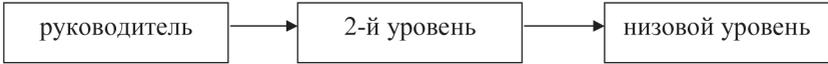


Рис. 3. Линейная структура

«Колесо» (рис. 4).

Организация находится в условиях изменяющейся среды. Эта схема обеспечивает гибкость.

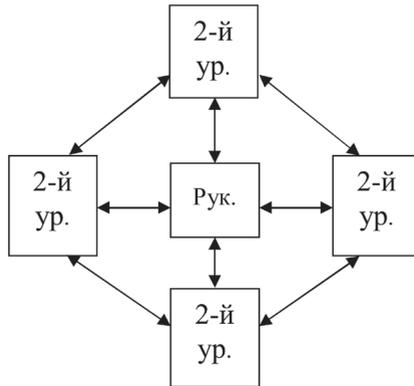


Рис. 4. «Колесо»

«Звезда» (рис. 5).

Обеспечивает высокую стабильность. Характерно отсутствие (отдельно) связи между отдельными подсистемами на фоне дифференциации.

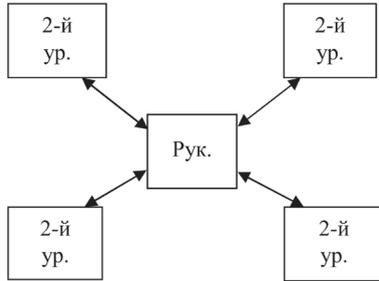


Рис. 5. «Звезда»

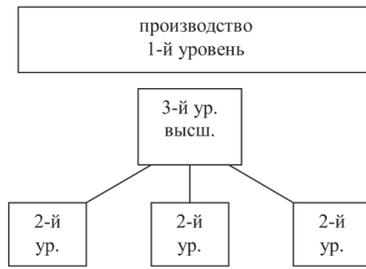


Рис. 6. Линейно-функциональная схема

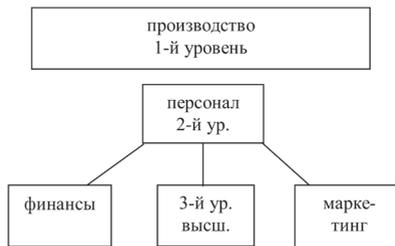


Рис. 7. Линейно-штабная схема

Функции управления и их связь со структурой

Функции управления – совокупность действий, однородных по некоторому признаку, обеспечивающих достижение частной цели и направленных на достижение общей цели управления.

Выделяют три группы функций:

1. Производственные.
2. Управление производством.
3. Управление управлением.

Производственные функции осуществляет производственный персонал (специалисты): рабочие, техники, инженеры, конструкторы, технологи, инспекторы, секретари, бухгалтеры, продавцы. Реализация функций направлена на создание и продажу товаров и услуг.

Управление производством осуществляют мастера участков, бригадиры, руководители групп и проектов, т. е. те, у которых в подчинении специалисты (менеджеры).

Управление управлением осуществляют руководители, у которых в подчинении находятся менеджеры, руководители, занимающиеся стратегическим управлением, внешним представительством и консультационной деятельностью. Они направляют деятельность менеджеров в соответствии с целью и миссией организации (табл. 1).

Таблица 1

Распределение функций управления

<i>Категории работников</i>	<i>Управление управлением</i>	<i>Управление производством</i>	<i>Производство</i>
Руководители	+	+?	-?
Менеджеры	-	+	+?
Специалисты	-	-	+

Каждая функция управления отличается тремя параметрами:

1. Трудоемкостью, которая измеряется в часах.
2. Сложностью:
 - низкая сложность – технические операции;
 - средняя сложность – логические операции;
 - высокая сложность – творческие операции.
3. Самостоятельностью – определяется через калькуляцию всех видов операций и составляющих конкретную функцию управления.

Организационные объекты и системный подход в рискованных ситуациях

Объект исследования дисциплины, получившей название «*Моделирование рискованных ситуаций*», тот же, что и для ряда других дисциплин организационно-экономического профиля, таких как разные виды менеджмента, экономическая теория и микроэкономика, финансы предприятия, основы предпринимательства и т. д. Это *хозяйствующие субъекты* – юридические лица, относящиеся к различным организационным формам, имеющие различный правовой статус и действующие в условиях разных форм собственности (предприятия, фирмы, компании туризма).

Но всякая научная дисциплина обретает самостоятельность лишь в том случае, если она сумеет обнаружить и начать исследовать некоторую особенную сторону объекта, изучаемого многими другими научными дисциплинами (науками). Выделенная сторона объекта носит название предмета исследования.

Для данной дисциплины таким предметом является особый класс процессов, протекающих во всех организационных объектах, – *процессов управления маркетингом*. Организационные объекты отличаются от других природных и искусственных образований тем, что их составными частями являются отдельные люди и группы людей, взаимосвязанные определенными отношениями и взаимодействующие в интересах достижения некоторых общих целей, удовлетворения потребностей потребителей.

Современная наука пришла к выводу, что такие объекты следует рассматривать как организационные системы.

Это удобно потому, что всякую систему независимо от ее природы можно рассматривать с помощью единого и весьма эффективного способа – так называемого подхода. В рамках системного подхода используется особый язык, на котором можно легко описать любой объект, если он заслуживает того, чтобы называться системой. Итак, сложные организационные объекты можно исследовать с помощью наиболее современной методологии (системного подхода) при единственном условии – нужно уметь описать такой объект на языке, созданном научной дисциплиной, полу-

чившей название «Общая теория систем» (ОТС). Таким образом, системным подходом принято называть способ изучения объектов высокой сложности, описанных в строгих терминах ОТС применительно к маркетингу.

Разработка таких описаний и использование их в практике организационных исследований и составляет суть настоящей дисциплины.

Это значит, что данная дисциплина является одной из важнейших составных частей организационной науки вообще и менеджмента как особого направления в организационной науке в частности.

Регулирование как простейшее управление процессами

Всякая совместная деятельность людей нуждается в координации их усилий, в выработке общих, важных для всех участников совместной деятельности целей. В координации нуждается не только деятельность, но и простое сосуществование сообществ людей, а также животных, ведущих стандартный образ жизни.

Формы координации могут быть весьма разными. Простейшими из них являются настройка и регулирование-управление, осуществляемое в реальном масштабе времени в режиме «вопрос-ответ» специалистов, работающих на рынок потребителя.

Теоретическое осмысление принципов регулирования потребовалось, когда человечество осваивало первые сложные технические устройства – часовые механизмы, паровые машины и т.д. Первые требовали точной настройки с фиксацией ее результатов, вторые – постоянного слежения за состоянием объекта регулирования и своевременного проведения корректирующих воздействий.

За всю многовековую историю человечеством обнаружено всего лишь четыре фундаментальных принципа регулирования и доказано, что пятого быть не может.

Итак, человечеству известны следующие *принципы регулирования*:

1. Принцип Уатта – регулирование по отклонению объекта регулирования.

2. Принцип Понселе – регулирование по отклонению входа.

3. Принцип Ле Шателье – регулирование по возмущению (понимается изменение во внешней среде, не поддающееся прямому влиянию регулятора).

4. Принцип Г. В. Щипанова – компенсация любых возмущений (принцип компенсации, или принцип инвариантности).

Однако в сложных условиях организационно-экономической системы с помощью регулирования можно решать лишь некоторые простейшие задачи. Здесь применяется другой подход к координации функционирования их частей, включающий управление и руководство: руководство как организационное воздействие на определенным образом построенные, упорядоченные организационные группы людей.

Процесс выработки и проведения управляющих воздействий получил название «процесс управления». Среди множества разнообразных процессов, протекающих в рамках организационных объектов, процесс управления является одним из наиболее важных, поскольку всякие отклонения от предусмотренного хода всех остальных процессов, возникающие в условиях плохого управления, что приводит их к катастрофическим последствиям из-за несогласованности действий отдельных лиц и подразделений.

Одним из важнейших достижений ОТС можно считать уяснение различий между объектом как целым – той его выполняющей основной процесс частью, ради осуществления которого создан данный объект (предприятия, организации, учреждения), – действующей частью, и той частью, которая принимает на себя функции управления работой первой (основной) части.

При этом основная (действующая, т. е. выполняющая предусмотренную для системы в целом деятельность) часть получает наименование «объект управления» или «управляемый объект». Другая же часть (обеспечивающая, т. е. создающая условия, необходимые для нормального функционирования действующей части) тоже распадается на две составляющие. Одна из них обеспечивает протекание процессов основной части в ресурсном отношении, а другая обеспечивает обе действующие части координацией, согласующей их взаимодействие.

Ввиду существования принципиальных особенностей, свойственных процессу управления, выполняющему функции координации, третья составная часть системы рассматривается особо и называется «система управления». Первая и вторая части в равной мере являются объектами воздействия со стороны системы управления и потому образуют управляемый объект.

В некоторых литературных источниках до сих пор можно встретить смешение понятий «система» (объект в целом) и «система управления» (тот же самый объект). Такая тавтология нарушает ясность и стройность терминологии, выработанной ОТС, вводит дополнительную путаницу и в без того сложные представления весьма сложных объектов. Поэтому нужно четко понимать, что всякая система всегда включает такую составную часть (подсистему), как система управления (подсистема, выполняющая координационные функции), а также подсистему, выполняющую основной процесс, и подсистему, обеспечивающую основной процесс всеми необходимыми видами ресурсов. Важно учитывать также, что на практике все эти процессы очень тесно переплетаются, хотя процессы управления всегда можно отличить по специфическому характеру их предмета труда: они связаны исключительно с переработкой информации о ходе основных процессов маркетинга услуг.

Моделирование как средство «борьбы» со сложностью маркетинговых систем

Главным свойством организационных объектов (организационных систем), затрудняющим их исследование, делающим их малообозримыми, недостаточно наблюдаемыми («прозрачными»), является их сложность, которая проявляется в разнообразии входящих в них компонентов, описывающих их параметров, принимаемых ими значений.

Сложность не только препятствует однозначности восприятия таких объектов, но и делает затруднительным само понимание происходящих в них процессов и возникающих явлений, порождает неопределенность получаемых результатов, нелинейный характер связей между входами и выходами.

«Понимание явления есть раскрытие того, как части этого явления связаны друг с другом», – пишут известные экономисты Э. Д. Долан и Д. Е. Линдсей.

В процессе развития как самого человеческого общества, так и технологий управления человек нашел средство преодоления трудностей, связанных со сложностью объектов, с которым ему приходится иметь дело. Это средство – *моделирование* – создание моделей, упрощенных копий объектов, с большей или меньшей точностью отражающих не все, но наиболее важные свойства интересующих нас реально существующих сложных предметов, вещей, процессов.

Модели систем, получаемые с помощью терминологического – словесного (вербального) аппарата ОТС, есть описание – вербальные модели организационных объектов, позволяющие отображать их реальные свойства с различной степенью точности, детализации и конкретизации, но при этом всегда сохраняющие возможность абстрагирования от отдельных, малоинтересных свойств реальных объектов.

Модели позволяют повышать обозримость сложных объектов за счет изменения масштабности представления отдельных, наиболее важных их составных частей, подсистем и компонентов, а также представления частей как самостоятельных систем, для которых остальная исходная система превращается в окружающую среду.

В результате вербализации согласно терминам ОТС наблюдаемый объект приобретает форму системы как упорядоченной совокупности составных частей, связанных взаимными отношениями.

Получается, что само формирование систем (приведение реального объекта в форму системы) становится способом упорядочения и организации мысленных представлений человека о рассматриваемом объекте, упорядочения мыслительного процесса, в том числе в организациях.

Система управления. Стратегическое управление. Распределение функций

Организационная система – система, в составе которой находятся организации, а также система управления управленческой деятельностью.

Таблица 2

Подсистемы организационной системы

<i>Методология</i>	<i>Процессы управления</i>	<i>Структура управления</i>	<i>Техника управления</i>
цели и задачи	коммуникация	функциональная структура	компьютеры орг-техника
законы и принципы	технология управления	схема организационных отношений	офисная мебель
методы	разработка и принятие решений	проф. структура кадров	сети связи
	информационное обеспечение		система документов
<i>Характер управленческой деятельности</i>		<i>Механизм управления</i>	

Система управления – совокупность всех элементов, подсистем и коммуникаций между ними, а также процессов, обеспечивающих заданное функционирование организации.

Система управления строится на базе типового функционального звена, которое проектируется на основе следующих принципов:

1. *Принцип однозначности*, т. е. отражение единичной самостоятельной функции.

2. *Принцип детерминированности*, т. е. принятие решения основано на 1 входе и 1 выходе.

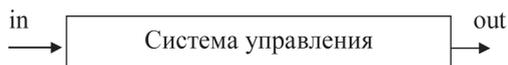


Рис. 8. Принцип детерминированности

3. *Принцип стабильности*, т. е. изменение трудоемкости функции, в нормативных пределах, не должно отражаться на структуре связи типового звена с другими звеньями.

4. *Принцип ограниченности*, т. е. сфера принятия решения в типовом функциональном звене имеет четкие границы.

5. *Принцип согласованности*, т. е. типовое функциональное звено должно отвечать требованиям среды функционирования.

6. *Принцип детализации*, т. е. типовое звено должно реализовывать одну функцию и иметь все процедуры, необходимые для ее реализации.

7. *Принципы совершенствования*, т. е. должна быть заложена возможность снижения трудоемкости и повышения качества.

Для малого предприятия функциональная схема управления на базе типового функционального звена имеет следующий вид (рис. 9):

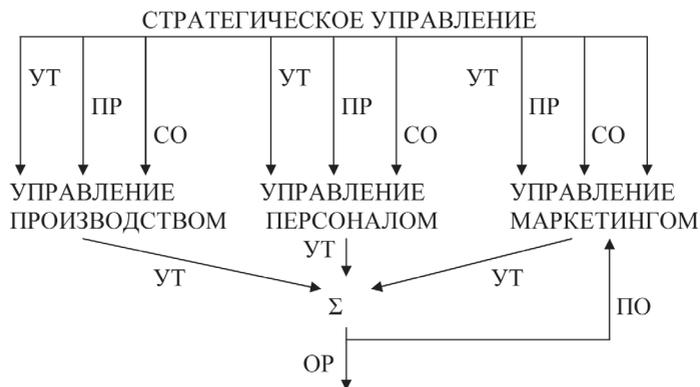


Рис. 9. Схема управления на базе типового функционального звена

Каждая общая функция управления составляет коэффициент функционального управления (КФУ) и включает набор процедур:

- подготовка решений (ПО);
- согласование (СО);

- принятие решений (ПР);
- утверждение (УТ);
- организация выполнения решений (ОР).

Приоритет процедур определяет ответственность исполнителя.

Возможны другие (отличные от табличного) распределения функций и операций среди работников:

1. Работник выполняет одну функцию. Количество и профессионализм работников определяются сложностью и трудоемкостью функции, с одной стороны, и нормами рабочего времени – с другой.

2. Работник выполняет несколько функций в течение периода. Количество труда определяется не только сложностью и трудоемкостью, но и совместимостью. По параметру совместимости функции бывают:

- *Одинаковые*, т. е. реализуемые по одним и тем же правилам.
- *Однотипные*, которые выполняются по разным правилам в одной сфере.
- *Разнотипные*, по разным правилам и в разных сферах.

Количество функций на одного работника определяется по формуле:

$$\sum_{i=1}^n \left(\sqrt{\frac{K1\Phi_i \cdot K2\Phi_i}{K_{ip}}} \cdot T_i \right) < T_n, \quad (1)$$

где $K1\Phi_i$ – уровень сложности (1–3);

$K2\Phi_i$ – коэффициент совместимости;

K_{ip} – уровень сложности (max);

T_i – трудоемкость функции;

T_n – нормативное время;

n – число функций.

Таблица 3

Норма выполнения функции

<i>Уровень сложности</i>	1			2			3		
Коэффициент совместимости	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Мах количество функций	24	17	12	17	12	9	12	9	6

Эволюция хозяйственных организаций в моделировании

Хозяйственные организации – это организации, удовлетворяющие потребности человека и общества во внешней для организации среде (рис. 10).

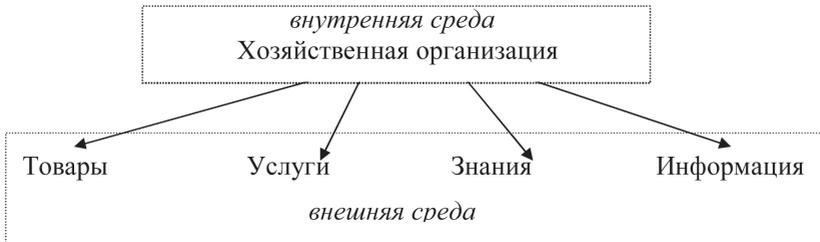


Рис. 10. Хозяйственная организация

Хозяйственные организации могут иметь следующие формы собственности:

- государственную;
- муниципальную;
- общественную;
- арендную;
- частную;
- групповую;
- смешанные формы собственности.

Хозяйственные организации разделяются на четыре группы:

1. Микро.
2. Малые.
3. Средние.
4. Крупные.

Таблица 4

Эволюция хозяйственных организаций

<i>Параметр</i>	<i>Прошлое (начало XX века)</i>	<i>Современность</i>	<i>Будущее</i>
Общая характеристика	Преимущественно средние и крупные предприятия	Большое количество крупных и гигантских организаций	Развитие дочерних и зависимых под контролем холдингов
Характер управленческого труда	Не является производительной силой	Является производительной силой	Является основной производительной силой
Основной метод управления	Организационно-распорядительный	Экономический	Социально-психологический
Характер труда	Преобладание ручного и механизированного	Полу- и автоматизированный труд	Преобладание творческого (ручного) труда
Преимущественные виды страхования	Имущество	Коммерческие риски, имущество	Профессиональная ответственность, интеллектуальная собственность

Характеристика хозяйственных организаций по признакам (кроме величины):

1. По времени действия:
 - срочные (в регистрационных документах указывается, на какой срок создана организация);
 - бессрочные.
2. По сезону:
 - сезонная – такой вид организации дает возможность набирать персонал на определенный период;
 - несезонная (постоянная).
3. По масштабу производства:
 - единичные;
 - серийные;
 - массовые.
4. По специализации производства:
 - специализированные;
 - универсальные.
5. По номенклатуре:
 - монономенклатурные;
 - многономенклатурные.

Формы хозяйственных организаций:

1. ООО – общество с ограниченной ответственностью.
2. Общество с дополнительной ответственностью.
3. АО – акционерное общество.
4. Полное товарищество.
5. Товарищество на вере.
6. Производственный кооператив.
7. Унитарные предприятия.
8. Потребительский кооператив.
9. Учреждение.
10. Ассоциации и союзы.

Хозяйственные организации располагают собственностью, необходимой для производства основного продукта.

Отношение к собственности:

1. *Владение* (право потребления вещи и получения дохода) может быть законным и незаконным. Законным владельцем может быть несобственник (арендатор или залогодержатель).

2. *Пользование* (эксплуатация вещи с правом получения дохода).

3. *Распоряжение* (право определять юридическую судьбу вещи). Может существовать отдельно от владения.

4. *Ответственность гражданская* или *бремя собственности* – обязанность возмещения убытков, уплаты неустойки за причиненный собственнику ущерб (долевая, солидарная, субсидиарная).

(*Субсидиарная* – дополнительная ответственность третьих лиц, если они гаранты по договору.)

Конкретные функции управления

Конкретные функции управления (КФУ) – важнейший элемент при построении структуры организации, так как от их набора (набора КФУ) зависит объем и структура системы управления.

Малые предприятия имеют близкие по трудоемкости и сложности КФУ. Их можно поделить на четыре группы:

1. Базовый.
2. Отраслевой.

3. Групповой.

4. Специальный набор.

Базовый набор:

- управление производством;
- управление бухгалтерским учетом;
- управление техническим и социальным развитием;
- управление техническим и социальным обеспечением;
- управление техникой безопасности;
- управление трудом и заработной платой;
- управление персоналом;
- управление маркетингом;
- управление финансами;
- управление охранной безопасностью;
- стратегическое управление;
- управление представительской деятельностью.

Отраслевой набор связан с отраслевой спецификой.

Групповой набор зависит от правовых форм (ОАО, ЗАО, ООО) и от вида организации.

Специальный набор связан с реализацией специальных функций (внешнеэкономическая деятельность, благотворительность).

ГЛАВА 2. ОРГАНИЗАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В МОДЕЛИРОВАНИИ РИСКОВЫХ СИТУАЦИЙ

Субъекты и объекты организационной деятельности

Организационная деятельность – создание или усовершенствование механизма управления в соответствии с целями и задачами системы.

Данная функция осуществляется объектами и субъектами, относится к управлению управлением. Объекты и субъекты определяются по их отношению к управленческим воздействиям.

Субъект – источник управленческого воздействия.

Объект – приемник и исполнитель управленческого воздействия.

Субъекты организационной деятельности выполняют в рамках КФУ следующие процедуры:

1. Принятие решений.
2. Утверждение решений.
3. Организация выполнения.

Объекты выполняют процедуры:

1. Подготовка решения.
2. Согласование решения.
3. Информационная работа.
4. Сдача работ заказчику.

Понятия «субъект» и «объект» являются относительными и зависят от места в иерархической структуре.

Необходимо разделять и осознавать различие своих прав как объекта и субъекта. Это позволяет менеджеру правильно строить свою работу, распределяя время между двумя видами организаторской деятельности. Организационная деятельность основных субъектов хозяйственных и общественных организаций включает общие и конкретные виды деятельности.

Общие, т. е. не зависящие от предметной области, виды деятельности изложены в виде положений об отделах и службах и в должностных инструкциях.

К объектам организационной деятельности на уровне страны относятся: президент, члены Совета Федерации, депутаты Государственной думы, председатель правительства, федеральный министр.

Их организационная деятельность регламентируется конституцией.

К субъектам организационной деятельности хозяйственных организаций относятся: директор, его заместители, коллективные органы компании, внешние органы надзора (пожарные, налоговые инспекции и т. п.).

Организационная деятельность субъектов разделяется на специфическую и общую.

И те и другие виды деятельности отражаются в таких документах, как положения и инструкции деятельности субъектов управления организации.

Виды организационных работ, направленные на снижение рисков

Директор организации обязан выполнять следующие функции:

1. Организовывать соблюдение законов РФ. За нарушение законов директор несет персональную, административную и уголовную ответственность.
2. Обеспечивать слаженную работу подразделений и заместителей.
3. Организовывать выполнение решений вышестоящих органов или собственников организации.
4. Организовывать выполнение производственного плана, заключенных договоров и иных соглашений.
5. Выполнять представительские функции организации во внешней среде.
6. Создавать благоприятные условия для производительного и безопасного труда.
7. Организовывать учет результатов работы организации и предоставлять его результаты определенным в законодательстве или уставных документах органам.

8. Обеспечивать коммуникации, необходимые для эффективной работы персонала. (Директор утверждает номенклатуру дел в организации.)

Заместитель директора по экономическим вопросам (он же главный экономист, он же финансовый директор) выполняет следующие виды организационных работ:

1. Совершенствует деятельность организации, направленную на достижение наилучших результатов при наименьших затратах.

2. Координирует деятельность всех подразделений по разработке перспективных и текущих планов экономического развития.

3. Создает и улучшает нормативы трудозатрат, расходования материалов и использования производственных мощностей (вводит и изменяет внутрифирменные нормативы по трудозатратам и т. д., может пользоваться стандартными нормативами, но может разрабатывать и утверждать собственные).

4. Организует разработку плановой и учетной документации (по вопросам экономики).

5. Проводит технико-экономический анализ и планирование, внедрение новой техники, изобретений, рационализаторских предложений и разделов бизнес-планов.

6. Проводит комплексный экономический анализ.

7. Организует качественное заполнение статистической и бухгалтерской отчетности и осуществляет контроль над ней. (Бухгалтерия относится к сфере деятельности заместителя директора по экономике.)

Заместитель директора по маркетингу должен:

1. Проводить или управлять исследованиями конъюнктуры рынка и потребительского спроса.

2. Обеспечивать рекламу и стимулирование сбыта продукции.

3. Организовывать сервисные центры по ремонту, эксплуатации и техническому обслуживанию.

4. Разрабатывать и реализовывать долгосрочные, среднесрочные, оперативные программы маркетинга.

5. Собирать и систематизировать коммерческую информацию по конъюнктуре рынков сбыта продукта.

6. Создавать базы данных по маркетингу, включающие заявки на поставку, характеристики рынка, данные о его сегментах.
7. Организовывать сеть сбыта.
8. Определять требования к ассортименту, объему, номенклатуре выпускаемой продукции.
9. Планировать продуктовый портфель организации.
10. Участвовать в работе ярмарок, выставок, презентаций.
11. Планировать отгрузку готовой продукции. Осуществлять контроль исполнения контрактов.

Начальник отдела материально-технического снабжения (он же заместитель директора по логистике, начальник отдела логистики):

1. Осуществляет контроль за заключением договоров поставки по материально-техническому обеспечению.
2. Организует своевременное приобретение материальных ресурсов, их хранение и доставку в соответствии с производственной программой и нормами расхода.
3. Организует работу складских подразделений. Обеспечивает условия сохранности и безопасности материальных ресурсов.
4. Организует инвентаризацию материальных ценностей на складах.

Заместитель директора по производству:

1. Организует своевременный выпуск качественной продукции.
2. Обеспечивает применение стандартов, технических условий, нормативных документов, необходимых для производства продукции.
3. Обеспечивает руководство и контроль за деятельностью производственных подразделений.
4. Обеспечивает соблюдение норм охраны труда, техники безопасности, промышленной санитарии.
5. Организует реализацию производственных планов предприятия.

Малое предпринимательство и риск

Предпринимательская деятельность – самостоятельная деятельность, осуществляющаяся на собственный риск, направленная на систематическое получение прибыли от пользования имуществом, продажи товаров, выполнения работ и пр., субъекты которой зарегистрированы в этом качестве в установленном законом порядке.

Крупные предприятия определяют экономическую и техническую мощь страны. В целях самосохранения они тяготеют к интеграции в международном масштабе, в результате чего теряют национальную привязку и могут действовать в ущерб национальным экономическим интересам.

Средний бизнес зависит от внутренней экономической конъюнктуры, которая определяется воздействием со стороны импортных товаров. Его задача – удержать свою долю национального рынка.

Малый бизнес. Быстрая адаптация к жестким внешним условиям происходит на уровне малых предприятий, которые используют свои объективные преимущества в гибкости, мобильности и скорости приспособления к запросам рынка.

Государственные предприятия составляют сейчас 16 % от общей численности юридических лиц, в том числе 13 000 унитарных предприятий.

По отраслям приватизировано:

В цветной металлургии	– 92 %.
В нефтехимической промышленности	– 90 %.
В черной металлургии	– 99 %.
В легкой промышленности	– 100 %.
В сельском хозяйстве	– 70 %.

После приватизации прошел процесс разукрупнения предприятий, и на базе бывших государственных предприятий созданы малые и средние. Но большинство предприятий, созданных в процессе приватизации, сохранили устаревшую технику и технологию, а также архаичные структуры и методы управления. Их отличает слабый инновационный потенциал, т. е. неостребованность достижений научно-технического прогресса при разработке и производстве продукции.

Другими проблемами приватизированных предприятий являются недостатки мотивации персонала, авторитарные способы принятия решений, неэффективность использования ресурсов, большие материальные издержки, слабая контрактная и технологическая дисциплина, финансовые трудности, связанные с неэффективной налоговой политикой, долгами.

Общесистемные проблемы в управлении малыми предприятиями:

1. Ориентация на краткосрочные результаты, отсутствие стратегического подхода.
2. Снижение уровня компетентности управления. Реактивное управление.
3. Недостаток информированности о состоянии рынка.
4. Усиление противоречий между руководителем и работниками.



Рис. 11. Классический управленческий треугольник

Связи элементов классического управленческого треугольника должны быть такими, чтобы обеспечивать равновесие системы, необходимое для ее развития. В современных условиях в России этот треугольник не сформирован или не обладает устойчивостью, так как совет директоров не отражает интересы внешних акционеров, профсоюзы слабы, коллективные договоры не заключаются. Представительство коллективов в системе принятия решения отсутствует, правление отражает интересы директора.

В итоге управление предприятием представляет равновесие сил директора и стратегического инвестора, что приводит к конфликту, чаще в пользу инсайдеров.

Факторы внешней среды, неблагоприятные для малых предприятий.

1. Взаиморасчеты с предприятиями.
2. Доминанта ценообразования (влияние фактора ценообразования).

3. Свободный выбор контрагентов (смежников, покупателей и т. д.).

4. Фактор интеграции между предприятиями мало развит (в связи с низким уровнем выполнения контрактов).

5. Система налогообложения (70 % обанкротившихся малых предприятий – должники бюджета – доведены до банкротства штрафами за неуплату налогов).

Документационное обеспечение организационной системы при моделировании

Документ – это информация, записанная на материальном носителе любым способом, изданная или полученная юридическим или физическим лицом для использования в своей деятельности.

Делопроизводство – совокупность работ по документированию управленческой деятельности и организации документооборота.

Движение документов – это движение управленческой информации для выполнения функций управления, принятия решений и их претворения в жизнь.

При создании документов необходимо соблюдать принцип достаточности и неизбыточности.

Культура работы с документами определяет уровень организационной культуры на предприятии и обеспечивает повышение эффективности управления.

На малых предприятиях более простая схема управления ⇒ более простая схема документооборота ⇒ эта система более рациональна.

Документооборот – регламентированная схема движения документов по пунктам обработки для выполнения необходимых творческих, формально-логических и технических операций с документами.

Требования к документообороту:

1. Прямоточность движения (либо сверху вниз – нисходящее, либо снизу вверх – восходящее, без создания петель).

2. Избирательность в распределении документов в соответствии с функциональными обязанностями.

3. Необходимость и достаточность маршрута.

4. Единообразии маршрута.

Основными нормативными документами в организации, которые регламентируют документооборот, являются *инструкция по делопроизводству* и *номенклатура дел*.

Документооборот – одна из функций организации.

Документооборот состоит из следующих документопотоков:

1. *Входного*, состоящего из документов вышестоящих организаций, органов власти и управления, подведомственных организаций, неподчиненных организаций (организаций, существующих во внешней среде параллельно), контролируемых организаций, граждан.

2. *Выходного*, состоящего из информации, направляемой из организации во внешнюю среду (см. п. 1, но в обратную сторону).

3. *Внутреннего*, состоящего из документов, циркулирующих между подразделениями и отдельными исполнителями внутри организации.

Состав управленческих документов определяется компетенцией и функцией организации, порядком решения вопросов, объемом и характером взаимосвязей с другими организациями.

Единство правил документирования управленческой деятельности обеспечивает применение государственной системы документационного управления, утвержденной Правительством РФ 24 июня 1992 г. №118-р и ГОСТ638–90 и называющейся «Система организационно-распорядительных документов. Требования к оформлению».

Эта система определяет требования к оформлению документов и вводит понятие «бланк документа» и «реквизиты документа».

Бланк документа – набор элементов, обязательных для этого вида документа, расположенных в определенной последовательности. Основными элементами бланка являются *реквизиты*.

ГОСТ предусматривает наличие **30 обязательных реквизитов** на бланке документа, но они существуют не одновременно, и для разных видов документа возможен различный состав.

Перечислим некоторые из них (номер реквизита отражает последовательность их нанесения на бланк):

1. Министерство.
2. Название учреждения, организации (см. Гражданский кодекс).
3. Структурное подразделение.
4. Почтовый адрес (юридический), телефон, банковские реквизиты, возможно включение e-mail.
5. Вид документа.
6. Дата составления документа в формате ДД.ММ.ГГ.
7. Регистрационный индекс.
8. Ссылка на входящий (связь с другими документами).
9. Место создания (может отличаться от юридического адреса).
10. Адресат.
(Все вышеперечисленные реквизиты относятся к бланку документа.)
11. Гриф утверждения (характерен для внешнего потока).
12. Резолюция (например, на исполнение документов, характерна для внутреннего потока).
13. Заголовок (краткое содержание документа, отвечает на вопрос «О чем?») и оформляется в формате [О...]).
14. Текст документа.
15. Отметка о приложениях.
16. Подпись (наименование должности, сама подпись, Ф.И.О.).
17. Согласование (с кем согласован этот документ, с указанием должности, Ф.И.О. лица, с которым согласован документ).
18. Визы (свидетельство о знакомстве с документом, указывается Ф.И.О.).
19. Печать (печать на подпись первого лица – у нас, в западной системе – подпись или печать).
20. Ф.И.О. исполнителя документа.
21. Отметка об исполнении и направлении в дело.

Контроль исполнения документов при реализации моделей

Функция контроля исполнения возлагается на ответственного за делопроизводство, а также на линейных руководителей, которые несут ответственность за своевременное выполнение решений, относящихся к сфере их компетенции.

Формальный контроль делится на:

- *Предварительный*, который имеет активное управленческое влияние на ход исполнения документов и регулирует процесс подготовки и принятия решения. Предварительный контроль отслеживает те процедуры, которые предшествуют принятию решения.

- *Итоговый*, проводится службой делопроизводства периодически и обеспечивает сбор и обработку аналитической информации об исполнительской дисциплине предприятия.

Контролю исполнения подлежат все зарегистрированные документы, требующие принятия решения, составления ответов, внесения изменений в нормативные и инструктивные документы.

Предметом контроля в распорядительных документах и решениях коллегиальных органов служат не сами документы, а содержащиеся в них задания и сроки.

Состав наиболее массовых категорий контролируемых документов с указанием типовых сроков их исполнения указывается в инструкции по делопроизводству и содержит наиболее важные с точки зрения целей организации виды документов.

В технологии контроля исполнения выделяются 4 этапа:

1. Постановка на контроль.
2. Ведение контроля.
3. Снятие с контроля.
4. Анализ исполнительской дисциплины.

Документ считается исполненным и снимается с контроля после реального и окончательного выполнения всех заданий, поручений и решений, содержащихся в документе и резолюциях, и в случаях сообщения результатов заинтересованным учреждениям или наличия документального подтверждения исполнения документа.

При организации делопроизводства в системе управления следует исходить из того, что документооборот – одна из важнейших обслуживающих функций, которая должна выполняться специальной службой или специально выделенными сотрудниками.

Функцией такой служит документационное обеспечение деятельности учреждения, куда входят прием, учет, распределение, печать и размножение, а также отправка документов, контроль за их исполнением, формирование дел, текущее хранение, подготовка дел к сдаче в архив.

Следующая функция – это организационно-методическое руководство делопроизводством подразделения, техническое и программное обеспечение системы делопроизводства, а также обучение и подготовка сотрудников по ведению документов.

ГЛАВА 3.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ, СИСТЕМАТИЗАЦИИ И УНИФИКАЦИИ В МОДЕЛИРОВАНИИ СИТУАЦИЙ

Методы экспериментального и пробного исследования

Исследования заключаются в изучении существующих и планировании будущих товаров, т. е. в разработке концепций создания новых товаров или модернизации старых, включая их ассортимент и параметрические ряды, упаковку и т. д. Устаревшие, не дающие расчетной прибыли товары снимаются с производства и рынка.

Для достижения максимально высокого потребления часто используют экспериментальный маркетинг. Метод эксперимента используется тогда, когда нужно получить более точные результаты относительно конкретного вида продукции в группе аналогичной. Он в основном используется в отношении объектов не статистического характера. Например, выделяется фактор, который, по предварительным данным, доминирует в поведении потребителя. Этот фактор представляется в виде переменной, сознательно изменяется, а затем отслеживаются реакции на эти изменения потребителя.

Метод эксперимента часто проводится следующим образом: создаются две похожие группы (по полу, возрасту, доходу и т. п.); одной из групп показывается телевизионная реклама какого-то нового вида продукции, а вторая группа этой рекламы не видит; затем проводится пробная продажа новой продукции и измеряется коэффициент покупки.

Экспериментальные исследования могут применяться при тестировании новых продуктов, изменении методов торговли, продвижения. По результатам эксперимента выбирается оптимальный вариант действий. В основе методики эксперимента лежит сравнение в контролируемых условиях. Основные подходы:

- До и после.
- Латинский квартал.
- Расщепление потока.
- Разница.

При подходе «До и после» сравниваются результаты до изменений и после их проведения. При применении расщепленных потоков сравниваются результаты для двух статистических эквивалентных групп потребителей (испытуемой и контрольной). В случае использования методики «Разница» предлагаются, например, одновременно три типа продукта, один из которых обладает испытуемыми свойствами. Если покупатель не чувствует эту разницу, то покупки разных типов будут носить случайный характер. Методика типа «Латинский квартал» означает проведение эксперимента в небольшой группе разнородных покупателей, что позволит распространить полученные результаты на большую общность покупателей.

Лабораторный эксперимент характеризуется изоляцией проводимых исследований от реальной жизни; изменением одной или нескольких независимых переменных в точно заданных и управляемых условиях.

Достоинства:

- дешевизна;
- позволяет сохранить в тайне от конкурентов замыслы фирмы и результаты эксперимента.

Недостатки:

- ошибки при создании экспериментальной ситуации;
- влияние экспериментатора;
- изоляция от реальной ситуации.

Широко применяется для предварительного тестирования новых и измененных товаров, рекламы, концепций товара. Практически никогда не используется при принятии решений о распределении.

Полевой эксперимент охватывает изменение независимой переменной в условиях рынка и характеризуется отсутствием контроля.

Достоинства:

- реальная рыночная ситуация;
- высокая внешняя обоснованность эксперимента;
- сотрудничество с различными оптовыми продавцами при проведении эксперимента.

Недостатки:

- отсутствие управляемости;
- высокая стоимость.

Используется для определения политики ценообразования, для определения способов стимулирования, выборе каналов распределения.

Тестовый маркетинг – основной вид полевых экспериментов, который представляет собой реализацию всей или части национальной маркетинговой программы товара в одном или нескольких ограниченных географических регионах.

Основные цели тестового маркетинга:

1. Определение восприятия нового товара рынком.
2. Исследование альтернативных маркетинговых смесей.

Типы тестового маркетинга:

1. Стандартный.
2. Контролируемый (управляемый).
3. Моделируемый.

Стандартный – метод исследования, в котором формируется небольшая выборка из всего рынка, в которой товар продается по обычным каналам распределения с использованием одной или нескольких комбинаций маркетинговой смеси.

Используется для исследования цены, упаковки и рекламы.

Требования к месту проведения тестового маркетинга:

- 1) выбранная область должна быть достаточно большой, чтобы получить содержательные данные и охватывать не менее 2 % потенциального рынка;
- 2) выбранная область должна иметь демографическую структуру, схожую со структурой всего рынка;
- 3) выбранная область должна быть представительной с позиции конкуренции;
- 4) средства массовой информации в этой области должны быть доступны, как и на всем рынке;
- 5) эта область должна быть изолированным торговым каналом, чтобы исключить перемещение товара из рынка в него;
- 6) совокупность областей должна позволять исследовать товар в условиях, характерных для его использования.

Достоинства тестового маркетинга:

- цена провала товара, не испытанного тестированием, значительно выше стоимости проведения тестирования;
- исследуется торговая поддержка товара каналами товародвижения.

Недостатки:

- требует много времени, от 8 до 12 месяцев;
- результаты могут быть доступны конкуренту, который может сорвать проведение тестового маркетинга;
- высокие затраты.

Управляемый эксперимент – когда фирма, исследующая рынок, размещает товар в нескольких торговых точках, в различных регионах; сама управляет складами, распределением, ценами и запасами. Применяется в случаях, когда нельзя использовать обычные способы рекламы в связи с ограниченностью распределения товара.

Достоинства:

- конкурентам трудно наблюдать за результатами тестирования;
- проводится гораздо быстрее, так как нет необходимости продвигать продукт по регулярным каналам распределения;
- относительно невысокая стоимость.

Недостатки:

- трудно спрогнозировать результаты тестирования на весь рынок;
- не позволяет установить уровень торговой поддержки, которая будет оказана товару;
- трудно смоделировать национальную рекламную кампанию.

Используется для тестирования цен, как способ стимулирования (купоны, скидки).

Моделируемый тест. Этапы проведения:

1. Потенциальные респонденты выбираются в торговых центрах и затем квалифицируются (респонденты должны соответствовать по своим демографическим и потребительским характеристикам целевому рынку).

2. Выбранным респондентам показывают описание, концепцию товара, упаковку, пробный рекламный ролик и т. п.

3. У респондентов спрашивают о намерении купить такой товар.

4. Респонденты берут товар домой и используют его в обычной обстановке.

5. С респондентами связываются снова и просят оценить характеристики товара, в том числе его намерение совершить повторную покупку.

6. Производится вычисление объема или доли рынка для данного товара.

Достоинства:

- не требует много времени;
- затраты средние;
- легко контролируется;
- можно проводить на больших географических регионах.

Недостатки:

- не дает возможности оценить ответную реакцию торговли;
- не дает возможности оценить ответные действия конкурентов;
- сильно зависит от математических моделей, используемых в тесте.

Экспериментальные исследования позволяют определить суть функциональных взаимосвязей между двумя или более параметрами товара или услуги.

Систематизация

Создание классификаторов не является самоцелью. Всякий классификатор лишь инструмент решения ряда задач, а именно задач упорядочения множеств классифицируемых объектов, приведения знаний о них в некоторую систему, облегчающую их запоминание, поиск и хранение.

Решение этих задач порождает еще один специфический вид деятельности – систематизацию, которая предполагает наполнение рубрик – классов – классификаторов информацией о реально существующих и открываемых вновь объектах классификации.

При этом объекты располагаются в определенном порядке, в последовательности, задаваемой принятой формой классификатора. Понятно, что состав и содержание каждой рубрики должны быть определены до начала систематизации, в ходе разработки классификаторов.

Простейшая систематизация может заключаться в расположении объектов в ряд, образуемый на основе убывания или нарастания какого-то свойства, которым располагает каждый из объектов, включаемых в конкретную рубрику классификатора. Цель систематизации заключается в том, чтобы обеспечить быстрый поиск данных о классифицируемых объектах, носителей информации о них или о местах их нахождения или хранения.

Классификация и систематизация есть, таким образом, два взаимодополняющих вида деятельности, где первый представляет собой переход от общего к частному – выделение общих признаков объектов, которые позволяют сводить их в один класс; второй обеспечивает обратный переход от частного, единичного к общему, когда анализ свойств каждого отдельно взятого объекта позволяет увидеть в нем нечто общее, свойственное целому классу объектов.

Можно также добавить, что *классификация* – это деятельность теоретико-аналитическая, направленная на создание классификаторов. Тогда как *систематизация* – это деятельность сугубо практическая, связанная с применением разработанных классификаторов в интересах упорядоченного представления информации об изучаемых объектах.

В организационных системах методы классификации и систематизации применяются как средство упорядочения работы с материально-вещественными объектами и с носителями информации о них – документами, используемыми в процессах управления.

Основой классификации и систематизации является изучение, выявление и сопоставление характерных признаков рассматриваемых объектов с целью обнаружения устойчивых, общих для некоторого их подмножества свойств, допускающих объединение этих объектов в класс или подкласс. Такие признаки называют делящими признаками классификатора.

Нельзя забывать, что классифицируемые объекты всегда различны, одинаковые, полностью идентичные объекты в классификации не нуждаются. Классифицировать требуется объекты, обладающие как сходством, так и различием. Чем выше степень сходства (ее можно оценивать числом общих их свойств относительно суммарного числа свойств, рассматриваемых в рамках решаемой задачи), тем выше вероятность нахождения общих признаков и выше качество получаемого классификатора (в смысле его однозначности и полноты охвата множества классифицируемых объектов).

Индексация и кодирование данных

Для удобства систематизации интересующих нас объектов, а также удобства пользования классификаторами каждый из них должен быть дополнен системой индексации и кодирования, т. е. средствами и правилами краткого условного обозначения как классифицируемых объектов, так и разделов (рубрик) самого классификатора. Система индексации и кодирования образует как бы особый, дополнительный алфавит, который заменяет собой знаки естественного языка (обычные слова) некоторыми условными, как правило, более краткими буквенными, цифровыми или смешанными обозначениями, удобными для расположения их в некотором порядке, облегчающем поиск нужных объектов и пользование ими.

Кодом называется система индексации (или, как говорят, шифровки) *объектов классификации* – общая совокупность кратких обозначений и правил их построения.

Индексом (шифром) называется условное обозначение конкретного объекта.

Вид и характер кода, который будет применяться для обозначения и идентификации (распознавания) классифицируемых объектов, определяются принятой структурой классификатора.

Принимаемый код характеризуется:

– общим числом символов кодового алфавита A , который будет использоваться при формировании индексов классифициру-

емых объектов. Символами его могут быть любые – буквенные, цифровые и прочие – условные обозначения;

– длиной используемого шифра n – числом знаков или разрядов – букв, цифр и иных знаков, которые должны входить в состав кодовой комбинации (индекса), изображающей и обозначающей условное имя объекта, включаемого в классификатор в ходе проводимой систематизации наблюдаемого множества реальных объектов;

– основанием классификации a – возможным числом элементов, включаемых в одну рубрику классификатора.

Величина основания классификации обычно связывается с мощностью алфавита кода, хотя это и не обязательно. Например, если алфавит состоит из A символов, то основание классификации может быть принято равным $a = A^k$, где k – целое положительное число, равное числу уровней классификационного дерева.

Для кодирования экономической информации, как правило, применяются десятичные коды, в которых мощность алфавита $A = 10$. При этом образуются классификаторы с основанием $a = 10^k$, где $k = 1, 2, 3, \dots$ – число уровней классификации (дерева).

Это означает, что на каждом уровне каждой классификационной рубрики может разместиться до 10 классифицируемых объектов, каждый из которых сможет при этом получить собственное имя, не совпадающее с именами других объектов.

При этом на высших уровнях могут быть обозначены классы, подклассы, виды, подвиды, группы, подгруппы и т. д. На низших уровнях будут располагаться непосредственно элементы классифицируемого множества. Число уровней на разных ветвях дерева может быть различным.

Длина шифра n зависит от количества элементов классифицируемого множества и степени использования рубрик и уровней классификатора. Степень использования, в свою очередь, будет определяться относительным числом включаемых в классификатор резервных (пустых) ветвей. Наличие резервных ветвей необходимо в интересах последующего его развития с тем, чтобы при обнаружении ранее не учтенных объектов для них всегда можно было найти в классификаторе свободное место и свободный индекс. В противном случае классификатор не будет обладать гиб-

костью, и каждое пополнение классифицируемого множества будет требовать полной его переработки и замены.

В идеальном случае при полном использовании классификатора длина шифра будет равна:

$$n = \log_a M, \quad (2)$$

где M – количество элементов классифицируемого множества.

При неполном использовании емкости классификатора (при наличии резервных ветвей) длина шифра будет:

$$n \cdot p \cdot \log_a M. \quad (3)$$

Такой классификатор обеспечивает однозначность кодирования всех элементов (единственность имени каждого из них) и, соответственно, легкость их идентификации.

Если к классификатору не предъявляется требование однозначности кодирования (несовпадения шифров, присваиваемых каждому элементу), то:

$$n \cdot p \cdot \log_a M/p, \quad (4)$$

где p – число элементов, для которых допустимо применять одинаковый классификационный шифр (индекс).

Минимальное число ступеней иерархии для классификатора, однородного на каждом уровне (сохраняющего однозначность кодирования), определяется из условия:

$$a_1 \cdot a_2 \cdot \dots \cdot a_i \cdot \dots \cdot a_m = M, \quad (5)$$

где a_i – основание классификации на уровне i .

При $a_1 = a_2 = \dots a_i = \dots a_m = a_m \cdot p \cdot \log_a M = n$, т. е. совпадает с длиной шифра.

Число ветвей классификационного дерева должно быть не меньше числа элементов классифицируемого множества.

Количество резервных ветвей классификатора определяется с учетом динамики возрастания мощности классифицируемого множества.

Определение необходимого количества резервных ветвей и их расположения на классификационном дереве является довольно сложной задачей, не имеющей пока формализованного решения.

Наибольшие трудности возникают перед разработчиком классификатора при выборе делящих признаков в каждой из вершин дерева. На практике этот выбор производится на основании опыта и интуиции разработчика либо на основе сложившихся традиций.

Унификация и стандартизация

Последовательное применение методов классификации и систематизации открывает возможности для применения следующего метода приведения в систему наших знаний об объекте исследования – метода унификации.

Унификация есть приведение множества рассматриваемых объектов к единообразию искусственным путем за счет замены объектов, вошедших в один класс или подкласс, их представителем, который обладает наиболее выгодным с какой-либо точки зрения значением некоторого параметра, характерного для всех объектов, принадлежащих данному классу. В результате унификация становится основой и первым шагом на пути к стандартизации объектов и предметов интеллектуальной, информационной и материально-вещественной деятельности человека.

Стандартизация заключается в том, что результатам унификации придается юридическая сила, делающая применение унифицированных элементов обязательным для всеобщего использования в той или иной области деятельности, в пределах того или иного региона или в мирохозяйственном масштабе.

Документ, который придает эту силу унифицированным решениям, конструкциям, изделиям и т. п., называется стандартом

(по американской терминологии) или нормалью (согласно немецкой традиции).

Метод классификации

Классификация – один из важнейших, фундаментальных методов познания действительности. Одновременно это важнейший из процессов, из которых складывается научная и практическая деятельность в любой из областей науки и практики.

Способность человека к познанию окружающего его мира целиком определяется свойствами его психики, имеющегося у него мыслительного аппарата. При взаимодействии человека с внешним миром, так же как и с его собственным внутренним миром, главное, что его интересует, – это познание явлений, фактов, событий, а также их взаимосвязи, которая проявляется в формах сменяемости, порядка следования, продолжительности, включения, соотношения, интенсивности – всего, что кратко обозначается одним словом – изменчивость.

Если для восприятия, ощущения, наблюдения явлений, фактов, событий человеку достаточно располагать тремя органами чувств – зрением, слухом и осязанием (тактильные чувства), то для восприятия изменчивости мира необходимы:

во-первых, память, способная фиксировать прошлые результаты видения, слышания, осязания;

во-вторых, способность к различению и распознаванию (узнаванию) сходных или отличных состояний, положений, перемещений объектов, представлению их в виде связанных последовательностей – процессов;

в-третьих, аналитическая способность, позволяющая сравнивать прошлые, содержащиеся в памяти восприятия с сиюминутными, текущими, оценивать их продолжительность, повторяемость, цикличность или ацикличность.

Ограниченность объема оперативной памяти человека вынуждает его постоянно стремиться к свертыванию получаемой им информации, укрупнению ее в блоки, группы блоков, классы, представлению ее в виде научных дисциплин, теорий, моделей.

Главным инструментом, обеспечивающим более плотную «упаковку» информации (свертку), является метод классификации, результатом применения которого становятся упорядоченные списки классифицируемых сведений (данных), называемые классификаторами, удобные для хранения, поиска, использования, распознавания сходных и разнородных объектов деловой реальности.

Непрерывное появление все новых и новых изменений, новых сведений и представлений о среде обитания человека требует постоянного обновления существующих классификаторов, расширения их рубрик (разделов), создания новых, периодического пересмотра принципов классификации. Все это делает такую работу необходимой постоянно и превращает ее в непрерывный процесс.

Поэтому работа, связанная с созданием классификаторов, сопровождает все процессы исследования и познания среды обитания человека и превращается в особый вид интеллектуальной собственности.

Следует отметить, что распознающая и классифицирующая деятельность в той или иной мере присуща всем живым организмам и даже неживым объектам природы (избирательный рост кристаллов, выборочное взаимодействие химических веществ, ядерные взаимодействия и др.), и поэтому способность к распознаванию должна рассматриваться как одно из фундаментальных свойств природы.

Суть классификации как метода заключается в наложении некоторой структуры на множество объектов путем выявления их гомогенности (однородности) и гетерогенности (разнородности), т. е., проще говоря, путем структуризации множества за счет установления степени сходства и различия исследуемых объектов, приведения множеств разрозненных объектов в некоторую связанную классификационную систему. Это метод исследования, основанный на распределении объектов на классы с учетом существенных признаков.

Роль классификационного подхода в решении проблем управления

Специалисты в области теории решения проблем выделяют пять основных методов решения любого рода задач:

1. Метод преобразований.
2. Метод выделения признаков.
3. Метод декомпозиции.
4. Метод аналогий.
5. Метод обращения задачи (замена исходной задачи обратной ей задачей).

Нетрудно видеть, что 2 есть не что иное, как метод классификации; 3 – это метод систематизации, а 4 есть метод унификации.

Из этого следует, что большую часть встречающихся в управлении задач можно решать классификационными методами, что большая часть управленческих задач направлена на упорядочение исследуемых объектов.

Отсюда можно сделать вывод, во-первых, о том, что весьма значительная часть всех задач, с которыми мы постоянно сталкиваемся, может быть решена исключительно за счет упорядочения наших представлений об объектах, с которыми нам приходится иметь дело, во-вторых, о том, что все методы решения задач можно представить разделяющимися не на пять, а всего на три группы, что повышает обозримость и степень систематизации самих методов. А именно это будут:

1. Методы преобразований.
2. Методы упорядочения элементов задачи.
3. Методы обращения задачи, т. е. замены не поддающейся решению задачи некоторой обратной ей или задачей, по иному связанной с исходной, – задачей, которая может быть решена известными методами.

Такой анализ позволяет глубже понять место и роль указанных методов в упорядочении знаний, относящихся к любым областям научной и практической деятельности.

Основные направления классификации

В теории классификации существует три основных направления:

1. Иерархическая классификация.
2. Классификация с нечетко выраженной иерархией.
3. Неиерархическая классификация.

Основоположителем первого направления считается Джон Дьюи (1859–1952) – американский философ, представитель философии прагматизма («истинно то, что практически полезно») и ее течения – инструментализма, в котором инструментом действия в практическом опыте служат понятия (идеи), порождаемые субъектом исследования. А познание есть средство борьбы за биологическое выживание. Он пытался создать «логику открытия», о которой мечтал еще Френсис Бэкон (1561–1626). Дж. Дьюи – автор так называемой «десятичной классификации». Неудобство этих классификаций заключается в жесткой необходимости изначального деления множества объектов на 10 классов, что не всегда возможно и логично. При этом могут возникать разрывы естественных связей между классифицируемыми явлениями и объектами, возрастает влияние субъективного подхода к выделению классов. Тем не менее она является общепризнанной в мире и служит основой современной десятичной библиографической классификации.

Среди иерархических классификаций можно выделить как особо удобные бинарные (двоичные) деревья. Причем последние можно получать как на основе единого для всех уровней дерева делящего признака, так и на основе признаков, сменяющих друг друга от уровня к уровню, но сохраняющих бинарный характер деления на каждом уровне. Такие классификации при достаточно логичном выборе делящих признаков способны обеспечивать почти однозначный результат на низших уровнях дерева.

Хорошим примером возможности получения достаточно строгого классификационного дерева служит известная процедура построения дерева целей какой-либо проблемы или проблемной ситуации.

Нечетко выраженная иерархия классификаций может проявляться в неодинаковом числе уровней на отдельных ветвях классификационного дерева, в пропуске отдельных промежуточных уровней, неодинаковом числе вершин, которыми располагают разные ветви на низшем уровне деления, и т. п.

Могут существовать классификации, где строгая иерархия нарушается наличием перекрестных связей между вершинами, принадлежащими разным ветвям дерева.

В отличие от первых двух, неиерархические (их иначе называют многоаспектные или табличные) классификации строятся без каких-либо предварительных ограничений, позволяют учитывать некоторый набор свойств классифицируемых объектов.

К неиерархическим относятся сложные многоплановые классификации, не дающие однозначности включения объекта в ту или иную рубрику, но зато способные раскрывать многосторонние связи сложных объектов.

Так, отношение управления «руководство – подчинение» считается относящимся к области экономических наук, хотя в нем присутствуют и правовые, и организационные, и психологические, и этические, и другие аспекты.

Требования к системам классификации

Требования, которым должна удовлетворять система классификации:

- быть полной, охватывающей весь круг затрагиваемых ею объектов;
- быть многоаспектной, обеспечивающей выделение любого объекта и любого его свойства или признака как с точки зрения системы в целом, так и с позиции ее подсистем;
- допускать возможность расширения и дополнения;
- допускать отображение динамики изменения состояний объектов классификации;
- допускать образование взаимоисключающих классов;
- обеспечивать возможность эффективного индексирования и кодирования объектов, включаемых в классификацию;

– обеспечивать рациональность организации массивов и выборок данных.

Классификаторы технико-экономической информации обычно стремятся строить на основе жесткой иерархии, позволяющей однозначно относить любой элемент классифицируемого множества к определенной классификационной группировке (вершине классификационного дерева).

ГЛАВА 4. ПРИНЦИПЫ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В УПРАВЛЕНИИ

Экономико-математическое моделирование как метод научного познания

Моделирование в научных исследованиях стало применяться в глубокой древности, постепенно захватывая все новые области научных знаний: техническое конструирование, строительство и архитектуру, астрономию, физику, химию, биологию и, наконец, общественные науки. Большие успехи и признание практически во всех отраслях современной науки принес методу моделирования XX век. Однако методология моделирования долгое время развивалась независимо отдельными науками. Отсутствовала единая система понятий, единая терминология. Лишь постепенно стала осознаваться роль моделирования как универсального метода научного познания.

Термин «модель» широко используется в различных сферах человеческой деятельности и имеет множество смысловых значений. Рассмотрим только такие модели, которые являются инструментами получения знаний.

Модель – это материальный или мысленно представляемый объект, который в процессе исследования замещает объект-оригинал так, что его непосредственное изучение дает новые знания об объекте-оригинале.

Под *моделированием* понимается процесс построения, изучения и применения моделей. Оно тесно связано с такими категориями, как абстракция, аналогия, гипотеза и др. Процесс моделирования обязательно включает и построение абстракций, и умозаключения по аналогии, и конструирование научных гипотез.

Главная особенность моделирования в том, что это метод опосредованного познания с помощью объектов-заместителей. Модель выступает как своеобразный инструмент познания, который исследователь ставит между собой и объектом и с помощью

которого изучает интересующий его объект. Именно эта особенность метода моделирования определяет специфические формы использования абстракций, аналогий, гипотез, других категорий и методов познания.

Необходимость использования метода моделирования определяется тем, что многие объекты (или проблемы, относящиеся к этим объектам) непосредственно исследовать или вовсе невозможно, или же это исследование требует много времени и средств.

Метод моделирования включает три элемента:

- 1) субъект (исследователь);
- 2) объект исследования;
- 3) модель, опосредствующую отношения познающего субъекта и познаваемого объекта.

Этапы моделирования

Пусть имеется или необходимо создать некоторый объект А. Мы конструируем (материально или мысленно) или находим в реальном мире другой объект В – модель объекта А. Рассмотрим основные этапы моделирования:

1. Построение модели.
2. Исследование свойств модели.
3. Перенос знаний с модели на объект-оригинал.
4. Практическая проверка полученных с помощью модели знаний.

Этап построения модели предполагает наличие некоторых знаний об объекте-оригинале. Познавательные возможности модели обуславливаются тем, что модель отражает какие-либо существенные черты объекта-оригинала. Вопрос о необходимой и достаточной мере сходства оригинала и модели требует конкретного анализа. Очевидно, модель утрачивает свой смысл как в случае тождества с оригиналом (тогда он перестает быть оригиналом), так и в случае чрезмерного во всех существенных отношениях отличия от оригинала.

Таким образом, изучение одних сторон моделируемого объекта осуществляется ценой отказа от отражения других сторон.

Поэтому любая модель замещает оригинал лишь в строго ограниченном смысле. Из этого следует, что для одного объекта может быть построено несколько «специализированных» моделей, концентрирующих внимание на определенных сторонах исследуемого объекта или же характеризующих объект с разной степенью детализации.

На втором этапе процесса моделирования модель выступает как самостоятельный объект исследования. Одной из форм такого исследования является проведение «модельных» экспериментов, при которых сознательно изменяются условия функционирования модели и систематизируются данные о ее «поведении». Конечным результатом этого этапа является множество знаний о модели R .

На третьем этапе осуществляется перенос знаний с модели на оригинал, формирование множества знаний S об объекте. Этот процесс переноса знаний проводится по определенным правилам. Знания о модели должны быть скорректированы с учетом тех свойств объекта-оригинала, которые не нашли отражения или были изменены при построении модели. Мы можем с достаточным основанием переносить какой-либо результат с модели на оригинал, если этот результат необходимо связан с признаками сходства оригинала и модели. Если же определенный результат модельного исследования связан с отличием модели от оригинала, то этот результат переносить неправомерно.

Четвертый этап – практическая проверка полученных с помощью моделей знаний и их использование для построения обобщающей теории объекта, его преобразования или управления им.

Процесс моделирования

Для понимания сущности моделирования важно не упускать из виду, что моделирование – это не единственный источник знаний об объекте. Процесс моделирования погружен в более общий процесс познания. Это обстоятельство учитывается не только на этапе построения модели, но и на завершающей стадии, когда происходит объединение и обобщение результатов исследования, получаемых на основе многообразных средств познания.

Моделирование – циклический процесс. Это означает, что за первым четырехэтапным циклом может последовать второй, третий и т. д. При этом знания об исследуемом объекте расширяются и уточняются, а исходная модель постепенно совершенствуется. Недостатки, обнаруженные после первого цикла моделирования, обусловленные малым знанием объекта и ошибками в построении модели, можно исправить в последующих циклах. В методологии моделирования, таким образом, заложены большие возможности саморазвития.

Проникновение математики в экономическую науку связано с преодолением значительных трудностей, лежащих в природе экономических процессов и специфике экономической науки.

Большинство объектов, изучаемых экономической наукой, может быть охарактеризовано кибернетическим понятием – «сложная система».

Наиболее распространено понимание системы как совокупности элементов, находящихся во взаимодействии и образующих некоторую целостность, единство. Важным качеством любой системы является *эмерджентность* – наличие таких свойств, которые не присущи ни одному из элементов, входящих в систему. Поэтому при изучении систем недостаточно пользоваться методом их расчленения на элементы с последующим изучением этих элементов в отдельности. Одна из трудностей экономических исследований в том, что почти не существует экономических объектов, которые можно было бы рассматривать как отдельные (внесистемные) элементы.

Сложность системы определяется количеством входящих в нее элементов, связями между этими элементами, а также взаимоотношениями между системой и средой. Экономика страны обладает всеми признаками очень сложной системы. Она объединяет огромное число элементов, отличается многообразием внутренних связей и связей с другими системами (природная среда, экономика других стран и т. д.). В управлении экономикой взаимодействуют природные, технологические, социальные процессы, объективные и субъективные факторы.

Сложность экономики иногда рассматривалась как обоснование невозможности ее моделирования, изучения средствами мате-

матики. Но такая точка зрения в принципе неверна. Моделировать можно объект любой природы и любой сложности, и как раз сложные объекты представляют наибольший интерес для моделирования; именно здесь моделирование может дать результаты, которые нельзя получить другими способами исследования.

Потенциальная возможность математического моделирования любых экономических объектов и процессов не означает, разумеется, ее успешной осуществимости при данном уровне экономических и математических знаний, имеющейся конкретной информации и вычислительной технике. И, хотя нельзя указать абсолютные границы математической формализуемости экономических проблем, всегда будут существовать неформализованные проблемы, для которых математическое моделирование недостаточно эффективно.

Свойства оптимального решения

С экономической точки зрения оптимальные решения, полученные с помощью экономико-математического моделирования, обладают следующими основными свойствами:

1. Оптимальность решения зависит от целей, поставленных при планировании процесса. Например, выбор типа транспорта по критерию стоимости перевозки будет отличаться от выбора по критерию скорости.

2. Оптимальность решения зависит от текущей хозяйственной обстановки (иными словами, оптимум всегда конкретен, его нельзя вычислять абстрактно).

3. Существенные изменения оптимального варианта происходят только при значительных изменениях обстановки – это свойство называется устойчивостью базиса оптимального плана относительно малых изменений условий (т. е. оптимальные решения можно находить достаточно надежно, несмотря на приблизительный характер почти всей экономической информации).

4. При определении взаимозависимости решений по всем объектам экономики особое значение имеют обратная связь объектов и издержки обратной связи. Например, если предприятия А и Б пот-

ребляют один и тот же ограниченный ресурс, то увеличение доли предприятия А уменьшает долю предприятия Б (обратная связь).

Возможно, потребление данного ресурса (сырья, топлива высшего сорта) снижает производственные издержки. Тогда, увеличение доли предприятия А приведет к экономии на этом предприятии и к дополнительным издержкам на предприятии Б в результате замены ресурса менее эффективным (издержки обратной связи).

5. Оценка рациональности конкретного мероприятия зависит от уровня управления: решение, оптимальное для отдельного предприятия, может быть неоптимальным для отрасли или экономики в целом.

Типы проблем планирования и управления

Возможности использования математических моделей для выбора оптимальных решений зависят от типа оптимизируемых процессов и характера решаемых вопросов. Выделяют три типа многовариантных проблем планирования и управления:

1. Полностью структурированные проблемы:

- все цели оптимизации и факторы оптимизируемого процесса поддаются количественному измерению;
- проблема может быть целиком представлена в виде экономико-математической модели или системы моделей;
- оптимальное решение находится на основе построенной модели некоторым математическим методом.

2. Частично или слабо структурированные проблемы:

- менее четко определены цели;
- неизвестны количественные зависимости между некоторыми факторами;
- количественному анализу и оптимизации подвергаются отдельные части проблемы.

3. Неструктурированные проблемы:

- невозможность количественного анализа;
- непредсказуемость факторов.

Объектом экономико-математического моделирования являются полностью структурированные проблемы, характеристики

которых приведены выше. Частично или слабо структурированные проблемы являются объектами для методов системного анализа, сочетающих неформализованные решения специалистов с модельными расчетами по отдельным предметам. Неструктурированные проблемы являются объектами для экспертных решений, принимаемых на основе опыта и интуиции специалистов.

Уже длительное время главным тормозом практического применения математического моделирования в экономике выступает сложность наполнения разработанных моделей конкретной и качественной информацией. Точность и полнота первичной информации, реальные возможности ее сбора и обработки во многом определяют выбор типов прикладных моделей. С другой стороны, исследования по моделированию экономики выдвигают новые требования к системе информации.

В зависимости от моделируемых объектов и назначения моделей используемая в них исходная информация имеет существенно различный характер и происхождение. Она может быть разделена на две категории: о прошлом развитии и современном состоянии объектов (экономические наблюдения и их обработка) и о будущем развитии объектов, включая данные об ожидаемых изменениях их внутренних параметров и внешних условий (прогнозы). Вторая категория информации является результатом самостоятельных исследований, которые также могут выполняться посредством моделирования.

Методы экономических наблюдений и использования результатов этих наблюдений разрабатываются эконометрикой. Поэтому стоит отметить только специфические проблемы экономических наблюдений, связанные с моделированием экономических процессов.

В экономике многие процессы являются массовыми, они характеризуются закономерностями, которые не обнаруживаются на основании лишь одного или нескольких наблюдений. Поэтому моделирование в экономике должно опираться на массовые наблюдения.

Другая проблема порождается динамичностью экономических процессов, изменчивостью их параметров и структурных отноше-

ний. Вследствие этого экономические процессы приходится постоянно держать под наблюдением, необходимо иметь устойчивый поток новых данных. Поскольку наблюдения за процессами и обработка эмпирических данных обычно занимают довольно много времени, то при построении математических моделей экономики требуется корректировать исходную информацию с учетом ее запаздывания.

Экономический процесс и экономические измерители

Познание количественных отношений экономических процессов и явлений опирается на экономические измерения. Точность измерений в значительной степени предопределяет и точность конечных результатов количественного анализа посредством моделирования. Поэтому необходимым условием эффективного использования математического моделирования является совершенствование экономических измерителей. Применение математического моделирования заострило проблему измерений и количественных определений различных аспектов и явлений социально-экономического развития, достоверности и полноты получаемых данных, их защиты от намеренных и технических искажений.

В процессе моделирования возникает взаимодействие первичных и вторичных экономических измерителей. Любая модель в экономике опирается на определенную систему экономических измерителей (продукции, ресурсов, элементов и т. д.). В то же время одним из важных результатов экономико-математического моделирования является получение новых (вторичных) экономических измерителей – экономически обоснованных цен на продукцию различных отраслей, оценок эффективности разнокачественных ресурсов, измерителей общественной полезности продукции. Однако эти вторичные измерители могут испытывать влияние недостаточно обоснованных первичных измерителей, что вынуждает разрабатывать особую методику корректировки первичных измерителей для экономических моделей.

С точки зрения интересов моделирования экономики в настоящее время наиболее актуальными проблемами совершенствования

экономических измерителей являются: оценка результатов интеллектуальной деятельности (особенно в сфере научно-технических разработок, индустрии информатики), построение обобщающих показателей экономического развития, измерение эффектов обратных связей (влияние экономических и социальных механизмов на эффективность производства).

Для методологии планирования экономики важное значение имеет понятие неопределенности экономического развития. В исследованиях по экономическому прогнозированию и планированию различают два типа неопределенности:

- истинную, обусловленную свойствами экономических процессов;

- информационную, связанную с неполнотой и неточностью имеющейся информации об этих процессах.

Истинную неопределенность нельзя смешивать с объективным существованием различных вариантов экономического развития и возможностью сознательного выбора среди них эффективных вариантов. Речь идет о принципиальной невозможности точного выбора единственного (оптимального) варианта.

В развитии экономики неопределенность вызывается тем, что ход планируемых и управляемых процессов, а также внешние воздействия на эти процессы не могут быть точно предсказаны из-за действия случайных факторов и ограниченности человеческого познания в каждый момент. Особенно характерно это для прогнозирования научно-технического прогресса, потребностей общества, экономического поведения. Неполнота и неточность информации об объективных процессах и экономическом поведении усиливают истинную неопределенность.

На первых этапах исследований по моделированию экономики применились в основном модели детерминистского типа. В этих моделях все параметры предполагаются точно известными. Однако детерминистские модели неправильно понимать в механическом духе и отождествлять их с моделями, которые лишены всех «степеней выбора» (возможностей выбора) и имеют единственное допустимое решение. Классическим примером жестко детерминистских моделей являлась оптимизационная модель народно-

го хозяйства, которая применялась для определения наилучшего варианта экономического развития среди множества допустимых вариантов.

В результате накопления опыта использования жестко детерминистских моделей были созданы реальные возможности успешного применения более совершенной методологии моделирования экономических процессов, учитывающих стохастичу и неопределенность. Здесь можно выделить такие основные направления исследований, как усовершенствование методики моделей жестко детерминистского типа, проведение многовариантных расчетов и модельных экспериментов с вариацией конструкции модели и ее исходных данных, изучение устойчивости и надежности получаемых решений, выделение зоны неопределенности, включение в модель резервов, применение приемов, повышающих приспособляемость экономических решений к вероятным и непредвиденным ситуациям, а также распространение моделей, непосредственно отражающих сложность и неопределенность экономических процессов и соответствующий математический аппарат: теорию вероятностей и математическую статистику, теорию игр и статистических решений, теорию массового обслуживания, стохастическое программирование, теорию случайных процессов.

ГЛАВА 5. МЕТОДЫ И ОПЕРАЦИИ МОДЕЛИРОВАНИЯ РИСКОВ

Процедуры и операции

Функции управления можно представить как набор типовых процедур (формулировка задания, сбор информации, разработка вариантов решений, утверждение решений, организация выполнения работы и сдачи работы заказчику).

Процедура – это любая часть деятельности и объекты, связанные с ней, повторяющиеся при одинаковых внешних условиях.

Процедура делится на операции.

Операции – это деятельность по выполнению функций, которые можно рассматривать как элементы при построении алгоритма.

Таблица 5

Классификация операций по объекту деятельности с убывающей сложностью

<i>Документы</i>	<i>Люди</i>	<i>Материалы. Объект</i>
1. Синтезирование	Консультирование	Наладка и испытание
2. Координация и согласование	Ведение переговоров	Точная обработка
3. Анализ	Обучение	Контроль процессов
4. Классификация	Управление	Управление движением
5. Расчеты	Развлечения	Установка и сборка
6. Копирование и передача	Убеждение	Обслуживание
7. Сопоставление	Подача сигналов	Транспортировка материалов
8. Прочее	Обслуживание	

Метод SWOT-анализа

SWOT-анализ – аббревиатура, которая расшифровывается следующим образом:

S – Strengths – сильные стороны предприятия.

W – Weaknesses – слабые стороны предприятия.

O – Opportunities – возможности развития предприятия.

T – Threats – угрозы развитию предприятия.

В ходе SWOT-анализа исследуются сильные и слабые стороны предприятия, а также позитивное и негативное влияние отдельных внешних (экзогенных) и внутренних (эндогенных) факторов. Результаты комплексного исследования влияния основных факторов представляются таблично или графически. SWOT-анализ применяется для исследования комплексного влияния факторов внешней и внутренней среды предприятия на те или иные аспекты его функционирования и развития.

Факторы внешней среды рассматриваются как угрозы, несущие предприятию грядущие убытки, или как благоприятные условия, потенциально способные составить предприятию дополнительные возможности для экономического роста и развития бизнеса.

Факторы внутренней среды рассматриваются с позиций сильных сторон (сил – преимуществ), которыми располагает предприятие, а также с позиций его недостатков – слабостей, от которых желательно избавиться или ослабить их влияние.

Методика SWOT-анализа может использоваться также при определении перспектив развития компании.

Силы – это внутренние качества, составляющие достоинства предприятия, которые дают ему преимущества перед конкурентами (наличие квалифицированного персонала, новейших технологий, производственного и рыночного опыта и т. п.). Это то, в чем компания преуспела, что открывает ей дополнительные возможности.

К потенциально сильным сторонам компании можно отнести наличие финансовых ресурсов, необходимых для достижения поставленных целей: хорошую репутацию в глазах потребителей, хорошо продуманные функциональные стратегии; низкие издержки; наличие технологий, защищенных правом собственности; совершенство управления; хорошо организованную рекламу; отлаженную систему обновления продукции; лидерство по «кривой опыта».

Слабости – недостатки, осложняющие предприятию борьбу с конкурентами (все, что осложняет деятельность предприятия, может препятствовать ему занять прочное положение на рынке). Это отсутствие чего-либо важного для функционирования компании, что не удастся ей по сравнению с другими. Слабая сторона может делать ее уязвимой, но может и не иметь отрицательного влияния, в зависимости от того, важна она или нет в конкурентной борьбе.

К потенциально слабым сторонам относят: отсутствие четкой стратегии, устаревшие производственные мощности, недостаток навыков и таланта управления у руководства фирмы, отставание в области НИОКР, плохо организованную систему сбыта, недостаток финансовых ресурсов для реализации планов, узкую номенклатуру выпускаемой продукции, слабые навыки в области маркетинговой деятельности.

Возможности (рыночные возможности) – это положительные тенденции во внешней среде, которые могут способствовать увеличению доходности бизнеса компании (например, изменение внешнеэкономической политики, снижение налогов, изменение инвестиционного климата, рост доходов населения, ослабление позиций конкурентов). В зависимости от особенностей отрасли возможности могут быть как многообещающими, так и бесперспективными. Они могут изменяться от очень привлекательных (тогда их надо использовать) до интересующих фирму в последнюю очередь, находящихся в самом конце списка приоритетов компании.

При этом надо учитывать, что интересы отрасли и интересы компании – это не всегда одно и то же. Не каждая компания может иметь достаточно хорошие позиции, чтобы использовать все существующие в отрасли возможности. Наиболее выгодными являются те возможности, которые обеспечивают компании максимальный рост прибыли, те, при которых фирма приобретает наибольшие конкурентные преимущества и которые являются приемлемыми для фирмы в финансовом отношении.

Угрозами считаются отрицательные тенденции, которые могут привести к снижению доходности бизнеса компании, такие как изменение демографической ситуации, рост безработицы и т. д.

К ним относятся также: появление в отрасли более дешевых технологий, у конкурента новых или усовершенствованных продуктов; выход на рынок новых конкурентов с низкими издержками; неблагоприятная политика государственного регулирования при спадах и колебаниях уровня деловой активности; опасность поглощения более крупной фирмой; неблагоприятные демографические изменения; невыгодные изменения курсов иностранных валют; политические перемены в стране, где компания осуществляет свою деятельность; рост влияния поставщиков и покупателей; замедление темпов роста рынка и т. п.

При разработке рыночной стратегии необходимо ориентировать ее на использование тех перспектив, которые соответствуют возможностям, а также на обеспечение защиты фирмы от внешних угроз.

Данные, полученные в ходе анализа факторов внешней и внутренней среды, оцениваются экспертами с помощью какой-либо системы балльных оценок, а также взвешиваются (в долях единицы) с точки зрения их значимости для предприятия, после чего подсчитываются взвешенные балльные оценки для каждого фактора.

Предварительная обработка собранной информации осуществляется с помощью табл. 6.

Оценка влияния факторов и выделение главных из них может производиться экспертными методами, аналогичными тем, что применяются в процедуре метода «5 × 5».

Чаще всего оценка влияния различных факторов производится по 5-балльной шкале, характеризуя степень влияния фактора на рыночную позицию предприятия от незначительного до существенного.

При получении оценки до 2,25 балла можно считать, что степень воздействия внешней среды по сравнению с максимумом в 5 баллов является несущественной в целом, но имеются факторы, на которые следует обратить особое внимание и учесть их при планировании деятельности. В их числе чаще всего оказываются рост безработицы, политическая нестабильность.

Классификация факторов (пример)

№ п/п	Факторы среды	Сила	Слабость	Возможность	Угроза
1. Внешняя среда					
1.1	Правительство вводит более высокие пошлины на ввоз компьютеров (Ф4)				Значение оценки фактора
1.2	В обществе возрастает применение компьютеров (Ф2)			Значение оценки фактора	
...	И т. д.				
2. Внутренняя среда					
2.1	Фирма имеет более грамотных программистов	Значение оценки факторов			
2.2	На фирме высокая текучесть кадров		Значение оценки факторов		
...	И т. д.				
Итого:		= 1	= 1	= 1	= 1

Примечание. По данным табл. 6 далее производится деление информации на три группы: релевантная, фон, шум.

Применительно к исследованию конкурентов SWOT-анализ включает следующие элементы:

- выявление изменений структуры потребительских предпочтений (новые возможности);
- оценка предполагаемых действий конкурентов по использованию новых возможностей (угрозы);
- определение целей и стратегии фирмы по реагированию на появляющиеся угрозы и возможности;
- изучение сильных и слабых сторон конкурентов и собственной фирмы по основным аспектам хозяйственной деятельности.

Далее производится конкретизация факторов по направлениям влияния каждого из них, им присваиваются взвешенные балльные оценки (табл. 7 и 8).

Таблица 7

Конкретизация и оценка факторов внешней среды (пример)

№ п/п	Внешние стратегические факторы	Вес фактора (доли единицы)	Оценка (баллы)	Взвешенная оценка (баллы) (гр.3·гр.4)
Возможности				
1	Благоприятная демографическая ситуация	0,20	2	0,40
2	Развитие сбытовой сети	0,10	1	0,10
...	И т. д.	...	...	...
Угрозы				
1	Изменения в налогообложении	0,25	1	0,25
2	Рост безработицы	0,15	4	0,60
3	Политическая нестабильность	0,10	5	0,50
...	И т. д.	...	...	...
Результат:		1,00	–	2,25

Таблица 8

Конкретизация и оценка факторов внутренней среды (пример)

№ п/п	Внутренние стратегические факторы	Вес фактора (доли единицы)	Оценка (баллы)	Взвешенная оценка (баллы) (гр.3·гр.4)
Силы				
1	Фирма располагает более грамотными программистами	0,20	2	0,40
2	Фирма имеет собственную развитую сбытовую сеть	0,10	1	0,10
...	И т. д.	...	...	...
Слабости				
1	На фирме высокая текучесть кадров	0,25	1	0,25
...	И т. д.	...	...	...
Результат:		1,00	–	2,25

Примечание. После заполнения табл. 7 и 8 далее:

1. Указанные в них факторы преобразуются в показатели (известные, общепринятые индикаторы).

2. Показатели располагаются в табл. 9, и с учетом взвешенных балльных оценок, полученных в табл. 7 и 8 соответствующими им факторами, определяется рейтинг предприятия по каждому показателю.

3. На основе данных табл. 9 формируется описание состояния предприятия, и делаются выводы по поводу действий, которые следует предпринять руководству для повышения общего рейтинга предприятия.

4. Число учитываемых при анализе показателей в каждом разделе табл. 9 может быть различным. При этом исполнитель может ориентироваться на собственное мнение.

5. Состав разделов табл. 9 принимается по усмотрению исполнителя. При этом могут вводиться также разделы, не входящие в число известных компонентов менеджмента.

6. Состав показателей табл. 9 может приниматься аналогичным образом.

Затем производится классификация факторов по направлениям влияния каждого из них на все компоненты менеджмента, и им присваиваются ранги с учетом полученных взвешенных балльных оценок (табл. 9).

Значения рейтингов SWOT-анализа принимаются следующими:

- 1) лидирующее положение в отрасли;
- 2) выше среднего уровня;
- 3) средний уровень;
- 4) уровень ниже среднего;
- 5) кризисная ситуация.

Подсчет общего числа факторов, соответствующих каждому рангу, характеризует состояние дел на предприятии с точки зрения места, которое оно занимает в рамках своей отрасли, какие стороны его деятельности развиваются успешно, по каким положением может считаться удовлетворительным, а какие требуют неотложного первоочередного вмешательства ввиду их неудовлетворительного состояния. Удастся также выяснить причины, которые обуславливают существующие недостатки.

Благодаря получению такой сводной информации руководство может разработать стратегию своей деятельности и целевые программы развития тех направлений, которые оказались в числе слабых сторон предприятия.

Таблица 9

Контрольный лист SWOT-анализа (пример)

Показатели оценки	Рейтинги (баллы)				
Финансы					
Структура баланса			(+)		
Рентабельность активов			(+)		
Рентабельность инвестиций			(+)		
Коэффициент реинвестирования					(+)
Производство					
Загрузка оборудования	(+)				
Производственные мощности		(+)			
Степень износа технологического оборудования			(+)		
Возможности расширения производства				(+)	
Управление					
Гибкость организационной структуры	(+)				
Степень обеспеченности информацией		(+)			
Наличие современных информационных технологий			(+)		
Профессиональный уровень управленческого персонала				(+)	
Маркетинг					
Доля рынка		(+)			
Престиж торговой марки		(+)			
Уровень цен			(+)		
Информационное обеспечение маркетинга			(+)		
Возможности в организации сервиса				(+)	
Наличие постоянной клиентуры		(+)			
Наличие эксклюзивных прав				(+)	
Кадры					
Уровень квалификации производственного персонала		(+)			
Уровень квалификации сбытового персонала			(+)		
Расходы на переподготовку			(+)		
Технология					
Внедрение инноваций в производство			(+)		
Возможности разработки новых продуктов		(+)			
Возможности ресурсосбережения				(+)	
Экологически чистые технологии				(+)	
Сумма рейтингов:	2	7	10	6	1

Существует несколько вариантов SWOT-анализа:

– *ситуационный SWOT-анализ*, предназначенный для выявления положительных и отрицательных черт в развитии предприятия. Его результаты дают информацию для разработки плана развития или для оценки того, что сделано в рамках существующего плана с целью корректировки последнего;

– *траекторный SWOT-анализ*, предназначенный для отслеживания поведения факторов внешней и внутренней среды на некотором интервале времени. Позволяет визуально представить траекторию развития предприятия как следствие принятой руководством стратегии, оценить общую тенденцию его развития, в том числе тенденцию развития отдельных направлений его деятельности.

Методы решения маркетинговых проблем

Особый интерес с методологической точки зрения представляет поиск вариантов средств достижения цели. Здесь речь идет о выборе метода, с помощью которого можно в каждом случае эффективно организовать процедуру поиска средств. Самым простым способом выполнения этого действия является неупорядоченный, случайный поиск (метод «проб и ошибок»). Но хотя он и прост, понятно, что это самый неэффективный подход. В практике известно большое число методов так называемого упорядоченного поиска вариантов решений. Их обзору посвящен ряд работ известных в этой области авторов, таких как Э. Янч, Э. Эйрес, П. Хилл, Дж. Мартино, Дж. Джонс.

К числу методов упорядоченного поиска относятся:

Метод контрольных (наводящих) вопросов, предложенный американским психологом Алексом Осборном (1939), включает 99 наводящих вопросов, распределенных между 9 тематическими группами, строго последовательное прохождение которых позволяет выйти на желаемый вариант решения.

Известный *метод мозговой атаки*, принадлежащий тому же автору.

Метод морфологического анализа основан на построении многомерных таблиц (матриц), называемых морфологическими ящиками, по столбцам и строкам которых располагаются перечень возможных состояний элементов объекта и значения основных его характеристик либо общее число комбинаций «характеристика – состояние». Применение ящика дает возможность оценивать возможное число вариантов решения.

Метод ассоциации (связи идей) основан на положении о том, что, наблюдая или слушая что-либо в данный момент времени, человек одновременно представляет себе что-то другое, в чем-то сходное с воспринимаемым. В результате одна идея вызывает другую. Важно пришедшую в голову идею как первичную не забыть.

Метод эмпатии (аналоги: симпатия, антипатия, апатия) – «вживание в роль». Состоит в том, чтобы представить себя на месте рассматриваемой вещи, устройства, в рассматриваемой ситуации и т. п. Применяется в процессе обучения актеров.

Метод синектики основан на «свежем взгляде». Подобен методу мозговой атаки, но предполагает вначале выбор небольшого числа идей (2–3), которые затем рассматриваются детально с попытками их преобразования. Считается, что умственная деятельность более продуктивна в новой, незнакомой человеку обстановке.

Метод эклектики – соединение несоединимых на первый взгляд элементов.

На практике используется также широкий спектр методов экспертных оценок.

Кроме того, существует обширный перечень научных книг, статей, разработок со сходными названиями, такими как «Теория принятия решений». Среди них выделяются труды, авторами которых в большинстве случаев являются математики, предлагающие различные математические методы, чаще всего методы оптимизации решений. Однако, поскольку авторами их выступают математики, на самом деле в них речь идет не о методах принятия решений, а лишь о методах обоснования предлагаемых их вариантов. Последнее, конечно, тоже имеет немаловажное значение, но надо правильно понимать смысл, который авторы реально вкладывают в названия такого рода работ.

Метод логического анализа проблем (метод семи аспектов)

Метод логического анализа проблем применяется для планирования и распределения ресурсов, выделяемых для достижения конкретной цели. При правильном применении он становится методом, позволяющим выявлять ключевые проблемы, расширять поиск альтернатив, обеспечивать выбор решений, отвечающих требованиям проблемы.

Данный метод состоит из трех основных этапов, шагов.

Первый шаг – проверка данных, относящихся к проблеме, и требований, которые должны быть учтены.

Результат: Что должно быть сделано?

Почему это должно быть сделано?

Что еще может быть сделано?

Что следовало бы сделать?

Место: Где это должно быть сделано?

Почему это должно быть сделано здесь?

Где еще это может быть сделано?

Где следовало бы это сделать?

Второй шаг – определение временных и ресурсных границ.

Время: Когда это должно быть сделано?

Почему это должно быть сделано в это время?

Когда это может быть сделано?

Когда следовало бы это сделать?

Ресурсы: Какие ресурсы необходимы для этого?

Почему требуются эти ресурсы для этого?

Какие еще ресурсы могут быть использованы для этого?

Какие ресурсы следовало бы использовать для этого?

Третий шаг – поиск решения проблемы, отвечающего выявленным потребностям и требованиям (условиям).

Метод: Как это следует сделать?

Почему это должно быть сделано именно так?

Как еще это можно сделать?

Как следовало бы это сделать?

С точки зрения этих аспектов может быть изучена любая проблема на любой стадии процесса ее решения. Исключение хотя бы одного из этих аспектов может стать причиной принятия неудачного решения. Удовлетворительность каждого ответа на вопросы должна проверяться поиском альтернативных ответов. При этом постепенное упрощение вариантов достигается постоянной постановкой следующих вопросов:

- Как можно
- устранить,
- скомбинировать,
- стандартизировать (унифицировать),
- модифицировать,
- упростить?

Метод лингвистических переменных

В настоящем разделе приводятся основы относительно нового и весьма перспективного подхода к анализу лингвистических систем и конструкций, выражаемых в вербальной (словесной) форме, применяемых в деловой и управленческой практике в виде форм документов, формулировок показателей технико-экономического и финансово-хозяйственного содержания, машинных баз данных, экспертных систем, систем поддержки процедур принятия решений.

Основные понятия:

Лингвистическая переменная – переменная, значениями которой являются предложения в естественном или формальном языке (например, «высокий», «невысокий», «очень высокий»).

Нечеткий алгоритм – упорядоченная последовательность инструкций, среди которых могут быть нечеткие (например, «сделать x очень большим»).

Нечеткое высказывание – предложение вида: «из A следует B », в котором A и B имеют нечеткий смысл типа: «из того, что x мало, следует, что y велико». Понятия «мало» и «велико» – элементы нечетко определенных множеств.

Большинство существующих методов являются модификацией методов, которые в течение длительного времени создавались для

механистических систем (управляемых законами механики, электромагнетизма, термодинамики и т. п.). Они не учитывают элементы нечеткости (неопределенности), естественно присущие людям, при описании поведения сложных и плохо определенных систем, в которых основную роль играет поведение, характерное для живых существ.

Основной тезис: обычные количественные методы анализа систем непригодны для гуманитарных систем и любых систем, сравнимых с ними по сложности. Тезис основан на принципе несовместимости: чем сложнее система, тем менее мы способны дать точные, но имеющие практическое значение суждения о ее поведении. Для систем, сложность которых превосходит некоторый пороговый уровень, точность и практический смысл становятся почти исключаящими друг друга характеристиками.

Следствие: чем глубже мы анализируем реальную задачу, тем неопределеннее становится ее решение. Точный количественный анализ поведения гуманитарных систем не имеет большого практического значения, потому что элементами мышления человека являются не числа, а элементы нечетких множеств или классов объектов, для которых переход от «принадлежности к классу», к «непринадлежности к нему» не скачкообразен, а непрерывен. Нечеткость мышления человека говорит о том, что в его основе лежит не двузначная и даже не многозначная логика, а логика с нечеткой истинностью, нечеткими связями и нечеткими правилами вывода. Именно она обеспечивает способность оценивать информацию, т. е. выбирать только те сведения, которые имеют отношение к данному случаю (являются релевантными ему).

В большинстве решаемых человеком задач не требуется высокая точность. Мозг использует допустимость такой неточности, выбирая информацию, достаточную для решения. Благодаря этому происходит свертывание потока информации – выбор того, что необходимо для решения задачи с минимальной степенью точности. Это и отличает принципиально человеческий разум от машинного. Поэтому для анализа гуманитарных систем нужны подходы, допускающие нечеткости и частичные истины.

Способность человека оценивать информацию проявляется в использовании естественных языков. Каждое слово x естествен-

ного языка можно рассматривать как сжатое описание нечеткого подмножества $M(x)$ полного множества рассуждений U , где $M(x)$ есть значение x . Тогда язык есть система, согласно которой нечетким подмножествам множества U приписываются элементарные или составные символы (слова, группы слов, предложения).

Используя словесные описания (лингвистические переменные), мы приобретаем способность анализировать системы настолько сложные, что они не поддаются обычному математическому анализу.

Нечеткий алгоритм – упорядоченная последовательность инструкций (подобно программе для ЭВМ), некоторые из которых могут содержать символы нечетких множеств. Нечеткие алгоритмы могут быть полностью адекватны целям той или иной решаемой задачи. Источником неопределенности в данном подходе является не теория, а способы использования лингвистических переменных и нечетких алгоритмов при формулировании и решении задач. Однако в каждом случае степень точности решения может быть согласована с требованиями задачи и точностью исходных данных. В этом состоит гибкость метода.

Лингвистические неопределенности вида «очень», «много», «больше», «меньше» позволяют модифицировать значения элементарных и составных x и служат для увеличения области значений лингвистических переменных. Элементарные термины могут быть четырех категорий:

1. Первичные – символы специальных нечетких подмножеств из U .

2. Отрицание НЕ и союзы И, ИЛИ.

3. Неопределенности типа «очень», «много», «слабо», «больше», «меньше» и т. д.

4. Маркеры, например вводные слова.

Правила предшествования операторов:

1. h , «НЕ».

2. «И».

3. «ИЛИ».

4. Для изменения этих правил применяются (как обычно) скобки.

При этом неопределенности разрешаются объединением членов выражений справа. Такой подход допустим лишь при условии, что составные термины могут быть генерированы лишенной контекста грамматикой:

$$G = (V_T; V_N; S; P), \quad (6)$$

где V_T – множество конечных слов, включающее элементарные термины (терминальное множество), к ним относятся такие элементарные термины, как «маленький», «большой», «не», «и», «или», «очень» и т. д.;

V_N – полное бесконечное множество нечетких терминов;

$S, A, B, C, D, \dots P$ и т. д. – неокончательные слова (нетерминальные).

Чтобы вычислить значения составного термина x , необходимо провести синтаксический анализ x в терминах определенной грамматики G . Зная синтаксическое дерево x , можно использовать соотношения для вывода системы уравнений в треугольной форме, решением которой является значение x .

Таким образом, *нечеткий алгоритм (НА)* – упорядоченное множество нечетких инструкций, которые при их реализации дают приближенное решение проблемы. Виды инструкций НА:

1. Назначающие предложения.
2. Нечеткие высказывания.
3. Безусловные активные предложения.

Результатом выполнения инструкции является нечеткое множество (НМ). Если же нужно выбрать определенное число, то это можно сделать:

а) выбирая элемент с наибольшей степенью принадлежности к множеству;

б) делая случайный выбор, если такой элемент не единственен;

в) вводя критерий, который линейно упорядочивает элементы НМ, имеющие наивысшую степень принадлежности (например, критерий минимума числа шагов);

г) по правилу преобладающей альтернативы: выбирается решение, обладающее большей степенью истинности.

В составном правиле вывода неявно содержится допустимость параллельного выполнения близких по степени истинности действий.

Виды нечетких алгоритмов:

1. НА определения и идентификации: НА(о) или НА(и).
2. Бихевиористические НА. Н(б)А или Н(о)А.
3. На принятия решений НА(пр).

НА(о) – *определения* – определение сложных, плохо определенных или нечетких понятий в терминах более простых или менее нечетких (меры сложности, меры сходства и т. п.). НА(о) является в действительности конечным множеством нечетких инструкций, определяющих НМ в терминах других НМ или в терминах своих собственных, т. е. рекурсивно. В последнем случае НА(о) превращается в НА(и). НА(и) – *идентификации* – устанавливает степень принадлежности элемента.

Метод установления цен с учетом психологии покупателя

Цена является носителем определенной информации о товаре. Так, многие покупатели судят о качестве товара прежде всего по его цене. Флакон духов за сто долларов может содержать этих духов всего на три доллара, но некоторые люди готовы заплатить эти сто долларов, потому что такая цена служит признаком чего-то особенного.

При установлении цены с учетом психологии покупателя продавцы учитывают не только экономические аспекты цены, но и ее психологическое воздействие. Например, результаты одного из исследований, посвященных изучению взаимосвязи между восприятием цены и качества, свидетельствуют о том, что очень дорогие автомобили воспринимаются покупателями как более качественные. Более того, в восприятии покупателей цена качественных автомобилей могла бы быть даже выше той, по которой они продаются. В тех случаях, когда покупатели могут вынести суждение о качестве товара, некоторым образом проверив его либо основываясь на прошлом опыте в отношении этого товара,

они значительно реже используют цену как критерий качества. Когда же покупатели не могут оценить качество из-за недостатка необходимой информации или опыта, важным показателем качества становится цена.

Классификация экономико-математических моделей

Для классификации математических моделей экономических процессов и явлений используются разные признаки:

1. Целевое назначение.
2. Исследуемые экономические процессы и содержательная проблематика.
3. Функциональные и структурные.
4. Дескриптивные и нормальные.
5. Характер отражения причинно-следственных связей.
6. Способ отражения фактора времени.
7. Форма математических зависимостей.
8. Соотношение экзогенных и эндогенных переменных.
9. Этапность принимаемых решений.
10. Характер системы ограничений.

По целевому назначению экономико-математические модели делятся на теоретико-аналитические, используемые в исследованиях общих свойств и закономерностей экономических процессов, и прикладные, применяемые в решении конкретных экономических задач (модели экономического анализа, прогнозирования, управления).

При классификации моделей *по исследуемым экономическим процессам и содержательной проблематике* можно выделить модели макро- и микроэкономики, а также комплексы моделей производства, потребления, формирования и распределения доходов, трудовых ресурсов, ценообразования, финансовых связей и т. д. Остановимся более подробно на характеристике таких классов экономико-математических моделей, с которыми связаны наиболее важные особенности методологии и техники моделирования.

В соответствии с общей классификацией математических моделей они подразделяются на *функциональные и структурные*,

а также включают промежуточные формы (структурно-функциональные). В исследованиях на макроэкономическом уровне чаще применяются структурные модели, поскольку в планировании и управлении большое значение имеют взаимосвязи подсистем. Типичными структурными моделями являются модели межотраслевых связей. Функциональные модели широко применяются в экономическом регулировании, когда на поведение объекта («выход») воздействуют путем изменения «входа». Примером может служить модель поведения потребителей в условиях рыночных отношений. Один и тот же объект может описываться одновременно и структурной, и функциональной моделью. Так, например, для планирования отдельной отраслевой системы используется структурная модель, а на макроэкономическом уровне каждая отрасль может быть представлена функциональной моделью.

Следующим признаком является *характер модели* – *дескриптивная или нормативная*. Дескриптивные модели отвечают на вопрос: как это происходит? Или: как это, вероятнее всего, может дальше развиваться? То есть они только объясняют наблюдаемые факты или дают вероятный прогноз. Нормативные модели отвечают на вопрос: как это должно быть? То есть они предполагают целенаправленную деятельность. Типичным примером нормативных моделей являются модели планирования, формализующие тем или иным способом цели экономического развития, возможности и средства их достижения.

Применение дескриптивного подхода в моделировании экономики объясняется необходимостью эмпирического выявления различных зависимостей в экономике, установления статистических закономерностей экономического поведения социальных групп, изучения вероятных путей развития каких-либо процессов при неизменяющихся условиях или процессов, протекающих без внешних воздействий. Примерами дескриптивных моделей являются производственные функции покупательского спроса, построенные на основе обработки статистических данных.

Является ли экономико-математическая модель дескриптивной или нормативной, зависит не только от ее математической структуры, но и от характера использования этой модели. Напри-

мер, модель межотраслевого баланса дескриптивная, если она используется для анализа пропорций прошлого периода. Но эта же математическая модель становится нормативной, когда она применяется для расчетов сбалансированных вариантов развития макроэкономических процессов.

Многие экономико-математические модели сочетают признаки дескриптивных и нормативных моделей. Типичная ситуация, когда нормативная модель сложной структуры объединяет отдельные блоки, которые являются частными дескриптивными моделями. Например, межотраслевая модель может включать функции покупательского спроса, описывающие поведение потребителей при изменении доходов. Подобные примеры характеризуют тенденцию эффективного сочетания дескриптивного и нормативного подходов к моделированию экономических процессов. Дескриптивный подход широко применяется в имитационном моделировании.

По характеру отражения причинно-следственных связей различают модели жестко-детерминистские и модели, учитывающие случайность и неопределенность, при этом необходимо различать неопределенность, для описания которой законы теории вероятностей неприменимы. Данный тип неопределенности гораздо более сложен для моделирования.

По способам отражения фактора времени экономико-математические модели делятся на статистические и динамические. В статистических моделях все зависимости относятся к одному моменту или периоду времени, динамические модели характеризуют изменения экономических процессов во времени. По длительности рассматриваемого периода времени различаются модели краткосрочного (до года), среднесрочного (до 5 лет), долгосрочного (10–15 и более лет) прогнозирования и планирования. Само время в экономико-математических моделях может изменяться либо непрерывно, либо дискретно.

Модели экономических процессов чрезвычайно разнообразны по форме математических зависимостей. Особенно важно выделить класс линейных моделей, наиболее удобных для анализа и вычислений и получивших вследствие этого большое распро-

странение. Различия между линейными и нелинейными моделями существенны не только с математической точки зрения, но и в теоретико-экономическом отношении, поскольку многие зависимости в экономике носят принципиально нелинейный характер: эффективность использования ресурсов при увеличении производства, изменение спроса и потребления населения при увеличении производства, изменение спроса и потребления населения при росте доходов и т. п.

По соотношению экзогенных и эндогенных переменных, включаемых в модель, они могут разделяться на открытые и закрытые. Полностью открытых моделей не существует; модель должна содержать хотя бы одну эндогенную переменную. Полностью закрытые экономико-математические модели, т. е. не включающие экзогенных переменных, исключительно редки; их построение требует полного абстрагирования от среды, т. е. серьезного упрощения реальных экономических систем, всегда имеющих внешние связи. Подавляющее большинство экономико-математических моделей занимают промежуточное положение и различаются по степени открытости (закрытости).

В зависимости *от этапности принимаемых решений* модели бывают одноэтапные и многоэтапные. В одноэтапных задачах требуется принять решение относительно однократно выполняемого действия, а в многоэтапных оптимальное решение находится за несколько этапов взаимосвязанных действий.

В зависимости *от характера системы ограничений* выделяются модели обычного вида и специальные виды (транспортные, распределительные задачи), отличающиеся более простой системой ограничений и возможностью благодаря этому использовать более простые методы решения.

Таким образом, общая классификация экономико-математических моделей включает десять основных признаков. С развитием экономико-математических исследований проблема классификации применяемых моделей усложняется. Наряду с появлением новых типов моделей (особенно смешанных типов) и новых признаков их классификации осуществляется процесс интеграции моделей разных типов в более сложные модельные конструкции.

Экономико-математическая модель оптимизационной задачи

Обязательными элементами экономико-математической модели оптимизационной задачи являются переменные параметры процесса, ограничения задачи и критерий оптимальности.

При этом переменные параметры процесса – это набор неизвестных величин, численные значения которых определяются в ходе решения и используются для рациональной организации процесса. Ограничения задачи – символическая запись обязательных условий организации данного процесса (как правило, линейные неравенства или уравнения). Критерий оптимальности – экономический показатель, сведение которого к максимуму или минимуму говорит о наиболее полном достижении целей оптимизации. Запись критерия в виде функции от переменных задачи называется целевой функцией.

Правильное установление ограничений является важным этапом разработки оптимизационной экономико-математической модели. При этом следует избегать двух крайностей: переусложнения модели, которое затрудняет подготовку данных и процесс решения, и переупрощения модели, которое может привести к получению модели, неадекватной реальному процессу.

Типы ограничений:

1. Задания по объему производства.
2. Ограничения на объем используемых ресурсов.
3. Балансовые соотношения между переменными.
4. Специальные условия для защиты интересов отдельных предприятий.
5. Требования типизации и стандартизации технического оснащения технических процессов (условия связности).

В большинстве оптимизационных задач соблюдается принцип единственности критерия. При выборе критерия оптимальности учитывается ряд общих требований:

1. Соответствие глобальному критерию.
2. Учет экономических последствий принимаемых решений.
3. Исключение одинаковых по величине издержек.
4. Учет реальной хозяйственной обстановки данного периода.

В качестве критерия оптимальности могут быть приняты только те показатели, которые поддаются вычислению для каждого возможного варианта с ошибкой не более 2–3 %, иначе сравнение вариантов становится ненадежным.

Сложность экономических процессов и явлений и другие отмеченные выше особенности экономических систем затрудняют не только построение математических моделей, но и проверку их адекватности, истинности получаемых результатов.

Можно привести следующие примеры локальных критериев оптимальности: предположим, предприятие выпускает дефицитную продукцию, в этом случае цель оптимизации – максимальное увеличение выпуска, а локальным критерием может служить максимальный выпуск продукции с единицы производственной мощности.

Если производственные мощности предприятия достаточны для полного удовлетворения потребностей в выпускаемой продукции, то при оптимизации выбирается наилучший вариант организации производства, и возможный локальный критерий оптимальности в этом случае – получаемая прибыль.

Если объем производства задан и не подлежит вариации, то при оптимизации критерием могут служить издержки (в стоимостном выражении) или минимум расхода какого-либо дефицитного ресурса.

В естественных науках достаточным условием истинности результатов моделирования и любых других форм познания является совпадение результатов моделирования с наблюдаемыми фактами. Категория «практика» совпадает здесь с категорией «действительность». В экономике и других общественных науках понимаемый таким образом принцип «практика – критерий истины» в большей степени применим к простым дескриптивным моделям, используемым для пассивного описания и объяснения действительности (анализа прошлого развития, краткосрочного прогнозирования неуправляемых экономических процессов и т. п.).

Однако основная задача экономической науки – разработка научных методов планирования и управления экономикой. Поэтому распространенный тип математических моделей экономики – это модели управляемых и регулируемых экономических процессов, используемые для преобразования экономической действитель-

ности. Такие модели называются нормативными. Если ориентировать нормативные модели только на подтверждение действительности, то они не смогут служить инструментом решения качественно новых экономических задач.

Специфика верификации нормативных моделей экономики состоит в том, что они, как правило, конкурируют с другими, уже нашедшим практическое применение методами планирования и управления. При этом далеко не всегда можно поставить чистый эксперимент по верификации модели, устранив влияние других управляющих воздействий на моделируемый объект.

Ситуация еще более усложняется когда ставится вопрос о верификации моделей долгосрочного прогнозирования и планирования (как дескриптивных, так и нормативных), ведь нельзя же 10–15 лет и более пассивно ожидать наступления событий, чтобы проверить правильность предпосылок модели.

Несмотря на отмеченные усложняющие обстоятельства, соответствие модели фактам и тенденциям реальной экономической жизни остается важнейшим критерием, определяющим направления совершенствования моделей. Всесторонний анализ выявляемых расхождений между действительностью и моделью, сопоставление результатов по модели с результатами, полученными иными методами, помогают выработать пути коррекции моделей.

Значительная роль в проверке моделей принадлежит логическому анализу, в том числе средствами самого математического моделирования. Такие формализованные приемы верификации моделей, как доказательство существования решения модели, проверка истинности статистических гипотез о связях между параметрами и переменными модели, сопоставление размерности величин и т. д., позволяют сузить класс потенциально «правильных» моделей.

Внутренняя непротиворечивость предпосылок модели проверяется также путем сравнения друг с другом получаемых с ее помощью следствий, а также со следствиями «конкурирующих» моделей.

Оценивая современное состояние проблемы адекватности математических моделей экономики, следует признать, что созда-

ние конструктивной комплексной методики верификации моделей, учитывающей как объективные особенности моделируемых объектов, так и особенности их познания, по-прежнему является одной из наиболее актуальных задач экономико-математических исследований.

Последовательность экономико-математического моделирования

Рассмотрим последовательность и содержание этапов одного цикла экономико-математического моделирования:

1. Постановка экономической проблемы и ее качественный анализ.

Главная задача этого этапа – четко сформулировать сущность проблемы, принимаемые допущения и те вопросы, на которые требуется получить ответы. Этап включает выделение важнейших черт и свойств моделируемого объекта и абстрагирование от второстепенных; изучение структуры объекта, основных зависимостей, связывающих его элементы; формирование гипотез (хотя бы предварительных), объясняющих поведение и развитие объекта.

2. Построение математической модели.

Это этап формализации экономической проблемы, выражения ее в виде конкретных математических зависимостей и отношений (функций, уравнений, неравенств и т. д.). Обычно сначала определяется основная конструкция (тип) математической модели, а затем уточняются детали этой конструкции (конкретный перечень переменных и параметров, форма связей). Таким образом, построение модели подразделяется, в свою очередь, на несколько стадий.

Неправильно полагать, что чем больше фактов учитывает модель, тем она лучше работает и дает лучшие результаты. То же можно сказать о таких характеристиках сложности модели, как используемые формы математических зависимостей (линейные и нелинейные), учет факторов случайности и неопределенности и т. д. Излишняя сложность и громоздкость модели затрудняют процесс исследования. Нужно не только учитывать реальные возможности

информационного и математического обеспечения, но и сопоставлять затраты на моделирование с получаемым эффектом (при возрастании сложности модели прирост затрат может превысить прирост эффекта).

Одна из важных особенностей математических моделей – потенциальная возможность их использования для решения разнокачественных проблем. Поэтому, даже сталкиваясь с новой экономической задачей, не нужно стремиться «изобретать» модель, вначале необходимо попытаться применить для решения этой задачи уже известные модели.

В процессе построения модели осуществляется взаимосопоставление двух систем научных знаний – экономических и математических. Естественно стремиться к тому, чтобы получить модель, принадлежащую хорошо изученному классу математических задач. Часто это удается сделать путем некоторого упрощения исходных предпосылок модели, не искажающего существенных черт моделируемого объекта. Однако возможна и такая ситуация, когда формализация экономической проблемы приводит к неизвестной ранее математической структуре. Потребности экономической науки и практики в середине XX в. способствовали развитию математического программирования, теории игр, функционального анализа, вычислительной математики. Вполне вероятно, что в будущем развитие экономической науки станет важным стимулом для создания новых разделов математики.

3. Математический анализ модели.

Целью этого этапа является выяснение общих свойств модели, для чего применяются математические приемы исследования. Наиболее важный момент – доказательство существования решений в сформулированной модели (теорема существования). Если удастся доказать, что математическая задача не имеет решения, то необходимость в последующей работе по первоначальному варианту модели отпадает; следует скорректировать либо постановку экономической задачи, либо способы ее математической формализации. При аналитическом исследовании модели выясняются такие вопросы, как, например, единственно ли решение, какие переменные (неизвестные) могут входить в решение, каковы бу-

дут соотношения между ними, в каких пределах и в зависимости от каких исходных условий они изменяются, каковы тенденции их изменения и т. д. Аналитическое исследование модели по сравнению с эмпирическим (численным) имеет то преимущество, что получаемые выводы сохраняют свою силу при различных конкретных значениях внешних и внутренних параметров модели.

Знание общих свойств модели имеет важное значение, но модели сложных экономических объектов с большим трудом поддаются аналитическому исследованию. В тех случаях, когда аналитическими методами не удастся выяснить общих свойств модели, а упрощение модели приводит к недопустимым результатам, переходят к численным методам исследования.

4. Подготовка исходной информации.

Моделирование предъявляет жесткие требования к системе информации. В то же время реальные возможности получения информации ограничивают выбор моделей, предназначенных для практического использования. При этом принимается во внимание не только принципиальная возможность подготовки информации (за определенные сроки), но и затраты на подготовку соответствующих информационных массивов. Эти затраты не должны превышать эффект от использования дополнительной информации.

В процессе подготовки информации широко используются методы теории вероятностей, теоретической и математической статистики. При системном экономико-математическом моделировании исходная информация, используемая в одних моделях, является результатом функционирования других моделей.

5. Численное решение.

Этот этап включает разработку алгоритмов для численного решения задачи, подбор необходимого программного обеспечения и непосредственное проведение расчетов. Трудности этого этапа обусловлены прежде всего большой размерностью экономических задач и необходимостью обработки значительных массивов информации.

Обычно расчеты по экономико-математической модели носят многовариантный характер. Благодаря высокому быстродействию современных компьютеров удается проводить многочисленные

модельные эксперименты, изучая поведение модели при различных изменениях некоторых условий. Исследование, проводимое численными методами, может существенно дополнить результаты аналитического исследования, а для многих моделей оно является единственно осуществимым. Класс экономических задач, которые можно решать численными методами, значительно шире, чем класс задач, доступных аналитическому исследованию.

6. Анализ численных результатов и их применение.

На этом заключительном этапе цикла встает вопрос о правильности и полноте результатов моделирования, о степени практической применимости последних.

Математические методы проверки могут выявлять некорректные построения модели и тем самым сужать класс потенциально правильных моделей. Неформальный анализ теоретических выводов и численных результатов, получаемых посредством модели, сопоставление их с имеющимися знаниями и фактами действительности также позволяют обнаруживать недостатки постановки экономической задачи, сконструированной математической модели, ее информационного и математического обеспечения.

Существуют обратные связи этапов моделирования, возникающие вследствие того, что в процессе исследования обнаруживаются недостатки предшествующих этапов процесса.

Уже на этапе построения модели может выясниться, что постановка задачи противоречива или приводит к слишком сложной математической модели. В соответствии с этим исходная постановка задачи корректируется, далее математический анализ модели (этап 3) может показать, что небольшая модификация постановки задачи или ее формализации дает интересный аналитический результат.

Наиболее часто необходимость возврата к предшествующим этапам моделирования возникает при подготовке исходной информации (этап 4). Может обнаружиться, что необходимая информация отсутствует или же затраты на ее подготовку слишком велики. Тогда приходится возвращаться к постановке задачи и ее формализации, изменяя их так, чтобы приспособиться к имеющейся информации.

Недостатки, которые не удается исправить на промежуточных этапах моделирования, устраняются в последующих циклах. Но результаты нашего цикла имеют и вполне самостоятельное значение. Начав исследование с построения простой модели, можно быстро получить полезные результаты, а затем перейти к созданию более совершенной модели, дополняемой новыми условиями, включающей уточненные математические зависимости.

По мере развития и усложнения экономико-математического моделирования его отдельные этапы обособляются в специализированные области исследований, усиливаются различия между теоретико-аналитическими и прикладными моделями, происходит дифференциация моделей по уровням абстракции и идеализации.

Теория математического анализа моделей экономики развивалась в особую ветвь современной экономической науки – математическую экономику, ценность моделей которой для экономической теории и практики состоит в том, что они служат теоретической базой для моделей прикладного типа.

Довольно самостоятельными областями исследований является подготовка и обработка экономической информации и разработка математического обеспечения для решения экономических задач (создание баз данных и банков информации, программ автоматизированного построения моделей и программного сервиса для экономистов-пользователей). На этапе практического использования моделей ведущую роль должны играть специалисты в соответствующей области экономического анализа, планирования, управления. Главным участком работы экономистов-математиков остается постановка и формализация экономических задач и синтез процесса экономико-математического моделирования.

Синтез процесса экономико-математического моделирования

Следует выделить четыре основных аспекта применения математических методов в решении практических проблем:

1. Совершенствование системы экономической информации. Математические методы позволяют упорядочить систему экономи-

ческой информации, выявлять недостатки в имеющейся информации и вырабатывать требования для подготовки новой информации или ее корректировки. Разработка и применение экономико-математических моделей указывают пути совершенствования экономической информации, ориентированной на решение определенной системы задач планирования и управления. Прогресс в информационном обеспечении планирования и управления опирается на бурно развивающиеся технические и программные средства информатики.

2. Интенсификация и повышение точности экономических расчетов. Формализация экономических задач и применение компьютеров многократно ускоряют типовые, массовые расчеты, повышают точность и сокращают трудоемкость, позволяют проводить многовариантные экономические обоснования сложных мероприятий.

3. Углубление количественного анализа экономических проблем. Благодаря применению метода моделирования значительно усиливаются возможности конкретного количественного анализа: влияния многих факторов на экономические процессы, количественная оценка последствий изменения условий развития экономических объектов и т. п.

4. Решение принципиально новых экономических задач. Посредством математического моделирования удастся решать такие экономические задачи, которые иными средствами решить практически невозможно.

В области планирования и управления работой железнодорожного транспорта можно выделить следующие проблемы, при решении которых методы моделирования дают наиболее очевидный эффект:

– планирование грузовых перевозок, оптимальное прикрепление потребителей к поставщикам, оптимальное распределение перевозочной работы между видами транспорта;

– рациональное распределение грузопотоков и вагонопотоков по параллельным линиям, особенно при ограниченной пропускной способности; оперативное маневрирование поездопотоками;

– оптимальное регулирование вагонных парков, включая комплексное управление парками с учетом взаимозаменяемости вагонов;

- текущее планирование использования специализированных видов вагонов и контейнеров;
- организация вагонопотоков, выбор оптимальных вариантов плана формирования поездов, распределение сортировочной работы между станциями;
- оптимизация работы перевалочных узлов разных видов транспорта (максимизация перерабатывающей способности, сведение к минимуму простоев подвижного состава);
- определение оптимальных резервов локомотивов и вагонов и их оптимальное размещение на сети;
- размещение, специализация и кооперирование обслуживающих устройств транспорта (локомотивных и вагонных депо, ремонтных заводов, пунктов промывки вагонов, материальных складов и т. д.);
- оптимальное распределение заданий между разными типами взаимозаменяемого оборудования – станочного парка заводов и депо, грузовых механизмов, путевых и строительных машин;
- оптимизация размеров, размещения и использования материальных запасов вместимости складов, размеров оборотных средств;
- оптимальное календарное планирование строительных, ремонтных проектных и других работ сетевыми методами;
- оптимизация развития транспортной сети на перспективу с целью освоения предстоящих перевозок при минимальных затратах.

Сфера практического применения метода моделирования ограничивается возможностями и эффективностью формализации экономических проблем и ситуаций, а также состоянием информационного, математического, технического обеспечения используемых моделей. Стремление во что бы то ни стало применить математическую модель может не дать хороших результатов из-за отсутствия хотя бы некоторых необходимых условий.

В соответствии с современными научными представлениями системы разработки и принятия экономических решений должны сочетать формальные и неформальные методы, взаимоусиливающие и взаимодополняющие друг друга.

План разработки решения

- 1.1. Теоретические определения.
 - 1.1.1. Решение.
 - 1.1.2. Определенность.
 - 1.1.3. Риск.
 - 1.1.4. Неопределенность.
- 1.2. Решения, принимаемые в условиях определенности, риска и неопределенности.
- 1.3. Модели и методы принятия решений.
 - 2.1. Проблемы принятия решений и пути их преодоления для менеджеров.

Принятие решений – основная часть работы менеджеров любого звена любого предприятия. Поэтому понимание всех тонкостей процесса принятия решений в различных условиях, знание и применение различных методов и моделей принятия решений играют значительную роль в повышении эффективности работы управленческого персонала.

В нашей стране долгое время проблеме обучения управленческого персонала не уделялось должного внимания. Это происходило потому, что в административно-командной системе основные решения принимались на уровне министерств и ведомств. На более низком уровне эти решения только претворялись в жизнь. Также на более низком уровне принимались тактические решения, которые также контролировались вышестоящими органами. В условиях перехода к рыночной экономике существенно увеличивается ответственность при принятии решений руководителей всех уровней. Это связано с тем, что каждое решение может повлиять на положение данной конкретной организации, и нет вышестоящих органов, разрабатывающих и контролирующих принятие стратегических решений. Поэтому рассмотрение данной проблемы очень актуально.

Теоретические определения

Решение

Процесс принятия решений для каждого человека индивидуален, очень сложен, и мало кто может его избежать. Способность принимать решения быстро и правильно вырабатывается с опытом.

Различные специалисты дают различные определения понятия «решение», но из всех определений следует, что *решение* – это выбор альтернативы.

К решениям относятся совершенно различные выборы, совершаемые нами в повседневной жизни: выбор одежды, меню и т. д. Некоторые принимаются нами абсолютно машинально, без долгого и систематического обдумывания, рассмотрения всех альтернатив. Однако и в повседневной жизни есть решения, над принятием которых мы размышляем часы, дни, месяцы и годы.

В управлении принятие решений – более систематизированный процесс, чем в частной жизни. Это связано со много большей ответственностью. Менеджеры принимают решения, связанные со многими людьми и с большой материальной ответственностью. Поэтому они не могут принимать непродуманных решений.

Решения, принимаемые руководителем для выполнения обязанностей, обусловленных занимаемой должностью, называют организационными решениями. Организационные решения квалифицируются как запрограммированные и незапрограммированные.

Запрограммированным решением называют решение, принятое как результат реализации определенной последовательности действий или шагов, подобных тем, что принимаются при решении математического уравнения. Как правило, число возможных альтернатив ограничено, и выбор должен быть сделан в пределах направлений, заданных организацией.

Незапрограммированные решения – решения, принимаемые в ситуациях, которые в определенной степени новы, внутренне не структурированы или сопряжены с неизвестными факторами.

Очень редко решения, принимаемые руководителем, могут рассматриваться как запрограммированные или незапрограмми-

рованные в чистом виде. Даже самое структурированное решение подразумевает некоторую личную инициативу лица, принимающего решение, а для принятия незапрограммированного решения почти всегда могут быть использованы моменты методологии принятия запрограммированных решений.

Необходимо отметить, что любое решение не может иметь чисто положительных результатов. В любом результате есть отрицательные моменты. Поэтому любое организационное решение – это компромисс. В каждом случае руководитель должен сделать выбор между неизбежными отрицательными моментами. Причем на хорошего руководителя существование отрицательных элементов в любом решении не должно оказывать психологического влияния, т. е. помешать руководителям и в дальнейшем принимать решения.

В различных организациях различные решения могут приниматься как одним человеком, так и коллегиально. Это зависит от уровня решения, от структуры организации, уровня делегирования полномочий. Обычно самые сложные решения стратегического плана принимаются коллегиально, что позволяет уменьшить риск принятия неоптимального решения и снизить моральную нагрузку на людей, принимающих решение.

Процесс принятия решений – процесс психологический. Люди, принимая решения, не всегда принимают логичные решения. Решения варьируются от спонтанных до высокологичных. Поэтому процессы принятия решений делятся на имеющие интуитивный характер, основанные на суждениях и имеющие рациональный характер, хотя решение редко относится к какой-либо одной категории.

Интуитивное решение – это решение, принятое только на основе того, что руководитель имеет ощущение того, что оно правильно. При этом руководитель не рассматривает все возможные варианты, не учитывает все их преимущества и недостатки и не нуждается в понимании ситуации.

Решения, основанные на суждениях, часто кажутся интуитивными, так как их логика не очевидна. Такое решение – это выбор, обусловленный знаниями или накопленным опытом. Человек использует знание о том, что случалось в сходных ситуациях рань-

ше, для того чтобы спрогнозировать результат альтернативных решений в существующей ситуации. Такой метод принятия решений обладает как положительными, так и отрицательными сторонами. Положительным является то, что многие ситуации имеют тенденцию к повторению, а применение такого метода принятия решений позволяет сэкономить время и деньги, так как решение принимается руководителем очень быстро и без сбора дополнительной информации и ее анализа. Однако такие решения принимаются на базе здравого смысла, который в истинном его понимании встречается очень редко. Кроме того, информация, на основе которой принимается данное решение, может быть искажена потребностями людей и другими факторами. Также суждения не позволяют принимать правильные решения в уникальных или абсолютно новых ситуациях, так как лицо, принимающее решение, не обладает необходимым опытом для обоснования выбора. Так как суждение всегда опирается на опыт, оно смещает ориентацию принятия решения в направлении, знакомое руководителю по предыдущим ситуациям. Это может привести к тому, что руководитель упустит новые альтернативы.

Рациональное решение – это решение, обоснованное с помощью объективного аналитического процесса. Это структурированный процесс, состоящий обычно из 5 шагов, хотя количество шагов зависит от самой проблемы.

Кроме всего вышеперечисленного, на процесс принятия решений влияют такие факторы, как личностные оценки руководителя, среда принятия решений, информационные ограничения, поведенческие ограничения и т. д.

В данной работе будут рассмотрены факторы, связанные со средой принятия решений: определенность, риск и неопределенность.

Определенность

Решение принимается в условиях определенности, когда руководитель может с точностью определить результат каждого альтернативного решения, возможного в данной ситуации. Срав-

нительно мало организационных или персональных решений принимается в условиях определенности. Однако они все-таки имеют место. Кроме того, элементы сложных крупных решений можно рассматривать как определенные. Уровень определенности при принятии решений зависит от внешней среды. Он увеличивается при наличии твердой правовой базы, ограничивающей количество альтернатив и снижающей уровень риска.

Риск

К решениям, принимаемым в условиях риска, относятся такие решения, результаты которых не являются определенными, но вероятность каждого возможного результата можно определить. Вероятность определяется в промежутке от 0 до 1 и представляет собой степень возможности совершения данного события. Сумма вероятностей всех альтернатив должна быть равна единице.

Риск при принятии решений может быть различным. В экономике различают несколько типов риска: страховой, валютный, кредитный и т. д. В зависимости от типа риска вероятность его можно определить математическими и статистическими методами.

Наиболее желательный способ определения вероятности – объективность. Вероятность объективна, когда ее можно определить математическими методами или путем статистического анализа накопленного опыта. Вероятность может быть объективно определена, если поступит достаточно релевантной информации для того, чтобы прогноз оказался статистически достоверным.

Во многих случаях организация не располагает достаточной информацией для объективной оценки вероятности. В таком случае часто руководители используют суждения о возможности совершения альтернатив с той или иной субъективной или предполагаемой вероятностью.

Неопределенность

Решение принимается в условиях неопределенности, когда невозможно оценить вероятность потенциальных результатов.

Это имеет место, когда требующие учета факторы настолько новы и сложны, что невозможно получить достаточно релевантной информации, могущей помочь объективно определить вероятность, либо имеющаяся ситуация не подчиняется известным закономерностям. Поэтому вероятность определенного последствия невозможно предсказать с достаточной степенью достоверности. Неопределенность характерна для некоторых решений, принимаемых в быстро меняющихся условиях.

Сталкиваясь с неопределенностью, руководитель может использовать две основные возможности. Во-первых, попытаться получить дополнительную релевантную информацию и еще раз проанализировать проблему. Этим часто удается уменьшить новизну и сложность проблемы. При этом руководитель сочетает эту информацию с накопленным опытом, способностью к суждению или интуицией, чтобы придать ряду результатов субъективную или предполагаемую вероятность. Во-вторых, он может действовать в точном соответствии с прошлым опытом, суждениями и интуицией и сделать предположение о вероятности событий. Это необходимо, когда нет достаточно времени на сбор дополнительной информации.

Решения, принимаемые в условиях определенности, риска и неопределенности

Как уже говорилось выше, решений, принимаемых в условиях абсолютной определенности, в реальной жизни быть не может. Однако существуют ситуации, когда решение принимается в условиях почти полной определенности. Например, решение о вложении нераспределенной прибыли в ценные бумаги государства. В данном случае менеджер точно знает размер вкладываемой суммы, может выбрать сроки вложения, рассчитать доходность и может точно подсчитать планируемую прибыль от данного вложения и сроки ее получения. Государство может не выполнить свои обязательства только при возникновении чрезвычайных обстоятельств, вероятность возникновения которых очень мала. Однако в условиях, сложившихся на данный момент в нашей стране,

данный пример отражает меньший уровень определенности, чем в развитых странах.

В странах с развитой стабильной экономикой менеджер может также точно рассчитать затраты на производство определенного вида изделий на ближайшую перспективу. Это возможно, потому что постоянные издержки, стоимость материалов и рабочей силы известны или могут быть рассчитаны с высокой степенью точности.

Решения, принимаемые в условиях риска, занимают весомую часть всего множества решений, принимаемых менеджерами. Руководство должно учитывать уровень риска при принятии решений в качестве важнейшего фактора. Для принятия решений в условиях риска предприятие должно обладать достаточным объемом релевантной информации. Данная информация может быть получена различными способами. Существуют внешние источники – различные статистические данные министерств и ведомств, результаты социологических исследований, результаты переписи и т. д.

При отсутствии внешних источников информации предприятие может провести собственные исследования. Анализ рынка очень широко используется для прогнозирования восприятия новых продуктов, телевизионных шоу, политиков. Он стал очень важной сферой деятельности и неотъемлемой частью деятельности почти всех крупных организаций, имеющих дело с широкой публикой. Например, автомобильные гиганты «Форд», «Крайслер», прежде чем начать проектирование нового вида автомобиля, тщательно изучают спрос и потребности потребителей, рассчитывают вероятности различных объемов продаж в зависимости от конъюнктуры рынка и только затем приступают к проектированию нового автомобиля.

Хорошим примером принятия решений в условиях риска является принятие решений о страховании. Статистика страховых случаев во всех областях ведется очень полно. Поэтому руководитель может высчитать вероятность наступления или не наступления страхового случая и принять решение о страховании или не страховании определенного имущества компании, каких-либо финансовых операций и т. д.

Руководитель же страховой организации на основании этих же данных определяет сумму возможных страховых выплат и, соответственно, сумму, на которую необходимо заключить страховых полисов для покрытия возможных убытков и получения прибыли.

Например, руководитель автотранспортного предприятия не уверен, что аварии будут, а если и будут – на какую сумму. Но из статистики известно, что каждый десятый водитель попадает раз в год в аварию. Также известно, что средняя сумма ущерба от одной аварии – 2000 долларов. Имея парк из 100 машин, руководитель может принять решение, что в аварию попадут 10 машин и общий ущерб составит около 20000 долларов, и, следовательно, примет решение о страховании на такую сумму.

На практике решения, принимаемые в условиях полной неопределенности, практически не встречаются. Это происходит потому, что в любом случае можно либо собрать некоторую дополнительную релевантную информацию и еще раз проанализировать ситуацию, либо принять решение на основе суждений, интуиции, анализа накопленного опыта руководителя, что также уменьшает неопределенность. Наибольший потенциал неопределенности встречается в социокультурной, политической и наукоемкой среде.

Ярким примером принятия решений в условиях неопределенности может быть решение о разработке нового очень сложного оборудования. Причина в том, что на разработку требуется длительное время, а за это время конкурентами может быть создано более эффективное оборудование или могут быть совершены открытия, исключающие применение разрабатываемого оборудования.

ГЛАВА 6. МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Научный метод принятия решений

Для принятия оптимальных решений необходимо использовать научный метод. В науке управления научный метод подразумевает наличие определенной структуры процесса принятия решений и использование различных методов и моделей принятия решений.

Модели принятия решений

Моделирование широко используется для принятия решений. *Модель* – это представление объекта, системы или процесса в форме, отличной от оригинала, но сохраняющей основные его характеристики. Причинами, обуславливающими применение моделирования в экономике, являются: естественная сложность многих организационных ситуаций, невозможность проведения экспериментов в реальной жизни и ориентация руководства на будущее.

В науке управления используются следующие модели:

- теория игр;
- модели теории очередей;
- модели управления запасами;
- модели линейного программирования;
- транспортные задачи;
- имитационное моделирование;
- сетевой анализ;
- экономический анализ.

Теория игр. Данный метод служит для моделирования оценки воздействия принятого решения на конкурентов. Изначально теория игр была разработана военными с тем, чтобы в стратегии учесть возможные действия противника. В бизнесе игровые модели используются для прогнозирования реакции конкурентов на изменение цен, модификацию и освоение новой продукции, предло-

жения дополнительного обслуживания и т. д. Теория игр используется реже, чем другие модели, так как ситуации в реальном мире очень сложны и часто меняются. Тем не менее теория игр полезна для определения наиболее важных и требующих учета факторов в ситуации принятия решений в условиях конкурентной борьбы. Благодаря применению данной теории организация может прогнозировать действия конкурентов, что является преимуществом и увеличивает конкурентоспособность.

Модели теории очередей, или модели оптимального обслуживания, используются для определения оптимального числа каналов обслуживания по отношению к потребности в них. Применяются в различных ситуациях, где есть клиенты и пункты их обслуживания (резервирование билетов по телефону, обслуживание клиентов в банке, количество разгрузочных площадок на складах и т. д.). Используются для уравнивания расходов на дополнительные каналы обслуживания и потерь от обслуживания на уровне ниже оптимального. Например, если клиент в банке слишком долго ждет своей очереди на обслуживание, у него может возникнуть желание поменять банк. Следовательно, необходимо увеличить численность персонала, обслуживающего клиентов. Определить, на сколько человек необходимо увеличить численность, поможет модель теории очередей.

Модели управления запасами используются для определения времени размещения заказов на ресурсы и их количества, а также массы готовой продукции на складах. Цель данной модели – оптимизация запасов на предприятии. Чрезмерное их накопление хотя и помогает избежать потерь, обусловленных их нехваткой, во многих случаях сводит к минимуму издержки на размещение заказов, так как они размещаются в больших количествах, но также ведет к дополнительным издержкам на хранение, перегрузку, потери от порчи, уменьшение оборотных средств, что снижает мобильность предприятия в принятии решений при возникновении новой ситуации на рынке.

Модели линейного программирования применяют для определения оптимального способа распределения дефицитных ресурсов при наличии конкурирующих потребностей. Данный вид

модели наиболее распространен на промышленных предприятиях. Он заключается в том, что помогает максимизировать прибыль при наличии одного или нескольких ресурсов, каждый из которых используется для производства нескольких видов товара. Обычно при решении оптимизации данного типа моделей используется симплекс-метод.

Транспортные задачи – это задачи, с помощью которых оптимизируется доставка ресурсов при наличии нескольких пунктов отправки и нескольких пунктов получения, при различной стоимости доставки в различные пункты. Является частным видом задач линейного программирования.

Имитационное моделирование означает процесс создания модели и ее экспериментальное использование для определения изменений реальной ситуации. Имитация используется в ситуациях, слишком сложных для математических методов типа линейного программирования. Экспериментируя на модели системы, можно установить, как она будет реагировать на определенные изменения или события, в то время когда отсутствует возможность наблюдать эту систему в реальности.

Сетевой анализ. Из сетевого анализа в основном используется теория графов. Теория графов позволяет составлять оптимальные графики осуществления различных проектов. Это позволяет минимизировать как время осуществления проекта, так и затраты по нему.

Экономический анализ – один из самых распространенных методов моделирования, хотя он и не воспринимается как моделирование. Экономический анализ вбирает в себя почти все методы оценки издержек и экономических выгод, а также относительной рентабельности деятельности предприятия. Экономический анализ включает в себя анализ безубыточности, определение прибыли на инвестированный капитал, величину чистой прибыли на данный момент времени и т. д. Эти модели широко применяются в бухгалтерском и финансовом учете.

Методы принятия решений

При принятии решения вне зависимости от применяемых моделей существуют некоторые правила принятия решений. Правило принятия решения – это критерий, по которому выносится суждение об оптимальности данного конкретного исхода. Существует два типа правил. Один не использует численные значения вероятных исходов, второй использует данные значения.

К первому типу относятся следующие правила принятия решений:

1. *Максимаксное решение* – это решение по максимизации максимально возможных доходов. Данный метод очень оптимистичен, т. е. не учитывает возможные потери, и, следовательно, самый рискованный.

2. *Максиминное решение* – это решение, при котором максимируется минимально возможный доход. Данный метод в большей степени учитывает отрицательные моменты различных исходов и является более осторожным подходом к принятию решений.

3. *Минимаксное решение* – это решение, при котором минимизируются максимальные потери. Это наиболее осторожный подход к принятию решений и наиболее учитывающий все возможные риски. Под потерями здесь учитываются не только реальные потери, но и упущенные возможности.

4. *Критерий Гурвича*. Данный критерий является компромиссом между максиминным и максимаксным решениями и выступает одним из самых оптимальных.

Ко второму типу принятия решений относятся решения, при которых кроме самих возможных доходов и потерь учитываются вероятности возникновения каждого исхода. К данному типу принятия решений относятся, например, правило максимальной вероятности и правило оптимизации математического ожидания. При данных методах обычно составляется таблица доходов, в которой указываются все возможные варианты доходов и вероятности их наступления.

При использовании правила максимальной вероятности соответственно выбирается по одному из правил первого типа принятия решений один из исходов, имеющий максимальную вероятность.

При использовании правила оптимизации математических ожиданий высчитываются математические ожидания для доходов или потерь, и затем выбирается оптимальный вариант.

Так как значения вероятностей со временем изменяются, при применении правил второго типа обычно используется проверка правил на чувствительность к изменениям вероятностей исходов.

Кроме того, для определения отношения к риску используется понятие полезности. То есть для каждого возможного исхода кроме вероятности рассчитывается полезность данного исхода, которая также учитывается при принятии решений.

Для принятия оптимальных решений применяются следующие методы:

- платежная матрица;
- дерево решений;
- методы прогнозирования.

Платежная матрица – один из методов статистической теории решений, оказывающий помощь руководителю в выборе одного из нескольких вариантов. Особенно полезен в ситуации, когда руководитель должен установить, какая из стратегий в наибольшей мере будет способствовать достижению целей. В самом общем виде матрица означает, что платеж зависит от определенных событий, которые фактически совершаются. Если событие или состояние природы не случается на деле, платеж неизменно будет другим.

В целом платежная матрица полезна, когда:

1) имеется разумно ограниченное число альтернатив или вариантов стратегии для выбора между ними;

2) то, что может случиться, с полной определенностью не известно.

3) результаты принятого решения зависят от того, какая именно выбрана альтернатива и какие события в действительности имеют место.

Кроме того, руководитель должен иметь возможность объективно оценить вероятность релевантных событий и рассчитать ожидаемое значение такой вероятности.

Вероятность прямо влияет на определение ожидаемого значения – основного понятия платежной матрицы. *Ожидаемое значе-*

ние альтернативы (варианта) – это сумма возможных значений, умноженных на соответствующие вероятности.

Определив ожидаемое значение каждой альтернативы и расположив результаты в виде матрицы, руководитель без труда может выбрать наиболее оптимальный вариант.

Дерево решений – метод науки управления – схематичное представление проблемы принятия решений. Используется для выбора наилучшего направления действий из имеющихся вариантов.

Метод дерева решений может применяться как в ситуациях, в которых применяется платежная матрица, так и в более сложных ситуациях, в которых результаты одного решения влияют на последующие решения. То есть дерево решений – удобный метод для принятия последовательных решений.

Методы прогнозирования

Прогнозирование – метод, в котором используется как накопленный в прошлом опыт, так и текущие допущения насчет будущего с целью его определения. Результат качественного прогнозирования может служить основой планирования. Существуют различные разновидности прогнозов: экономические прогнозы, прогнозы развития технологии, прогнозы развития конкуренции, прогнозы на основе опросов и исследований, социальное прогнозирование.

Все типы прогнозов используют различные методы прогнозирования. **Методы прогнозирования** включают в себя:

- неформальные методы;
- количественные методы;
- качественные методы.

Неформальные методы включают в себя следующие виды информации:

- Вербальная информация – это наиболее часто используемая информация для анализа внешней среды. Сюда относят информацию из радио- и телепередач, от поставщиков, от потребителей, от конкурентов, на различных совещаниях и конференциях, от юристов, бухгалтеров и консультантов. Данная информация очень

легко доступна, затрагивает все основные факторы внешнего окружения, представляющие интерес для организации. Однако она очень изменчива и нередко неточна.

- Письменная информация – это информация из газет, журналов, информационных бюллетеней, годовых отчетов. Эта информация обладает теми же достоинствами и недостатками, что и вербальная информация.

- Промышленный шпионаж.

Количественные методы прогнозирования используются, когда есть основания считать, что деятельность в прошлом имела определенную тенденцию, которая может продолжиться и в будущем, и когда достаточно информации для выявления таких тенденций. К количественным методам относятся:

- Анализ временных рядов. Он основан на допущении, согласно которому случившееся в прошлом дает достаточно хорошее приближение к оценке будущего. Проводится с помощью таблицы или графика.

- Причинно-следственное (казуальное) моделирование. Наиболее математически сложный количественный метод прогнозирования. Используется в ситуациях с более чем одной переменной. Казуальное моделирование – прогнозирование путем исследования статистической зависимости между рассматриваемым фактором и другими переменными. Из казуальных прогностических моделей самыми сложными являются эконометрические модели, разработанные с целью прогнозирования динамики экономики.

Качественные методы прогнозирования подразумевают прогнозирование будущего экспертами. Существует 4 наиболее распространенных метода качественного прогнозирования:

1. Мнение жюри – соединение и усреднение мнений экспертов в релевантных сферах. Неформальная разновидность данного метода – мозговой штурм.

2. Совокупное мнение бытовиков. Мнение дилеров или предприятий сбыта очень ценно, так как они имеют дело непосредственно с конечными потребителями и знают их потребности.

3. Модель ожидания потребителя – прогноз, основанный на результатах опроса клиентов организации.

4. Метод экспертных оценок. Он представляет собой процедуру, позволяющую группе экспертов приходиться к согласию. Эксперты из различных областей заполняют опросник по данной проблеме. Затем им дают опросники, заполненные другими экспертами, и просят пересмотреть свое мнение либо аргументировать первоначальное. Процедура проходит 3–4 раза, пока в результате не будет выработано общее решение. Причем все опросники анонимны, как и анонимны сами эксперты, т. е. эксперты не знают, кто еще входит в группу.

Сущность экспертных оценок

Известно, что поиск новых идей часто облегчается неожиданным, случайным, попутным обнаружением чего-либо ценного для решаемой задачи во время поиска чего-нибудь совсем другого. Часто новые идеи приходят во время полного отключения человека от текущих задач – во время отдыха и даже во сне. Примеры – открытие периодической системы элементов (Д. И. Менделеев), открытие планетарной модели атома (Нильс Бор) и др.

Это свойство человеческой психики объясняется ее способностью к спонтанному переводу решаемых задач из сферы сознательного (рационального) мышления в сферу мышления интуитивного (подсознательного). Сама же двойственность мышления связана с существованием двух полушарий головного мозга человека.

Если рациональное мышление основано на поиске доказательств правильности предпринимаемых действий, предполагаемых шагов, то мышление интуитивное опирается главным образом на воображение, идеи, приходящие внезапно, как озарение, не поддающиеся непосредственному объяснению.

Методы экспертных оценок опираются на интуитивное мышление человека и играют роль искусственного средства его усиления. Их назначение – дополнить методы рационального мышления, помочь найти приемлемые решения в тех случаях, когда рациональные методы оказываются малоэффективными или просто бессильными.

Можно думать, что бездоказательный характер предполагаемых ими решений делает эти решения чисто субъективными,

далекими от объективности решений, основываемых на научных, рациональных методах. Однако это не так.

Не следует забывать, что всякое, на первый взгляд субъективное, мнение специалиста всегда несет в себе хотя бы крупницу объективной истины. И важно эту крупницу выявить и интегрировать с подобными компонентами мнений других экспертов. Все зависит от того, кто является экспертом.

Здесь, кроме проблемы «объективного – субъективного», возникает еще и проблема личного опыта человека, являющегося экспертом, широты его кругозора, его эрудированности, степени и характера обоснованности его мнений. Оценку обоснованности мнений экспертов можно получить путем включения в технологию экспертизы некоторых специальных вспомогательных тестов.

Вместе с тем известно, что часто лучшие решения в затруднительных ситуациях предлагают отнюдь не специалисты, а люди «со стороны», люди, впервые сталкивающиеся с предложенной задачей, но имеющие опыт в некоторой другой области деятельности. В этом случае возникает эффект так называемого свежего взгляда.

Так, у журналистов существует понятие незамыленного глаза, которым обладает человек опытный, но не причастный к решению конкретной текущей задачи. Такой человек специально выделяется из коллектива редакции при подготовке к выпуску очередного номера газеты. Он в тот день освобождается от всякого участия в подготовке номера. Но именно ему поручается последний просмотр сигнального экземпляра газеты перед запуском ее в тираж. Именно он и обнаруживает те недостатки и опечатки, которые пропустили все предыдущие проверяющие.

Фактически процедура экспертизы есть не что иное, как сбор статистической информации, основанной на профессиональном опыте и развитии интуиции специалиста.

При таком отношении к результатам экспертизы возникает еще одна проблема – проблема обработки этих данных. Грамотное применение методов математической статистики позволяет преодолеть и этот барьер (корреляционный, регрессионный анализ, методы ранговой корреляции, наименьших квадратов и др.).

Анализ результатов экспертиз однозначно показал, что прогнозы отдельных экспертов или малых экспертных групп оказываются значительно точнее, чем прогнозы, составляемые по результатам опросов.

Объекты экспертного оценивания

Характер объектов исследования, которые могут изучаться методами экспертных оценок, определяется возможной областью их применения.

Область эта весьма широка уже потому, что велико разнообразие этих методов, назначение которых заключается в том, чтобы обеспечивать некоторое, пусть относительное, упорядочение интуитивного мышления.

По существу такими объектами могут служить объекты различной природы, общей характерной чертой которых является их неизмеримость, т. е. объекты, не поддающиеся прямому измерению, для которых главными являются не количественные, а качественные аспекты.

Принципиальной особенностью методов экспертного оценивания является их способность трансформировать получаемые с их помощью качественные оценки в форму чисел, заменяя порядковые отношения объектов количественными, переводя мнения экспертов в рациональные числа.

Это могут быть объекты материального вещественного характера, процессы и процедуры, нематериальные объекты типа информационных массивов данных, разного рода документов, таблиц, текстов, признаков объектов – характеристик, параметров и показателей. В их число могут входить классы различных объектов, их состояния и ситуации, в которых они находятся. Объектами экспертного исследования могут быть методы выполнения работ, варианты решений, получаемые результаты решения различных проблем, степень их качества или эффективности и т. д.

Основные принципы экспертного оценивания

Методы экспертного оценивания оказываются достаточно эффективными при условии, что их применение будет сопровождаться учетом ряда принципов, чаще всего некоторых простых правил, таких как:

- организация структурированных взаимодействий между членами экспертных групп;
- создание во время заседаний экспертных групп атмосферы, способствующей свободному обсуждению рассматриваемого предмета;
- концентрация внимания на одной четко сформулированной проблеме;
- безусловная поддержка идей любого рода, даже если их уместность или практическая ценность кажутся на первый взгляд сомнительными;
- недопустимость критики выдвигаемых идей;
- исключение попыток априорного оценивания значения или смысла любой идеи.

Недостатки, свойственные отдельным экспертам, способны влиять на результаты экспертных оценок:

- предубежденность, основанная на консервативности мышления;
- идиосинкразия – индивидуальная повышенная чувствительность к определенным воздействиям, веществам (например, болезненная реакция на критику);
- недостаточная подготовленность (невежество, некомпетентность) в каких-либо вопросах.

Основные классы методов экспертного оценивания

Методы экспертного оценивания входят как один из классов в число методов прогнозирования. Под *методами прогнозирования* понимаются способы теоретического и практического действия, направленного на разработку прогнозов (прогноз – предвидение ожидаемого будущего).

Разнообразие методов прогнозирования весьма велико. Но все они могут быть разделены на следующие группы:

Фактографические, которые базируются на фактически имеющемся информационном материале об объекте прогнозирования и его прошлом развитии и которые далее можно подразделить по признаку средств, используемых для обработки собранной информации, а именно:

– *статистические методы*, направленные на выявление математических закономерностей и взаимосвязей и получение прогнозных моделей;

– *методы аналогий*, выявляющие сходство в закономерностях развития различных процессов;

– *опережающие методы*, реализующие свойство научно-технической информации опережать практическое развитие научно-технического прогресса.

Экспертные, основанные на информации, генерируемой специалистами-экспертами в процессе проведения систематизированных процедур выявления и обобщения высказываемых ими мнений. Подразделяются на два подкласса:

– методы *прямых экспертных оценок*, основанные на получении и обработке независимого обобщения мнения коллектива экспертов (т. е. мнения, полученного в условиях отсутствия воздействий на эксперта со стороны других экспертов или со стороны их коллектива в целом);

– методы *экспертных оценок с обратной связью*, учитывающие влияние на оценку, получаемую от группы или одного эксперта, мнений, полученных от той же группы или того же эксперта ранее – на предшествующем этапе экспертизы.

Комбинированные, использующие смешанную информационную основу, включающую как фактографическую, так и экспертную информацию. Примером может служить экспертное обсуждение и интерпретация цифровой информации, собранной во время модельных экспериментов.

Из приведенной классификации видно, что истоки методов экспертных оценок восходят к методологии решения прогнозных задач, и их изначальное назначение – составить альтернативу ра-

циональным методам поиска вариантов решений, использовать все возможности человека в области генерирования множеств вариантов решений. Однако жизнь показала, что эти методы не только представляют интерес в области прогнозирования, но и могут быть использованы наряду с другими методами, применяемыми для исследования сложных объектов (систем).

В рамках настоящего учебного пособия эти методы будут нас интересовать не как методы прогнозирования, но как методы анализа и исследования систем, в том числе систем управления.

Организация экспертизы исследования

Методы экспертных оценок применяются в следующих случаях:

- в условиях отсутствия представительной и достоверной статистики характеристик исследуемого объекта;
- в условиях большой неопределенности среды, в которой функционирует исследуемый объект;
- в условиях дефицита времени, в том числе в экстремальных ситуациях;
- в случаях, когда отсутствует надежная теоретическая основа развития объекта.

Главная цель организации экспертизы – достижение необходимого уровня синергии (взаимодействия) в рамках группы экспертов.

Организация экспертизы складывается из следующих этапов:

- 1) формирование рабочей группы;
- 2) формирование экспертной группы;
- 3) получение экспертных оценок;
- 4) обработка экспертных данных;
- 5) оформление результатов экспертизы и представление отчета заказчику.

Рабочая группы экспертизы создается для:

- организации и проведения процедуры экспертизы в целом;
- организации и проведения экспертных совещаний;
- создания условий, необходимых для эффективной работы экспертов;

- сбора и обработки экспертных данных;
- оформления и представления результатов экспертизы.

В состав рабочей группы входят: организатор, специалист-системотехник и технические работники.

Организатор осуществляет методическое руководство всеми работами. Он должен быть специалистом, хорошо знающим суть решаемой задачи, а также хорошо владеть методологией применения методов экспертных оценок. В его функции входит формирование рабочей группы, участие в формировании экспертных групп, разработка программы работ, участие в опросе экспертов, консультирование их по процедурным вопросам экспертизы, анализ результатов каждой экспертной сессии и внесение необходимых корректировок в дальнейшую работу, формирование выводов и рекомендаций по результатам экспертизы.

Специалист-системотехник выбирается из числа высококвалифицированных специалистов организации, на базе и в интересах которой проводится экспертиза. Его задачи заключаются в анализе информации, получаемой от экспертов, корректировке программы работы экспертной группы по результатам прошедшей экспертной сессии.

Технические работники проводят опрос экспертов и выполняют предварительную обработку полученных экспертных данных, разъясняют экспертам методические положения экспертизы и вопросы предлагаемых опросных таблиц и анкет. Собирают заполненные экспертные документы. При необходимости уточняют с экспертом отдельные представленные им результаты. При работе с экспертом не должны высказывать свои суждения по поводу ответов эксперта, чтобы не навязывать ему собственного мнения.

Важнейшим элементом экспертизы является *формирование экспертной группы* (группы экспертов, мнение которых станет основой принятия будущих решений). При этом перед включением каждой кандидатуры в состав экспертной группы должно учитываться наличие у претендента таких качеств, как соответствие ряду общих требований, способность давать надежные экспертные оценки (условие необходимости и достаточности), устойчивость высказываемых мнений.

В число общих требований входят:

– информированность (профессиональная – по поводу объекта экспертной оценки, а также квалиметрическая, касающаяся знания методологии оценивания);

– заинтересованность (в результатах экспертизы и в возможности их практического использования, а также повышения личной информированности);

– деловитость (подразумевает, что эксперт обладает такими свойствами, как собранность, нонконформизм, контактность, мотивированность суждений).

Заинтересованность эксперта в результатах экспертизы определяется рядом факторов: степенью загруженности основной работой, возможностью использования получаемых результатов, целями экспертизы, характером получаемых в итоге выводов.

Информированность, заинтересованность и деловитость определяются на основе анкетных данных экспертов, включая сведения о стаже работы, служебном положении, профессии, образовании.

Кроме того, отбор участников экспертной группы из числа специалистов ведется с учетом условия необходимости и достаточности отнесения специалиста к категории экспертов.

Для этого нужно установить степень надежности его оценок по сравнению со степенью надежности оценок среднего специалиста, а также определить корреляцию между вероятностью его оценки и надежностью тех гипотез, которыми оперирует эксперт.

С точки зрения надежности оценок эксперт должен удовлетворять следующим требованиям (условиям необходимости и достаточности):

– его оценки должны быть стабильными во времени и транзитивными (если $A = B$, а $B = C$, то $A = C$);

– введение дополнительной информации должно лишь улучшать, но не изменять принципиальную оценку, даваемую экспертом;

– эксперт должен быть признанным специалистом в данной области знания;

– эксперт должен обладать некоторым опытом успешного участия в экспертировании вопросов, относящихся к данной области знания.

Устойчивость мнений эксперта определяется характером допускаемых им ошибок. В работе экспертов встречаются ошибки двух видов:

– *систематические* (когда эксперт выдает значения оцениваемых параметров, устойчиво отличающиеся от истинного в сторону увеличения или уменьшения);

– *случайные* (когда значения, выдаваемые экспертом, характеризуются большой дисперсией).

Считается, что ошибки первого рода связаны с индивидуальными особенностями склада ума эксперта и их нетрудно корректировать путем введения поправочных коэффициентов. Тогда как ошибки второго рода свидетельствуют о неустойчивости мнений эксперта.

Отсюда возникает еще один критерий отбора экспертов: эксперт, оценки которого имеют малую дисперсию и устойчивое систематическое отклонение средней ошибки от нуля, должен считаться более квалифицированным, чем эксперт, чья средняя ошибка равна нулю, но дисперсия значений имеет большой размах.

Число экспертов, привлекаемых к экспертизе, определяется:

– требуемой точностью средних значений оценок;

– трудоемкость оценочных процедур;

– запасом времени, которое может выделить эксперт для участия в экспертных процедурах.

В разных ситуациях число экспертов может составлять от 3 до 5 человек, в некоторых случаях может достигать до 10–12, при необходимости повысить точность оценок – до 15–20 человек.

Один и тот же эксперт может привлекаться к оценке разных объектов.

Деятельность рабочей и экспертной групп оформляется приказом или распоряжением соответствующего уровня, в котором указываются цели проводимой работы, состав рабочей и экспертной группы, руководитель работ, сроки начала и окончания работ, орган, которому должны быть представлены результаты экспертизы.

В большинстве методов экспертных оценок сбор экспертных данных осуществляется путем подготовки и распространения сре-

ди экспертов специальных анкет (опросных листов, таблиц, списков, матриц и т. п.).

Результаты опроса экспертов обобщаются путем сбора и регистрации заполненных анкет. Анкеты могут заполняться экспертом самостоятельно либо в процессе беседы с техническим работником рабочей группы. Возможно также заполнение анкет в ходе экспертных совещаний, где собираются с целью непосредственного общения все участвующие в данной экспертизе эксперты.

Перед началом работы экспертной группы ее участникам необходимо разъяснить, что их задача – дать квалифицированную оценку исследуемого объекта, что это работа, требующая концентрации всего их производственного и научного опыта, которая не допускает поверхностного подхода и требует отвлечения эксперта от стоящих перед ним его собственных текущих проблем. Это работа, выполнение которой требует широких суждений, исходящих не из известного положения, а из максимального учета обозреваемой перспективы решаемой проблемы.

Технически работа эксперта, как правило, бывает связана с заполнением анкет или других форм и заключается в выполнении двух операций:

- 1) определение содержательной (смысловой) части ответа;
- 2) определение ранга каждого из предъявленного множества объектов экспертизы.

Операции чаще всего выполняются раздельно, в виде двух туров анкетирования. Оценки, как правило, выставляются в балльной форме. Число включаемых в шкалу баллов устанавливается заранее – на этапе разработки методики конкретной экспертизы и может быть различным – от двоичной оценки (0–1) до 5 или 10 и более баллов. Не рекомендуется принимать излишне развитые шкалы баллов. Точность оценки при этом не повышается, но экспертам становится труднее обосновывать принятие того или иного уровня оценки.

Во втором туре от экспертов обычно требуется расположить объекты в порядке снижения предпочтений с присвоением каждому из них ранга или рейтинга. Объекту, важность которого оценивается как наивысшая, присваивается высший – первый ранг, второму по значимости – ранг 2 и т. д.

Ранг отличается от порядкового номера объекта тем, что он не просто показывает положение объекта в данном множестве, но говорит о том, сколько объектов предшествует данному объекту. Таким образом, ранг становится по существу не порядковым, а количественным числом, причем значение этого числа будет равно разности между порядковыми номерами сравниваемых объектов.

Формулировка поставленной задачи в терминах кластерного анализа

Пусть J – множество классифицируемых объектов: $J_1 \dots J_i \dots J_j \dots J_n$ (в данном случае видов ресурсов).

Здесь $i - (1 : n) = 8$; P – число (множество) принимаемых во внимание признаков (свойств) объектов: $P_1 \dots P_k, P_1 \dots P_p$, где $k = (1 : p)$;

C – множество показателей C_{ij} , количественно характеризующих степень сходства объекта J_i с объектом J_j и далее с другими объектами J_{j+1}, J_{j+2} и т. д., принадлежащими множеству J .

Поскольку выделенные признаки (см. табл. 10) не поддаются прямому количественному измерению, в качестве значений показателей, образующих множество C , примем не сами значения признаков, а факты их совместимости (или несовместимости) в пределах одной пары сравниваемых по каждому из этих признаков объектов. В результате каждый показатель из множества C будет представлять собой факт одновременного соответствия любых двух объектов из множества J одному из признаков, принадлежащих множеству P . Значением C_{ij} каждого показателя C_k будет служить число признаков комбинационной таблицы, по которым два одновременно сопоставляемых объекта J_i и J_j оказываются сходными.

Поэтому по мере расширения множества признаков P будет возрастать не число значений показателя C_k , где $k = 1 : p$, а лишь абсолютная величина каждого его значения C_{ij} .

В каждом показателе C_k в виде одного числа будет отражен факт взаимодействия указанных объектов J_i и J_j по всему спектру признаков $P_1 \dots P_k \dots P_p$.

В результате каждый объект J_i будет характеризоваться набором показателей $C_i = \{c_{i1}, c_{i2} \dots c_{ij} \dots c_{in}\}$, образующим вектор

измерений этого объекта X_j , число компонент которого будет на 1 меньше числа объектов J_j , поскольку связи объектов самих с собой не рассматриваются.

Именно это обстоятельство позволяет сколь угодно наращивать число характерных признаков объектов классификации, поскольку их количество несколько не влияет на сложность вычислительных процедур.

Результаты подсчета числа попарных совпадений объектов (видов ресурсов) представляются в виде матрицы (матрицу связи объектов классификации J_i и J_j в см. табл. 11).

Таблица 10

Комбинационная таблица

Характеристики объектов классификации				Объекты классификации (J)							
№ n/n	Аспекты (A_i)	№ n/n	Признаки P_k	$-J_1$	J_2	$-J_3$	J_4	$-J_5$	J_6	$-J_7$	J_8
1	Отражаемая сторона процесса A_1	1	Статика								X
		2	Динамика	X	X	X	X	X	X	X	
2	Отражаемая часть A_2	3	Действующая часть	X	X	X	X	X		X	
		4	Обеспечивающая часть						X		X
3	Единица времени обновления A_3	5	Производственный цикл	X	X	X	X	X	X	X	
		6	Планируемый период								
4	Связь с временем системы A_4	7	Прошлое								X
		8	Настоящее	X	X	X	X	X	X		
		9	Будущее							X	
5	Форма труда A_5	10	Прошлый	X	X	X		X			X
		11	Живой				X				
		12	Вновь созданная ценность						X	X	
6	Роль в системе A_6	13	Вход	X					X		
		14	Воздействие		X	X	X	X			
		15	Выход								X
		16	Условия								

Характеристики объектов классификации				Объекты классификации (J)							
№ n/n	Аспекты (A_j)	№ n/n	Признаки P_k	$-J_1$	J_2	$-J_3$	J_4	$-J_5$	J_6	$-J_7$	J_8
7	Физический смысл A_7	17	Материальные элементы	X	X					X	
		18	Энергия			X					
		19	Рабочее время				X	X			X
		20	Капитал						X		

Таблица 11

Матрица связи объектов классификации J_i и J_j

№ объ- екта	1	2	3	4	5	6	7	8	Σ
1		C_{12}	C_{13}	C_{14}	C_{15}	C_{16}	C_{17}	C_{18}	X_1
2	C_{21}		C_{23}	C_{24}	C_{25}	C_{26}	C_{27}	C_{28}	X_2
3	C_{31}	C_{32}		C_{34}	C_{35}	C_{36}	C_{37}	C_{38}	X_3
4	C_{41}	C_{42}	C_{43}		C_{45}	C_{46}	C_{47}	C_{48}	X_4
5	C_{51}	C_{52}	C_{53}	C_{54}		C_{56}	C_{57}	C_{58}	X_5
6	C_{61}	C_{62}	C_{63}	C_{64}	C_{65}		C_{67}	C_{68}	X_6
7	C_{71}	C_{72}	C_{73}	C_{74}	C_{75}	C_{76}		C_{77}	X_7
8	C_{81}	C_{82}	C_{83}	C_{84}	C_{85}	C_{86}	C_{87}		X_8

Элементы матрицы – значения показателей $C_{ijkl} \cdot C_{kl}$, количественно характеризующих степень сходства объекта J_i с объектом J_j . Значением C_{ijkl} показателя C_{kl} служит число признаков комбинационной таблицы P_k , разнесенных по A_j аспектам, по которым каждые два одновременно сопоставляемых объекта классификации J_i и J_j оказываются сходными.

Каждая строка матрицы образует вектор измерений связей X_i соответствующего объекта классификации J_i , где $i = 1 - (n - 1)$.

На основе значений сумм E элементов векторов X_i производится предварительный выбор числа и состава возможных (гипотетических) кластеров. В один кластер включаются объекты, имеющие совпадающие или близкие значения сумм.

По данным табл. 11 составляется исходная матрица данных, содержащая полный набор векторов измерений для данного состава объектов классификации (табл. 12).

Таблица 12

Исходная матрица данных

C_k	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	X_i
1	6	5	4	5	4	4	1	29
2	6	6	5	6	3	4	1	31
3	5	6	5	6	3	3	1	29
4	4	5	5	6	3	3	1	27
5	5	6	6	6	3	3	2	31
6	4	3	3	3	3	3	1	20
7	4	4	3	3	3	3	0	20
8	1	1	1	1	2	1	0	7

Исходная матрица образуется путем исключения из матрицы связей (табл. 11) пустых диагональных элементов и сдвига верхней половины матрицы на один шаг относительно диагонали. В результате получается прямоугольная матрица полного заполнения, число столбцов которой становится равным $(n - 1)$ – числу аспектов, по которым разнесено множество делящих признаков P_k .

Столбец матрицы C_p образуется набором значений показателя степени сходства C_{ijk} , соответствующего числу классифицируемых объектов, каждый из которых неизбежно связан с каждым из аспектов, но связан посредством только лишь одного из числа включенных в него показателей. Номером каждого столбца становится значение индекса 1, соответствующего номеру объекта классификации, инициирующего отношение следования для данной пары объектов.

Строки матрицы представляются векторами измерений X_i всех объектов классификации J_p , где $i = 1 - (n - 1)$.

Совокупность векторов всех объектов образует $X = \{X_1 \dots X_n\}$ – **множество векторов измерений** (векторное пространство), элементы которого, преобразованные с помощью функции расстоя-

яний (метрики), образуют диагональную матрицу (матрицу расстояний D , табл. 13). Значения элементов матрицы D определяются на основе метрики, выбираемой для каждого конкретного случая.

Таблица 13

Матрица расстояний D

<i>№ объекта</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>№ К</i>
1		4	6	6	8	9	9	22	64	
2	4		2	4	4	11	11	24	60	
3	6	2		2	2	9	9	22	52	
4	6	4	2		4	7	7	20	50	
5	8	4	2	4		11	11	24	64	
6	9	11	9	7	11		2	13	62	
7	9	11	9	7	11	2		13	62	
8	22	24	22	20	24	13	13		138	

Матрица расстояний D повторяет вид матрицы связи объектов классификации (см. табл. 11) с тем различием, что строится в виде треугольной матрицы, содержащей данные, расположенные выше ее диагонали.

Содержанием строк матрицы становятся значения соответствующих расстояний, вычисленные с помощью принятой метрики.

ГЛАВА 7. МОДЕЛИРОВАНИЕ РИСКОВЫХ СИТУАЦИЙ С ПОМОЩЬЮ ЗАДАЧ

Поиск оптимальных решений с помощью линейных задач

Одной из главных задач макроэкономической науки является разработка различных методов наилучшего распределения ограниченных трудовых, материальных, финансовых, временных и других ресурсов для оптимального управления предприятиями. Наиболее подходящим инструментом решения проблем оптимизации является линейное программирование – один из разделов математического программирования.

Линейное программирование – это метод поиска неотрицательных значений переменных, максимизирующих или минимизирующих значение линейной целевой функции при наличии ограничений, заданных в виде линейных неравенств.

Метод нахождения решения основной задачи линейного программирования, получивший название «симплексный метод» или «метод решения с помощью мультипликатора», независимо друг от друга открыли в 1940 г. советский ученый Л. В. Канторович и американский математик Дж. Данциг.

Разновидностью общей задачи линейного программирования является так называемая транспортная задача, применяемая как для оптимизации перевозки грузов, так и в ряде других приложений.

Постановка линейной транспортной задачи

Формальным признаком транспортной задачи является то, что каждая переменная входит лишь в два ограничения, причем с коэффициентами, равными единице. Если при этом критерий оптимальности (сумма расходов, общий пробег) прямо пропорционален значениям переменных (транспортных потоков), возникает линейная транспортная задача. В других случаях рассматривается нелинейная транспортная задача, решаемая другими методами.

Транспортные задачи известны в двух постановках: матричной и сетевой.

Различают следующие разновидности транспортных задач (рис. 12).



Рис. 12. Разновидности транспортных задач

Система ограничений закрытой задачи предусматривает поставку каждому потребителю количества продукции, равного потребности в ней (7), и вывоз продукции от каждого поставщика в количестве, равном ее ресурсу (8).

$$\Sigma X_{ij} = B_j \quad (j = 1, 2, \dots, n); \quad (7)$$

$$\Sigma X_{ij} = A_i \quad (i = 1, 2, \dots, m). \quad (8)$$

В открытой задаче с превышением ресурсов возможен вывоз меньше наличия:

$$\Sigma X_{ij} < A_i \quad (i = 1, 2, \dots, m), \quad (9)$$

где m – отправители; n – получатели.

Каждая конкретная переменная входит в два условия: типа (7) для данного потребителя и типа (8) для данного поставщика.

Критерием оптимальности решения является минимум общих расходов по перевозке или с пробега в тонно-километрах (вагоно-километрах) по всем планируемым корреспонденциям. Если стоимость перевозки (расстояние) от i до j обозначить как C_{ij} , то целевая функция определится следующим образом:

$$F = \sum C_{ij} X_{ij} \rightarrow \min. \quad (10)$$

Транспортная задача в этой постановке решается на матрице, в строках которой показываются поставщики, в столбцах – получатели, а в клетках (пересечениях) – корреспонденции между ними.

Матричная задача

Пусть имеется ряд пунктов потребления и предприятий-поставщиков некоторой продукции.

Дано:

A_i – ресурс i -го поставщика (запас продукции или план отгрузки из текущего производства).

B_j – потребности в той же продукции в пунктах j .

C_{ij} – расстояние или стоимости перевозки из i в j .

Требуется найти такие размеры поставок от каждого поставщика каждому потребителю X_{ij} (переменные задачи), при которых общая сумма расходов или общий пробег будут минимальными.

Сетевая задача

Оптимальное планирование перевозок может быть произведено непосредственно на схеме сети путей сообщения (рис. 13). Схема состоит из звеньев (или дуг) и узлов (или вершин). Вершинами являются пункты (центры агрегации) погрузки и выгрузки, а также все реальные узловые пункты сети.

Вершины без погрузки и выгрузки данного груза являются транзитными.

Каждый участок (звено) сети между двумя соседними вершинами обычно рассматривают как две дуги противоположного направления с движением в одну сторону по каждой дуге.

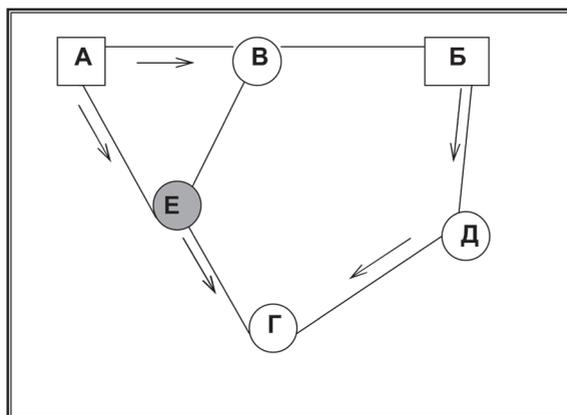


Рис. 13. Схема транспортной сети

- +10 Б — пункты и размеры отправления;
- 8 Д — пункты и размеры прибытия;
- — дуги или звенья;
- > — поток груза.

Каждая дуга характеризуется показателем расстояния (или стоимости) перевозки единицы груза, или длиной дуги. При решении задач по критерию стоимости длины прямой и обратной дуг обычно различны (так как издержки перевозки по участку туда и обратно не совпадают).

Переменными сетевой транспортной задачи являются потоки груза по каждой дуге. Поток может включать много отправок, например, поток по дуге Б-Д включает поставки из Б в Д 8 единиц груза, а из Б в Г — 7 единиц.

До решения, как правило, неизвестно, в какую сторону будет перевозиться груз по участку в оптимальном варианте, поэтому

в число переменных включаются потоки в обоих направлениях, а общее число переменных принимается равным удвоенному числу участков сети. При значительном числе поставщиков и получателей число переменных при сетевой постановке значительно меньше, чем при матричной, что облегчает решение задачи. Например, при наличии на сети 600 участков, 50 пунктов отправления и 200 пунктов назначения, число переменных при сетевой постановке составит 1200 ($600 \cdot 2$), а при матричной постановке оно будет гораздо больше ($200 \cdot 50 = 10\,000$ переменных).

Обязательным условием сетевой задачи является требование балансировки прибытия и отправления груза в каждой вершине сети:

$$\sum X_{ks} - \sum X_{kr} = R_k, \quad (11)$$

где K – произвольная вершина;

R_k – погрузка (+) или выгрузка (–) ($R_k = 0$ для транзита);

X_{ks} – потоки от K по всем соседним вершинам S ;

X_{kr} – потоки к K от соединительных вершин r .

Целевая функция закрытой сетевой задачи имеет вид:

$$F = \sum C_{rs} X_{rs} \rightarrow \min. \quad (12)$$

Суммирование выполняется по всем дугам сети.

Итак, сетевая транспортная модель включает в себя:

а) расчетную транспортную сеть;

б) переменные X_{rs} для каждой дуги;

в) уравнение (11) для каждой вершины;

г) целевую функцию (12) с коэффициентами C_{rs} , равными расстояниям или показателям стоимости перевозок по дугам сети.

Описанная модель сетевой задачи не учитывает пропускной способности участков сети – для этого вводится дополнительное ограничение:

$$X_{rs} < d_{rs}. \quad (13)$$

где d_{rs} – пропускная способность участка сети $r-s$ в направлении от r к s .

С учетом (13) получаем *сетевую транспортную задачу с ограничением пропускной способности* в простейшем виде (для перевозки одного груза).

Сетевая и матричная модели в большинстве случаев взаимозаменяемы. Но есть и особые ситуации. Так, например, при большом числе потребителей и поставщиков преимущество имеет сетевая постановка задачи; эта же форма применяется при оптимизации перевозок с учетом ограничений пропускной способности участков транспортной сети. Оптимизацию планирования перевозок взаимозаменяемых грузов удобнее производить в матричной форме.

Выбор критерия оптимальности зависит от характера проблемы, наличной информации и требуемой точности нахождения оптимума.

Примерами локального критерия оптимальности транспортной задачи могут служить:

а) критерий минимума суммарного пробега (пригоден только для решения закрытых транспортных задач в пределах одного вида транспорта);

б) при оптимизации перевозок в пределах года обычным стоимостным критерием является *сумма зависящих приведенных расходов*:

$$C = \mathcal{E}_{зав.} + \mathcal{E}_{пер.} + E_n (K_{nc} + C_{зр}), \quad (14)$$

где $\mathcal{E}_{зав.}$ – зависящие от движения эксплуатационные расходы;

K_{nc} – капитальные вложения в подвижной состав;

$C_{зр}$ – стоимость грузов, находящихся в процессе перевозки;

$\mathcal{E}_{пер.}$ – издержки по перевалкам;

в) при составлении оптимальных схем перевозок на перспективу возможно усиление пропускной способности линий в зависимости от размещения на них оптимальных грузопотоков, поэтому в критерии оптимальности учитываются:

$K_{\text{пост.}}$ – затраты на необходимое развитие пропускной способности по постоянным устройствам;

$\mathcal{E}_{\text{нез.}}$ – независящие эксплуатационные расходы:

$$C = \mathcal{E}_{\text{зав.}} + \mathcal{E}_{\text{нез.}} + E_n + (K_{\text{пс}} + K_{\text{пост.}} + C_{\text{зр}}). \quad (15)$$

г) в некоторых случаях при решении открытых транспортных задач допускается использование в качестве критерия суммы издержек производства и тарифных плат за перевозки;

д) в отдельных задачах по оптимизации срочных перевозок в качестве критерия выступает время (тонно-часы, вагоно-часы) пребывания груза в процессе перевозки или общее время завершения определенной перевозочной операции.

Решение матричных задач методом условно-оптимальных планов

Из многих методов решения матричных задач наиболее распространены являются:

- метод потенциалов (П. А. Канторович и М. В. Говорин);
- метод условно-оптимальных планов (А. Л. Лурье).

Метод условно-оптимальных планов относится к методам сокращения невязок:

– в начальном варианте допускается нарушение основных ограничений транспортной задачи;

$$-\sum X_{ij} = B_j \quad (j = 1, 2, \dots, n);$$

$$-\sum X_{ij} = A_i \quad (i = 1, 2, \dots, m);$$

– допущенные невязки и разбалансировки устраняются путем внесения ряда поправок.

Основные этапы метода условно-оптимальных планов можно рассмотреть на примере некоторой транспортной задачи, требующей увязать ресурсы трех поставщиков с потребностями четырех потребителей. В правых верхних углах клеток матрицы показывают стоимости перевозки C_{ij} единицы груза от поставщика A_i и потребителя B_j . Оптимальное решение будет получено за четыре этапа решения, которые называются приближениями задачи.

Каждый этап решения состоит из девяти шагов (пунктов).

Порядок вычислений:

1. Построение начального варианта.
2. Определение сумм поставок в невязках.
3. Проверка наличия отрицательных разбалансов.
4. Классификация строк.
5. Преобразование матрицы стоимостей.
6. Нахождение связей строк, возникших в результате преобразования стоимостей в пункте 5.
7. Нахождение после последовательности (цепи) связей между абсолютно недостаточной и любой избыточной строками.
8. Определение величины переноса поставок ΔX , выполняемого одновременно по всем связям найденной цепи.
9. Перенос поставок.

Решение матричной транспортной задачи с применением компьютеров позволяет использовать иной вариант метода условно-оптимальных планов – алгоритм дифференциальных рент, при котором переносы поставок по связям не делаются, а вместо этого на каждом цикле расчета все поставки распределяются заново по допустимым клеткам (с наименьшими по столбцу стоимостями, учитывая ранее выполненные изменения стоимости).

Решение сетевых задач методом потенциалов

Для решения сетевых транспортных задач широко применяется *метод потенциалов*, который основан на *свойстве потенциальности* оптимального плана.

Пусть имеется некоторая схема потоков однородного ресурса (груза, порожних вагонов) по транспортной сети с ограниченной пропускной способностью звеньев. Пропускную способность звена r в направлении к s обозначим d_{rs} . Все звенья в зависимости от наличия потока X_{rs} данного груза делятся на три категории:

- базисные с потоками: $0 < X_{rs} < d_{rs}$;
- пустые без потока данного груза: $X_{rs} = 0$;
- насыщенные: $X_{rs} = d_{rs}$.

Рассматривается однопродуктовая задача.

В многопродуктовой задаче насыщенными являются звенья с суммой потоков всех грузов, равной пропускной способности.

Если схема потоков оптимальна, всем вершинам сети могут быть присвоены потенциалы U , удовлетворяющие следующим условиям:

$$- \text{ для базисных звеньев: } U_s - U_r = C_{rs}, \quad (16)$$

где C_{rs} – затраты или издержки (в зависимости от используемого критерия) перевозки единицы груза от r до s ;

$$- \text{ для пустых звеньев: } U_s - U_r \leq C_{rs}; \quad (17)$$

$$- \text{ для насыщенных звеньев: } U_s - U_r \geq C_{rs}. \quad (18)$$

Равенство во всех случаях допустимо и не противоречит оптимальности схемы. Нарушение условий (17) и (18), т. е. $U_s - U_r \leq C_{rs}$ – для пустого звена и $U_s - U_r \geq C_{rs}$ – для насыщенного, говорит о неоптимальности плана и указывает путь к его улучшению.

При решении сетевой задачи вначале разрабатывается исходная схема потоков. Затем ведется циклический расчет по улучшению плана. Каждый цикл включает в себя присвоение потенциалов вершинам, проверки условий (17) и (18) и замещение схемы потоков.

План вычислений:

1. Построение начального плана.

Начальная схема потоков должна удовлетворять следующим требованиям:

- а) соблюдение условия баланса для всех вершин сети;
- б) непревышение пропускной способности звеньев на всех дугах сети;
- в) отсутствие замкнутых контуров, образованных базисными звеньями с потоками $0 < X$.

Желательно построить начальную схему без явных нерациональных (встречностей окружностей), что позволит сократить число вводимых впоследствии поправок.

2. Присвоение потенциалов всем вершинам сети.

Какой-либо вершине, к которой примыкает хотя бы одно базисное звено, присваивается произвольный потенциал (число одного порядка с наибольшей дальностью перевозок).

Затем присваиваем потенциалы остальным вершинам сети, следуя по всем базисным законам.

В процессе присвоения потенциалов может обнаружиться граф базисных звеньев, который распадается на не связанные между собой системы. На рис. 14 показаны две такие системы: В-А-Г и Д-Б-Е.

В этом случае имеющихся базисных звеньев недостаточно для присвоения потенциалов всем вершинам. Тогда вводятся нулевые потоки, связывающие между собой отдельные системы базисных звеньев. Звенья с нулевыми потоками считаются базисными и используются для присвоения потенциалов.

В задаче с ограничениями пропускной способности компоненты базисного графа могут быть отделены друг от друга не только пустыми, но и насыщенными звеньями.

Тогда вводятся условные нулевые резервы пропускной способности на некоторых насыщенных звеньях, которые далее считаются базисными.

3. Проверка соблюдения условий (17 и 18) на всех пустых насыщенных звеньях сети.

Если эти условия соблюдаются везде, то задача решена и план оптимален.

При наличии нарушений-невязок выбираем участок с наибольшей невязкой и переходим к пункту 4.

Начальный вариант плана сетевой транспортной задачи с ограничениями пропускной способности звеньев. Вершинам сети присвоены потенциалы. Проверка нужна для пустых звеньев А-Е, Е-Д и насыщенного звена Г-Д. Остальные звенья – базисные. Длины звеньев в направлении туда и обратно совпадают.

Условие (17) нарушено на звене А-Е:

$$A = 440 - 220 = 220 > C = 200;$$

$$E = 220 - 200 = 20.$$

Условие (18) нарушено на звене Г-Д:

$$Г = 330 - 230 < C = 100;$$

$$Д = 100 - 50 = 50.$$

На звене Е-Д условие оптимальности соблюдено. Выбираем звено с наибольшей невязкой Г-Д и переходим к пункту 4.

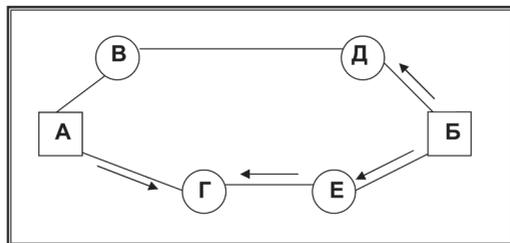


Рис. 14. Вырожденная схема потоков

4. Поиск пути по базисным звеньям между вершинами-концами звена с невязкой.

Совокупность этого пути и звена с невязкой называется контуром.

Для начального варианта контур составляют звенья: ГД, ДЖ, ЖБ и БГ. Для второго варианта в контур входят звенья: АЕ, ЕВ, ВЖ, ЖД, ДГ, ГА. Для третьего варианта контур состоит из звеньев: БЖ, ЖБ, ВЕ, ЕА, АГ и ГБ.

Дальнейшее действие зависит от того, является ли звено с невязкой пустым или насыщенным.

5. Классификация потоков контура.

а) Устанавливается направление потока на звене с невязкой от меньшего потенциала к большему.

б) Все другие потоки в контуре делятся на *попутные* и *встречные* этому потоку.

Так, для начального варианта звенья ГД и БГ – попутные, а ДЖ и ЖБ – встречные; во втором варианте звенья АЕ, ВЖ, ЖД – попутные, а ЕВ, ДГ и ГА – встречные; в третьем варианте БЖ, ВЕ, АГ – попутные, а ЖБ, ЕА, ГБ – встречные.

б. Определение изменения потоков ΔX .

Изменение потоков:

а) для пустого звена с невязкой $\Delta X_1 = \min [\min X_1; \min (d - x_1)]$, (19) где d – пропускная способность звена.

Следовательно, поправка равна меньшей из двух величин: наименьшего встречного потока и наименьшего свободного остатка пропускной способности для попутных потоков;

б) для насыщенного звена с невязкой в точности обратное правило:

$$\Delta X_2 = \min [\min X_2; \min(d - x_2)], \quad (20)$$

т. е. берется наименьший попутный поток и наименьший из резервов пропускной способности для встречных потоков.

При использовании правил (19) и (20) *звено с невязкой учитывается в числе попутных.*

Для начального варианта величина изменения потоков ΔX_1 определится как минимальное из следующих величин:

$$\Delta X_1 = \min [(20, 8; (16 - 11), (10 - 6)] = 4,$$

так как звено с невязкой пустое.

Для второго варианта величина изменения потоков ΔX_2 определится следующим образом:

$$\Delta X_2 = \min [(15, 16, 22, 30; (16 - 14), (16 - 15)] = 1,$$

так как звено с невязкой насыщенное.

Для третьего варианта величина изменения потоков ΔX_3 определится так:

$$\Delta X_3 = \min [(10, 14, 21; (16 - 15), (30 - 1), (30 - 4)] = 1,$$

так как звено с невязкой насыщенное.

7. Исправление плана.

а) При исправлении невязки на пустом звене потоки по всем попутным звеньям контура (включая звенья с невязкой) увеличатся на ΔX , а по встречным уменьшаются на ΔX .

б) При исправлении невязки на насыщенном звене, наоборот, потоки на всех попутных звеньях контура уменьшаются, а на встречных увеличиваются на ΔX .

В расчете получается новый вариант плана, для которого заново определяются потенциалы, проверяется наличие невязок и т. д. (т. е. от пункта 7 переходим к пункту 2).

Расчет заканчивается, когда в пункте 3 не будет обнаружено ни одной невязки, что и происходит в четвертом варианте решения, которое является оптимальным.

Решение сетевой транспортной задачи непосредственно не содержит значений поставок по корреспонденциям, а дает лишь схему потоков по участкам.

Поставки по корреспонденциям должны быть получены исходя из этой схемы, причем одной и той же оптимальной схеме пото-

ков часто соответствует много вариантов поставок, равноценных по значению критерию оптимальности.

Такие равноценные оптимальные варианты называются *альтернативными оптимумами*.

Например, в варианте на рис. 14 груз, прибывший от Б к Г, может быть выгружен в Г или направлен далее к Д в составе потока 15 единиц по участку Г-Д. При наличии альтернативных оптимумов из них можно выбрать более удобный или выгодный по соображениям, не учтенным в критерии оптимальности. Простота и наглядность нахождения большого числа альтернативных оптимумов является одним из преимуществ сетевой постановки транспортной задачи.

Модель ассортиментной задачи

Этапы решения задач:

- 1) выбор проблемы решения;
- 2) постановка проблемы и разработка экономико-математической модели;
- 3) выбор метода решения;
- 4) выполнение решения;
- 5) анализ результата и проведение эксперимента;
- 6) внедрение результата, полученного в результате опыта.

Задачи оптимизации:

1) обеспечение балансовой увязки между знаниями по выпуску продукции разных видов и наличием производственных ресурсов (сырье, материалы, машинное время, трудовые ресурсы, энергия и т. п.);

2) обеспечение максимального экономического эффекта при использовании производственных ресурсов;

3) проведение эксперимента (повторы решения при измененных условиях, чтобы выработать альтернативные варианты и выбрать из них наиболее приемлемый).

Под оптимизацией программы выпуска продукции по ассортименту понимаются такие объемы выпуска различной продукции, которые обеспечивают получение максимального экономического эффекта от реализации всей продукции.

Условия задачи: на предприятии имеются свободные ресурсы: сырье, материалы, машинное время, трудовые и т. п. В условии задачи известны фонды производственных ресурсов на планируемый период, нормы их затрат на единицу (десяток, сотню или комплект) продукции, а также известны показатели прибыли от реализации продукции. Найти программу выпуска продукции по ассортименту, обеспечивающую максимальную суммарную прибыль от ее реализации.

Таблица 14

Виды производственных ресурсов	Фонды производственных ресурсов на планируемый период	Нормы затрат производственных ресурсов на единицу продукции
		$P_1 \dots\dots\dots P_j \dots\dots\dots P_n$
1	b_1	$A = [a_{rj}]R_n$
.	.	
.	.	
r	b_r	
.	.	
.	.	
R	b_R	
Критерий оптимальности		$c_1 \dots\dots\dots c_j \dots\dots\dots c_n$

- j – индекс вида продукции;
- P_j – виды продукции;
- r – индекс вида производственных ресурсов (от 1 до R);
- b_r – фонд r -производственного ресурса;
- a_{rj} – норма затрат rj -производственного ресурса;
- c_j – критерий оптимальности; его сущность заключается в том, что это экономический, технико-экономический показатель, который заложен в условии задачи для суждения об оптимальности ее решения;
- x_j – количество продукции P_j .
- $\bar{X} = (x_1, x_2 \dots x_j \dots x_n)$ – оптимальная программа выпуска продукции по ассортименту.

Критерий оптимальности:

$$F(x_j) = \sum_{j=1}^n c_j x_j = \max. \quad (21)$$

Система ограничений:

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^n a_{rj} x_j \leq b_r \quad (r=1, 2 \dots R); \\ x_j \geq 0 \quad (j=1, 2 \dots n). \end{cases} \quad (22)$$

Суммарные затраты r -производственного ресурса на выполнение всех n видов продукции не должны превышать фонды этого ресурса, которым предприятие владеет на планируемый период.

Экономическое содержание и математическое моделирование распределительных нетранспортных задач

I. Известна программа выполнения продукции на период. Эта программа может быть выполнена на разных станках. Также известны фонд эффективного рабочего времени каждого исполнителя, часовая производительность каждого из исполнителей при выработке каждого вида продукции. Известны затраты на выполнение продукции у разных исполнителей.

i – индекс исполнителя (отдельной машины, рабочего, цеха, участка), $i = 1, 2 \dots m$;

j – индекс вида продукции (работы), $j = 1, 2 \dots n$;

m – количество рабочих (станков);

n – число видов продукции (работ);

b_i – фонд эффективного рабочего времени i -исполнителя в планируемом периоде в часах;

λ_{ij} – часовая производительность j -продукции у i -исполнителя;

$A = [\lambda_{ij}]_{max}$ – известно;

s_{ij} – себестоимость производства единицы j -продукции у i -исполнителя;

$S = [s_{ij}]_{max}$ – известно;
 P_j – вектор показателей, которые характеризуют объемы выпуска продукции (выполнения работ) по всем видам, – известно.

Таблица 15

Наименование исполнителя	Фонд эффективного рабочего времени	P_1
		P_j
1	b_1	$A = [\lambda_{ij}]_{max} / S = [s_{ij}]_{max}$
.	.	
.	.	
i	b_i	
.	.	
.	.	
M	b_m	

Найти план распределения производственного задания по выпуску продукции (выполнению работ) между исполнителями, при котором задание было бы выполнено с минимальными суммарными затратами.

x_{ij} – затраты эффективного рабочего времени i -исполнителя на производство j -продукции;

$X = [x_{ij}]_{max}$ – искомые величины.

Целевая функция:

$$F(x_{ij}) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n s'_{ij} x_{ij} = \min; \quad (23)$$

$$s'_{ij} = s_{ij} \cdot \lambda_{ij},$$

где s'_{ij} – себестоимость часового объема выпуска продукции определенного вида на определенном оборудовании.

Система ограничений:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \leq b_i \quad (i = 1, 2 \dots m) - \quad (24)$$

суммарные затраты эффективного рабочего времени на выполнение всех видов работ не должны превышать фонда, которым располагает i -рабочий в плановом периоде;

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} \lambda_{ij} = P_j \quad (j = 1, 2 \dots n) - \quad (25)$$

суммарный объем выпущенной продукции j -вида у всех m исполнителей должен быть равен производственному заданию;

$$x_{ij} \geq 0 \quad \begin{cases} i = 1, 2 \dots m; \\ j = 1, 2 \dots n. \end{cases} \quad (26)$$

II. На предприятии известна программа выпуска продукции по видам, которая может быть выполнена разными исполнителями (на разных участках). В условии задачи известны: фонд эффективного рабочего времени каждого исполнителя в плановом периоде, показатели норм затрат эффективного рабочего времени на производство различных видов продукции на разном оборудовании, а также прибыль от реализации единицы продукции, выработанной разными исполнителями.

Таблица 16

Наименование исполнителя	Фонд эффективного рабочего времени	P_1 P_j P_n
		нормы затрат / прибыль
1	b_1	$A = [a_{ij}]_{max} / C = [c_{ij}]_{max}$
.	.	
.	.	
.	.	
i	b_i	
.	.	
.	.	
M	b_m	

i – индекс исполнителя (отдельной машины, рабочего, цеха, участка), $i = 1, 2 \dots m$;

j – индекс вида продукции (работы), $j = 1, 2 \dots n$;

m – количество рабочих (станков);
 n – число видов продукции (работ);
 b_i – фонд эффективного рабочего времени i -исполнителя в планируемом периоде в часах;
 a_{ij} – показатель нормы затрат на производство j -продукции у i -исполнителя;

$A = [a_{ij}]_{max}$ – известно;

c_{ij} – показатель прибыли от единицы j -продукции у i -исполнителя;

$C = [c_{ij}]_{max}$ – известно;

P_j – вектор показателей, которые характеризуют объемы выпуска продукции (выполнения работ) по всем видам, – известно.

Требуется найти план распределения производственного задания между исполнителями, при котором это задание было бы выполнено с максимальной суммарной прибылью от реализации всей продукции.

x_{ij} – объем (количество) j -продукции, выработанной i -исполнителем;

$X = [x_{ij}]_{max}$ – искомые величины.

Целевая функция:

$$F(x_{ij}) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} = \max. \quad (27)$$

Система ограничений:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^n a_{ij} x_{ij} \leq b_i \quad (i = 1, 2 \dots m); \\ \sum_{i=1}^m x_{ij} = P_j \quad (j = 1, 2 \dots n); \\ x_{ij} \geq 0 \quad \begin{cases} i = 1, 2 \dots m; \\ j = 1, 2 \dots n. \end{cases} \end{array} \right. \quad (28)$$

При решении этой системы линейных уравнений и неравенств нужно найти такие неотрицательные значения переменных, чтобы целевая функция принимала максимальное значение.

Методология математического моделирования раскройной задачи

Пусть имеются ДСП стандартных размеров, из которых необходимо нарезать m различных по размеру заготовок и деталей для производства мебели. ДСП определенного размера может быть раскроена n способами (вариантами). По каждому из возможных вариантов раскроя составляется соответствующая карта раскроя, из которой видно, что при j ($j = 1, 2, \dots, n$) способе раскроя из одной плиты получается определенное количество (обозначим через a_{ij}) заготовок i ($i = 1, 2, \dots, m$) вида (размера). По картам раскроя устанавливается также величина отходов (площадь, вес, стоимость) при раскрое одной плиты j способом (обозначим c_j). В задании на раскрой должно быть указано общее количество заготовок каждого i вида (размера) – b_i , которое необходимо нарезать из плит, поступивших в раскрой (обозначим R). В задаче требуется определить оптимальный план раскроя ДСП, обеспечивающий минимальные отходы (или минимальный расход раскраиваемых материалов), при условии выполнения задания по выходу заготовок.

x_j – количество ДСП, которое следует раскраивать с тем, чтобы нарезать заданное число заготовок каждого вида, при этом суммарные отходы (или суммарный расход плит) должны быть минимальными.

Таблица 17

Виды заготовок	Задание по раскрою	Способы раскроя
		1 j n
1	b_1	$A = [a_{ij}]_{max}$
.	.	
.	.	
.	.	
i	b_i	
.	.	
.	.	
M	b_m	
Отходы		$C = [c_j] n$

Критерий оптимальности:

$$F(x_j) = \sum_{j=1}^n c_j x_j = \min. \quad (29)$$

Система ограничений:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \geq b_i \quad (i=1, 2 \dots m); \\ \sum_{j=1}^n x_j \leq R; \\ x_j \geq 0 \quad (j=1, 2 \dots n). \end{array} \right. \quad (30)$$

При решении этой системы линейных уравнений и неравенств нужно найти такие неотрицательные значения переменных, чтобы целевая функция принимала минимальное значение.

Рассмотрим пример решения задачи оптимизации программы раскроя материалов симплексным методом.

$$F = 0,26x_1 + 0,28x_2 + 0,3x_3 + 0,29x_4 = \min.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} x_1 + x_2 - x_3 + x_4 \leq 250; \\ x_1 + 3x_2 + x_3 + 2x_4 \geq 540; \\ 2x_1 + x_2 + 2x_4 \geq 200; \\ 2x_2 + 3x_3 \geq 400; \\ x_1 + 2x_2 \geq 390; \\ x_i \geq 0, i=1, 2 \dots m. \end{array} \right.$$

$$M(y_1 + y_2 + y_3 + y_4) = \min.$$

$$\begin{cases} x_1 + x_2 - x_3 + x_4 + x_5 = 250; \\ x_1 + 3x_2 + x_3 + 2x_4 - x_6 + y_1 = 540; \\ 2x_1 + x_2 + 2x_4 - x_7 + y_2 = 200; \\ 2x_2 + 3x_3 - x_8 + y_3 = 400; \\ x_1 + 2x_2 - x_9 + y_4 = 390; \\ x_i \geq 0, i = 1, 2 \dots m; \\ M > 0. \end{cases}$$

C_0	P_0	B	0,26	0,28	0,3	0,29	0	0	0	0	0	M	M	M	M	Σ	β
			x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	y_1	y_2	y_3	y_4		
0	x_5	250	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	255	250
M	y_1	540	1	3	1	2	0	-1	0	0	0	1	0	0	0	547	180
M	y_2	200	2	1	0	2	0	0	-1	0	0	0	1	0	0	205	200
M	y_3	400	0	2	3	0	0	0	0	-1	0	0	0	1	0	405	200
M	y_4	390	1	2	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	1	393	195
		130M	4M - 0,28	8M - 0,28	4M - 0,3	4M - 0,29	0	-M	-M	-M	-M	0	0	0	0		
0	x_5	70	2/3	0	2/3	1/3	1	1/3	0	0	0	-1/3	0	0	0	218/3	70/3
0,28	x_2	180	1/3	1	1/3	2/3	0	-1/3	0	0	0	1/3	0	0	0	547/3	-
M	y_2	20	5/3	0	-1/3	4/3	0	1/3	-1	0	0	-1/3	1	0	0	68/3	20/3
M	y_3	40	-2/3	0	7/3	-4/3	0	2/3	0	-1	0	-2/3	0	1	0	121/3	80/3
M	y_4	30	1/3	0	-2/3	-4/3	0	2/3	0	0	-1	-2/3	0	0	1	85/3	60/3
		50,4 + 90M	4/3M - 1/6	0	4/3M - 31/150	-4/3M - 31/300	0	5/3M - 7/75	-M	-M	-M	-8/3M + 7/75	0	0	0		

Дальнейшее решение было проведено на компьютере и получены следующие ответы: всего подлежит раскрою 200 плит, причем все раскраиваются вторым способом, тогда мы получим 600 заготовок первого вида, 200 – второго, 400 – третьего, 400 – четвертого при минимальных отходах, равных 56 м².

Экономическая сущность и математическое моделирование транспортных задач

Известны: пункты производства ($A_1, A_2 \dots A_i \dots A_m$); m – пунктов, производящих конкретную продукцию;

a_i – мощность i -поставщика (сколько необходимо реализовать продукции, т. е. перевести из A_i);

$\sum_{i=1}^m a_i$ – суммарная мощность поставщиков в плановом пе-

риоде; (31)

пункты потребления ($B_1, B_2 \dots B_j \dots B_n$); n – пунктов потребления конкретной продукции;

b_j – потребность (спрос, емкость) j -поставщика в конкретной продукции;

$\sum_{j=1}^n b_j$ – суммарный спрос n -потребителей. (32)

1) $\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j$ – сбалансированные спрос и предложение,

такие задачи называются закрытыми транспортными задачами; (33)

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^m a_i > \sum_{j=1}^n b_j \\ \sum_{i=1}^m a_i < \sum_{j=1}^n b_j \end{cases} \text{ – открытая транспортная задача.} \quad (34)$$

2) Возможна поставка продукции из любого пункта производства в любой пункт потребления.

3) c_{ij} – затраты на поставку продукции, т. е. критерий оптимальности (может быть и на производство, и на транспортировку).

В задаче требуется найти план транспортных связей между поставщиками и потребителями продукции, при котором потребности всех потребителей были бы удовлетворены с минимальными суммарными затратами на поставку всей продукции.

x_{ij} – объем поставки от i -поставщика к j -потребителю (искомая величина).

Таблица 18

Поставщики и их мощности		Потребители и их спрос					
		B_1		B_j		B_n	
		b_1		b_j		b_n	
		$C = [c_{ij}]_{max} / X = [x_{ij}]_{max}$					
A_1	a_1	c_{11}	.....	c_{1j}	.....	c_{1n}	.....
		x_{11}	.....	x_{1j}	.....	x_{1n}	.....
·	·	·	·	·	·	·	·
·	·	·	·	·	·	·	·
·	·	·	·	·	·	·	·
A_i	a_i	c_{i1}	.....	c_{ij}	.....	c_{in}	.....
		x_{i1}	.....	x_{ij}	.....	x_{in}	.....
·	·	·	·	·	·	·	·
·	·	·	·	·	·	·	·
·	·	·	·	·	·	·	·
A_m	a_m	c_{m1}	.....	c_{11}	.....	c_{11}	.....
		x_{m1}	.....	x_{mj}	.....	x_{mn}	.....

Целевая функция:

$$F(x_{ij}) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} = \min. \quad (35)$$

Условие реализации продукции у каждого из поставщиков:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i \quad (i = 1, 2...m). \quad (36)$$

Условие обеспечения всех потребителей продукцией по их потребности:

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j \quad (j = 1, 2...n). \quad (37)$$

Условие неотрицательности переменных:

$$x_{ij} \geq 0 \quad \begin{cases} i = 1, 2 \dots m; \\ j = 1, 2 \dots n. \end{cases} \quad (38)$$

В решении системы линейных уравнений необходимо найти такие неотрицательные значения переменных, чтобы целевая функция принимала минимальное значение.

$m + n - 1$ – линейно независимых уравнений, ранг системы, $r = m + n - 1$.

В каждом опорном плане должно быть $m + n - 1$ базисных элементов ($x_{ij} > 0$); если таких переменных равно или больше, чем $m + n - 1$, план называется невырожденным; если одна или несколько базисных переменных равны нулю, то такой план считается вырожденным.

Открытые транспортные задачи.

$$a) \sum_{i=1}^m a_i > \sum_{j=1}^n b_j .$$

$$F(x_{ij}) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} = \min .$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \leq a_i \quad (i = 1, 2 \dots m) .$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j \quad (j = 1, 2 \dots n) .$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad \begin{cases} i = 1, 2 \dots m; \\ j = 1, 2 \dots n. \end{cases}$$

$B_{n+1} : b_{n+1} = \sum_{i=1}^m a_i - \sum_{j=1}^n b_j$ – потребность какого-то потребителя,

находящегося за пределами района (фиктивный потребитель).

$$F(x_{ij}) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} = \min .$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} + x_{n+1} = a_i \quad (i = 1, 2 \dots m).$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j \quad (j = 1, 2 \dots n).$$

$$\sum_{i=1}^m x_{i, n+1} = b_{n+1}.$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad \begin{cases} i = 1, 2 \dots m; \\ j = 1, 2 \dots n. \end{cases}$$

$$c_{i, n+1} = 0 \quad (i = 1, 2 \dots m).$$

$$\text{б) } \sum_{i=1}^m a_i < \sum_{j=1}^n b_j.$$

$$F(x_{ij}) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} = \min.$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i \quad (i = 1, 2 \dots m).$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} \leq b_j \quad (j = 1, 2 \dots n).$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad \begin{cases} i = 1, 2 \dots m; \\ j = 1, 2 \dots n. \end{cases}$$

$$A_{n+1}: a_{m+1} = \sum_{j=1}^n b_j - \sum_{i=1}^m a_i - \text{фиктивный поставщик.}$$

$$F(x_{ij}) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} = \min.$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i \quad (i = 1, 2 \dots m).$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} + x_{m+1, j} = b_j \quad (j = 1, 2 \dots n).$$

$$\sum_{j=1}^n x_{m+1, j} = a_{m+1}.$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad \begin{cases} i = 1, 2 \dots m; \\ j = 1, 2 \dots n. \end{cases}$$

Ограничение транспортных возможностей.

а) $x_{ij} = 0 \Rightarrow c_{ij} = M$, где $M > 0$;

б) $0 \leq x_{ij} \leq d_{ij}$

d_{ij} характеризует транспортные возможности между i -поставщиком и j -потребителем.

Тогда поставщик A_i условно делится на A_i' и A_i'' , при этом $a_i' = d_{ij}$ и $a_i'' = a_i' - d_{ij}$, $c_{ij}' = c_{ij}$ и $c_{ij}'' = M$, где $M > 0$.

Рассмотрим пример решения транспортной задачи методом потенциалов.

	B_1 200	B_2 250	B_3 275	B_4 255	B_5 120	U_i
A_1 300	7 -	10 -	M -	6 255	0 45	0
A_2 125	9 -	5 125	6 0	8 -	0 -	-5
A_3 125	9 -	5 125	M -	8 -	0 -	-5
A_4 270	8 -	6 -	11 195	10 -	0 75	0
A_5 280	6 200	11 -	9 80	7 -	0 -	-2
V_j	-8	10	11	6	0	

$$\Delta_{11} = -1$$

$$\Delta_{12} = 0$$

$$\Delta_{13} = M - 11$$

$$\Delta_{21} = 6$$

$$\Delta_{24} = 7$$

$$\Delta_{25} = 5$$

$$\Delta_{31} = 6$$

$$\Delta_{33} = M - 6$$

$$\Delta_{34} = 7$$

$$\Delta_{35} = 5$$

125

0



0

125

0

125

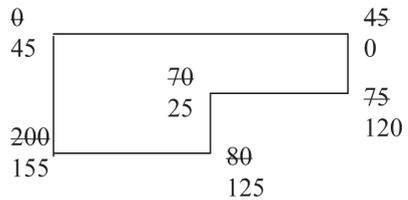
195

70

$$\begin{aligned} \Delta_{41} &= 0 \\ \underline{\Delta_{42}} &= \underline{-4} \\ \Delta_{44} &= 4 \\ \Delta_{52} &= 13 \\ \Delta_{54} &= 0 \\ \Delta_{55} &= 2 \end{aligned}$$

	B_1 200	B_2 250	B_3 275	B_4 255	B_5 120	U_i
A_1 300	7 —	10 —	M —	6 255	0 45	0
A_2 125	9 —	5 —	6 125	8 —	0 —	-5
A_3 125	9 —	5 125	M —	8 —	0 —	-1
A_4 270	8 —	6 125	11 70	10 —	0 75	0
A_5 280	6 200	11 —	9 80	7 —	0 —	-2
V_j	8	6	11	6	0	

$$\begin{aligned} \underline{\Delta_{11}} &= \underline{-1} \\ \Delta_{12} &= 4 \\ \Delta_{13} &= M - 11 \\ \Delta_{21} &= 6 \\ \Delta_{22} &= 4 \\ \Delta_{24} &= 7 \\ \Delta_{25} &= 5 \\ \Delta_{31} &= 2 \\ \Delta_{33} &= M - 10 \\ \Delta_{34} &= 3 \\ \Delta_{35} &= 1 \\ \Delta_{41} &= 0 \\ \Delta_{44} &= 4 \end{aligned}$$



$$\Delta_{52} = 7$$

$$\Delta_{54} = 3$$

$$\Delta_{55} = 2$$

	B_1 200		B_2 250		B_3 275		B_4 255		B_5 120		U_i
A_1 300	7	45	10	-	M	-	6	255	0	-	0
A_2 125	9	-	5	-	6	125	8	-	0	-	-4
A_3 125	9	-	5	125	M	-	8	-	0	-	0
A_4 270	8	-	6	125	11	25	10	-	0	120	1
A_5 280	6	155	11	-	9	125	7	-	0	-	-1
V_j	7		5		10		6		-1		

$$\Delta_{12} = 5$$

$$\Delta_{13} = M - 10$$

$$\Delta_{15} = 1$$

$$\Delta_{21} = 6$$

$$\Delta_{22} = 4$$

$$\Delta_{24} = 6$$

$$\Delta_{25} = 5$$

$$\Delta_{31} = 2$$

$$\Delta_{33} = M - 10$$

$$\Delta_{34} = 2$$

$$\Delta_{35} = 1$$

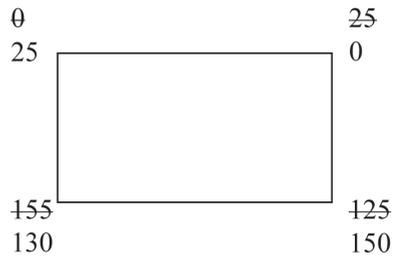
$$\underline{\Delta_{41} = 0}$$

$$\Delta_{44} = 3$$

$$\Delta_{52} = 7$$

$$\Delta_{54} = 2$$

$$\Delta_{55} = 2$$



$$F = 7x_1 + 10x_2 + Mx_3 + 6x_4 + 7x_1 + 10x_2 + Mx_3 + 6x_4 + 9x_5 + 5x_6 + 6x_7 + 8x_8 + 8x_9 + 6x_{10} + 11x_{11} + 10x_{12} + 6x_{13} + 11x_{14} + 9x_{15} + 7x_{16} = \min$$

при ограничениях:

$$\left\{ \begin{array}{l} x_1 + x_2 + x_3 + x_4 \leq 300; \\ x_5 + x_6 + x_7 + x_8 \leq 250; \\ x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12} \leq 270; \\ x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} \leq 280; \\ x_1 + x_5 + x_9 + x_{13} = 200; \\ x_2 + x_6 + x_{10} + x_{14} = 250; \\ x_3 + x_7 + x_{11} + x_{15} = 275; \\ x_4 + x_8 + x_{12} + x_{16} = 255; \\ x_{ij} \geq 0 \quad \begin{cases} i = 1, 2 \dots m; \\ j = 1, 2 \dots n; \end{cases} \\ x_7 \leq 125. \end{array} \right.$$

$$F = 7 \times 45 + 6 \times 155 + 5 \times 125 + 6 \times 125 + 6 \times 125 + 11 \times 25 + 9 \times 125 + 6 \times 255 = 6300.$$

Оптимальный план поставок для деревообрабатывающих предприятий, обеспечивающий минимальные транспортные затраты в сумме 6 300 000 руб., заключается в следующем:

1-е лесозаготовительное предприятие поставляет 45 м³ 1-му деревообрабатывающему предприятию;

1-е – 4-му: 255 м³;

2-е – 2-му: 125 м³;

2-е – 3-му: 125 м³;

3-е – 2-му: 125 м³;

3-е – 3-му: 25 м³;

у 3-го предприятия остается запас в 120 м³;

4-е – 1-му: 155 м³;

4-е – 3-му: 125 м³;

имеется альтернативный приведенному план поставок при тех же транспортных издержках:

1-е – 4-му: 255 м³;
2-е – 2-му: 125 м³;
2-е – 3-му: 125 м³;
3-е – 1-му: 25 м³;
3-е – 2-му: 125 м³;
у 3-го предприятия остается запас в 120 м³;
4-е – 1-му: 130 м³;
4-е – 3-му: 150 м³.

Оптимизация замены оборудования

Под динамическим программированием понимается вычислительный метод, опирающийся на аппарат рекуррентных соотношений.

Динамическое программирование – планирование многошагового процесса, при котором на каждом шаге решения оптимизируется только этот шаг. Идея динамического программирования заключается в том, что отыскание множества переменных, что имело место в линейном программировании, заменяется на многократное отыскание одной или очень небольшого числа исходных переменных.

Весь процесс динамического программирования планируется в виде составления функциональных уравнений, которые решаются на каждом шаге.

Под *функциональными уравнениями* понимаются такие уравнения, в которых выражается функциональная зависимость между множеством функций – это сущность и отличие динамического программирования от линейного.

Содержание проблемы и сущность алгоритма решения

Процесс решения задачи осуществляется следующим способом. Берется период в N лет. К этому времени оборудование отработало некоторое количество лет и пришло t_0 возраста.

Решение задачи начинается с последнего N -го года, составляется пара функциональных уравнений в предположении, что пришло старое оборудование без замены:

1) рассчитывается доход от эксплуатации оборудования при замене;

2) рассчитывается доход от эксплуатации оборудования в течение года при условии его старения.

Вторая гипотеза: к N -му году оборудование могло прийти замененным в каком-то году, тогда составляется пара уравнений, в которых определяется доход за год от эксплуатации единицы оборудования при условии замены или сохранения оборудования.

Шаг второй: рассматриваем $(N - 1)$ год.

Рассматриваются две гипотезы:

1) пришло старое оборудование без замены;

2) пришло оборудование, которое было заменено.

Шаг третий: рассматривается $(N - 2)$ год при двух гипотезах, составляются уравнения, рассчитывается доход.

Решение продолжается по всем шагам. На первом году будет одна гипотеза, что пришло старое оборудование, используемое t_0 лет.

Составление функциональных уравнений

За критерий оптимальности может быть принят любой экономический показатель, если он хорошо подготовлен, т. е. он должен быть очищен от факторов, не зависящих от работы оборудования.

$r(t)$ – стоимость продукции, созданной единицей оборудования возраста t лет за год.

$U(t)$ – затраты на содержание в течение года единицы оборудования возраста t лет.

$C(t)$ – затраты на замену единицы оборудования возраста t лет (затраты на приобретение, отладку за вычетом остаточной стоимости старого оборудования).

i – год установки нового оборудования.

Доход замены оборудования рассчитывается:

$$f' = r(t) - U(t) - C(t). \quad (39)$$

Доход от сохранения оборудования:

$$f'' = r(t) - U(t). \quad (40)$$

Если $f' > f''$, то оборудование необходимо заменить, если $f' \leq f''$ – оставить.

Шаг 1-й: N-й год.

Гипотеза 1: пришло старое оборудование возраста $(N + t_0)$ лет.

Тогда доход за N-й год при условии замены или сохранения оборудования:

$$f_N(t_0 + N) = \max \begin{cases} r_N(0) - U_N(0) - C(t_0 + N); \\ r(t_0 + N) - U(t_0 + N). \end{cases}$$

Гипотеза 2: пришло новое оборудование.

$$f_N(1) = \max \begin{cases} r_N(0) - U_N(0) - C_{N-1}(1); \\ r_{N-1}(1) - U_{N-1}(1). \end{cases}$$

Возьмем $(N - t)$ -й год:

$$f_N(1) = \max \begin{cases} r_N(0) - U_N(0) - C_{N-t}(t); \\ r_{N-t}(t) - U_{N-t}(t). \end{cases}$$

Шаг 2-й: (N - 1)-й год.

Рассчитывается суммарный условный доход при условии замены или сохранения.

Гипотеза 1: пришло старое оборудование.

$$f_N(t_0 + N - 1) = \max \begin{cases} r_{N-1}(0) - U_{N-1}(0) - C(t_0 + N - 1) + f_N(1); \\ r(t_0 + N - 1) - U(t_0 + N) + f_N(t_0 + N). \end{cases}$$

Гипотеза 2: пришло новое оборудование.

$$f_{N-1}(N - 1 - t) = \max \begin{cases} r_{N-1}(0) - U_{N-1}(0) - C_{N-1-t}(t) + t_N(1); \\ r_{N-1-t}(t) - U_{N-1-t}(t) + f_N(t + 1). \end{cases}$$

Решение задач о замене оборудования

Рассмотрим пример решения задачи о замене оборудования.

Исходная информация по старому оборудованию ($t_0 = 7$):

Показатель	Значение показателей на единицу оборудования возраста (лет), тыс. руб.				
	8	9	10	11	12
$r(t)$	100	87	74	67	60
$U(t)$	27	32	39	42	40
$C(t)$	135	148	150	165	172

Исходная информация по новому оборудованию:

Показатель	Значение показателей на единицу оборудования возраста (лет), тыс. руб.				
	0	1	2	3	4
$r_1(t)$	135	105	85	80	75
$U_1(t)$	12	15	20	22	25
$C_1(t)$	–	152	160	170	180
$r_2(t)$	125	100	90	84	
$U_2(t)$	13	15	17	20	
$C_2(t)$	–	132	142	152	
$r_3(t)$	136	120	116		
$U_3(t)$	15	16	19		
$C_3(t)$	–	156	162		
$r_4(t)$	145	135			
$U_4(t)$	20	17			
$C_4(t)$	–	180			
$r_5(t)$	162				
$U_5(t)$	35				

I этап (5-й год):

Оборудование	Возраст	Условие максимального дохода за 5-й год		
		Формула	Расчеты	Политика
Ст	12	$f_5(12) = \max \begin{cases} r_5(0) - U_5(0) - C(12) = \\ r_4(12) - U(12) = \end{cases}$	$= 165 - 35 - 172 = -42$ $= 60 - 40 = 20$	Сохран.
Н	1	$f_5(1) = \max \begin{cases} r_5(0) - U_5(0) - C_4(1) = \\ r_4(1) - U_4(1) = \end{cases}$	$= 165 - 35 - 180 = -50$ $= 135 - 17 = 118$	Сохран.
Н	<u>2</u>	$f_5(2) = \max \begin{cases} r_5(0) - U_5(0) - C_3(2) = \\ r_3(2) - U_3(2) = \end{cases}$	$= 130 - 162 = -32$ $= 116 - 19 = 97$	Сохран.
Н	3	$f_5(3) = \max \begin{cases} r_5(0) - U_5(0) - C_2(3) = \\ r_2(3) - U_2(3) = \end{cases}$	$= 130 - 152 = -22$ $= 84 - 20 = 64$	Сохран.
Н	4	$f_5(4) = \max \begin{cases} r_5(0) - U_5(0) - C_1(4) = \\ r_1(4) - U_1(4) = \end{cases}$	$= 130 - 180 = -50$ $= 75 - 25 = 50$	Сохран.

II этап (4, 5-й год):

Оборудование	Возраст	Условие максимального дохода за 5-й год		
		Формула	Расчеты	Политика
Ст	11	$f_4(11) = \max \begin{cases} r_4(0) - U_4(0) - C(11) + f_5(1) = \\ r(11) - U(11) + f_5(12) = \end{cases}$	$= 145 - 20 =$ $= 165 + 118 = 78$	Замены
Н	<u>1</u>	$f_4(1) = \max \begin{cases} r_4(0) - U_4(0) - C_3(1) + f_5(1) = \\ r_3(1) - U_3(1) + f_5(2) = \end{cases}$	$= 125 - 156 +$ $+ 118 = 87$ $= 120 - 16 +$ $+ 97 = 201$	Сохран.
Н	2	$f_4(2) = \max \begin{cases} r_4(0) - U_4(0) - C_2(2) + f_5(1) = \\ r_2(2) - U_2(2) + f_5(3) = \end{cases}$	$= 243 - 142 =$ $= 101$ $= 90 - 17 + 64 =$ $= 137$	Сохран.
Н	3	$f_4(3) = \max \begin{cases} r_4(0) - U_4(0) - C_1(3) + f_5(1) = \\ r_1(3) - U_1(3) + f_5(4) = \end{cases}$	$= 243 - 170 =$ $= 73$ $= 80 - 22 + 50 =$ $= 108$	Сохран.

III этап (3, 4, 5-й год):

Оборудование	Возраст	Условие максимального дохода за 5-й год		
		Формула	Расчеты	Политика
Ст	<u>10</u>	$f_3(10) = \max \begin{cases} r_3(0) - U_3(0) - C(10) + f_4(1) = \\ r(10) - U(10) + f_4(11) = \end{cases}$	$\begin{aligned} &= 136 - 15 - \\ &- 150 + 201 = \\ &= 172 \\ &= 74 - 39 + \\ &+ 78 = 113 \end{aligned}$	Замены
Н	1	$f_3(1) = \max \begin{cases} r_3(0) - U_3(0) - C_2(1) + f_4(1) = \\ r_2(1) - U_2(1) + f_4(2) = \end{cases}$	$\begin{aligned} &= 322 - 132 = \\ &= 190 \\ &= 100 - 15 + \\ &+ 137 = 222 \end{aligned}$	Сохран.
Н	2	$f_3(2) = \max \begin{cases} r_3(0) - U_3(0) - C_1(2) + f_4(1) = \\ r_1(2) - U_1(2) + f_4(3) = \end{cases}$	$\begin{aligned} &= 322 - 160 = \\ &= 162 \\ &= 85 - 20 + 108 = \\ &= 173 \end{aligned}$	Сохран.

IV этап (2, 3, 4, 5-й год):

Оборудование	Возраст	Условие максимального дохода за 5-й год		
		Формула	Расчеты	Политика
Ст	<u>9</u>	$f_2(9) = \max \begin{cases} r_2(0) - U_2(0) - C(9) + f_3(1) = \\ r(9) - U(9) + f_3(10) = \end{cases}$	$\begin{aligned} &= 125 - 13 - \\ &- 148 + 222 = 186 \\ &= 87 - 32 + \\ &+ 179 = 227 \end{aligned}$	Сохран.
Н	1	$f_2(1) = \max \begin{cases} r_2(0) - U_2(0) - C_1(1) + f_3(1) = \\ r_1(1) - U_1(1) + f_3(2) = \end{cases}$	$\begin{aligned} &= 334 - 152 = \\ &= 182 \\ &= 105 - 15 + \\ &+ 173 = 263 \end{aligned}$	Сохран.

V этап (1, 2, 3, 4, 5-й год):

Оборудование	Возраст	Условие максимального дохода за 5-й год		
		Формула	Расчеты	Политика
Ст	<u>8</u>	$f_2(8) = \max \begin{cases} r_1(0) - U_1(0) - C(8) + f_2(1) = \\ r(8) - U(8) + f_2(9) = \end{cases}$	$\begin{aligned} &= 135 - 12 - \\ &- 135 + 263 = 251 \\ &= 100 - 27 + \\ &+ 227 = 300 \end{aligned}$	Сохран.

Оптимальная политика отношения к оборудованию, обеспечивающая максимальную прибыль 300 тыс. руб., заключается в следующем: в 1-й год сохранить оборудование, при этом доход составит $(300 - 263) = 37$ тыс. руб.; во 2-й год – сохранить, при доходе $(263 - 172) = 91$ тыс. руб.; в 3-й год – заменить, при убытке $(172 - 201) = 55$ тыс. руб.; в 4-й год – сохранить, при доходе $(201 - 97) = 104$ тыс. руб.; в 5-й год – сохранить, при доходе 97 тыс. руб.

Основные определения и понятия теории управления запасами

Любая социально-экономическая система, как и техническая система, может ритмично работать при наличии достаточного запаса ресурсов.

В качестве ресурсов для обеспечения ритмичного производства используются:

- материальные ресурсы (сырье, полуфабрикаты, энергоносители);
- технологические, трудовые ресурсы;
- финансовые и другие ресурсы.

Ритмичность поставок определяется следующими обстоятельствами:

- 1) несовпадение ритмов производства с ритмами потребления;
- 2) случайные колебания спроса за период между поставками;
- 3) случайные колебания интервала между поставками;
- 4) срыв объема поставок.

То есть появляется случайная составляющая в целевой функции оптимизации эффективности производства.

Предпосылки, которые заставляют оптимизировать запасы сырья, ресурсов:

- 1) рост убытков за счет хранения сверхнормативных запасов;
- 2) связывание оборотных средств;
- 3) потеря в качестве материальных ресурсов, моральное и физическое старение ресурсов.

В качестве целевой функции в задачах управления запасами выступают суммарные затраты на:

1) приобретение продукции с учетом максимальных скидок на размер партии;

2) хранение и складские операции;

3) материальное и моральное старение при хранении;

4) потери от дефицита и штрафных санкций.

Целевая функция, представляющая сумму данных компонентов, должна быть \min . Поэтому управление запасами производится вначале путем выбора стратегии в пространстве стратегий управления, а затем путем выбора параметров в пространстве параметров управления.

Запасы делятся на:

1) текущие (обеспечивают ритм производства на определенном интервале времени);

2) страховые (на случай срыва ритма поставок).

Из параметров управления запасами принято выделять:

1) управляемые параметры:

– объем и номенклатура необходимого сырья (ресурсов);

– момент (время) выдачи заказа на пополнение ресурса;

2) неуправляемые параметры:

– затраты на организацию снабжения;

– ограничение на запасы поставщика;

– выбор системы снабжения (централизованная, децентрализованная).

Качественно систему снабжения можно представить графически (рис. 15):

P – затраты на функционирование системы снабжения;

1 – затраты на размещение заказов;

2 – затраты на хранение ресурсов;

3 – суммарные затраты на функционирование системы снабжения;

q^* – оптимальный размер (объем) заказа сырья.

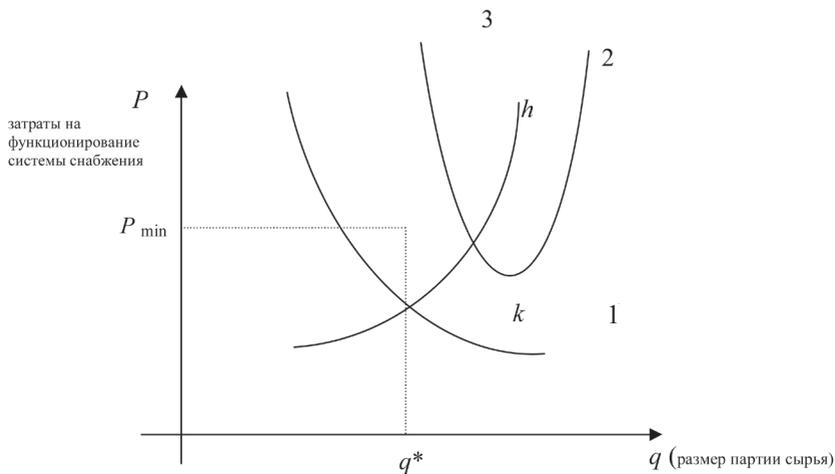


Рис. 15. Система снабжения

Классификация систем снабжения и их моделей

Таблица 19

Признак	Тип модели
По типу системы снабжения	1) эшелонированные (многоэтапные); 2) децентрализованные
По числу хранимого сырья	1) многокомпонентные; 2) однокомпонентные
По спросу	1) детерминированные; 2) дискретные; 3) непрерывные; 4) случайные (вероятностные)
По способу поставки сырья	1) мгновенные; 2) с фиксированным временем задержки; 3) со случайным временем задержки
По видам затрат и способам их отражения в модели	1) линейные; 2) нелинейные

Признак	Тип модели
По ограничениям системы снабжения	1) по объему; 2) по весу; 3) по площади; 4) по себестоимости; 5) по числу поставщиков
По принятой стратегии управления	1) периодические (с периодом контроля T); 2) по критическим уровням и объему: H – верхний уровень; h – нижний уровень запасов; q – объем партии (поставок)

Стратегия управления запасами

Оптимальное управление запасами – выбор таких объемов и моментов поставок, когда суммарные издержки на функционирование системы снабжения будут минимальными.

Простейшие стратегии:

- 1) Периодические (со временем контроля T).
 - 2) По критическим уровням (H, h, y_i – текущий уровень запаса q).
1. Стратегия постоянного уровня.

В данном случае через каждый интервал контроля T запас пополняется до верхнего уровня.

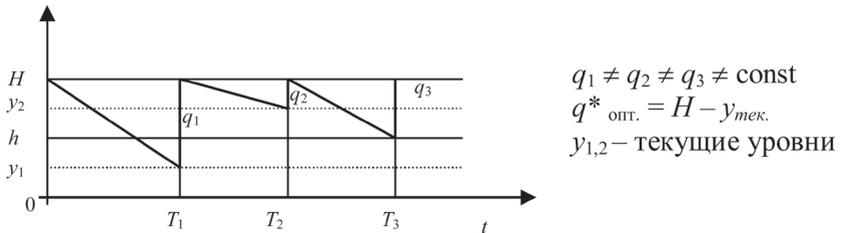


Рис. 16. Стратегия постоянного уровня

2. Стратегия фиксированного объема поставок.

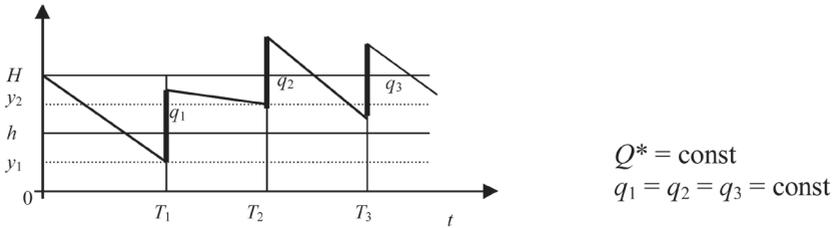


Рис. 17. Стратегия фиксированного объема поставок

3. Стратегия с контролем за текущим уровнем:

- а) если $y < h$, то: $-y < h \Rightarrow q^* = \text{const}$;
 $-y \geq h \Rightarrow q^* = 0$ (не заказываем сырье);
- б) если $y > h$, то: $-y < h \Rightarrow q^* = H - y_{\text{мек.}}$;
 $-y \geq h \Rightarrow q^* = 0$.

Детерминированная экономико-математическая модель управления запасами с фиксированным спросом

Данная модель называется моделью экономики выгодных размеров поставок.

Начальные условия (ограничения):

1. Известны моменты поступления заявок.
2. Интенсивность расходования ресурсов (скорость).
3. Поставки мгновенны.
4. Отсутствие дефицита.

Введем обозначения:

β — интенсивность спроса;

k — затраты на оформление;

h — затраты на хранение единицы продукции в единицу времени;

q — объем поставок (размер партии сырья);

t — период времени, в течение которого полностью расходуется сырье.

$F(q)$ – суммарные затраты на функционирование системы снабжения:

$$F(q) = \frac{q^*}{q/2}. \quad (41)$$

$q/2$ – оптимизация ведется по среднему уровню;
 q^* – оптимальный размер заказа.

Для нахождения F^* нужно взять частную производную целевой функции $F(q)$ по оптимизационному параметру q :

$$F^* = \frac{F(q^*)}{q/2}. \quad (42)$$

Из данной формулы находим q^* :

$$q^* = \frac{q}{t} \text{ – формула Уилсона (оптимального заказа)}. \quad (43)$$

Данный заказ необходимо разместить для выполнения через время:

$$t = \frac{q^*}{q}. \quad (44)$$

Оптимальные затраты можно определить по формуле:

$$q^* = \frac{q}{t}. \quad (45)$$

Модель управления запасами при случайном спросе

В данном случае интенсивность расходования ресурсов β – величина случайная со своим законом распределения, т. е. известно $P(\beta)$, $F(\beta)$, тогда в данной ситуации возможны случаи:

1. $q - \beta > 0$;

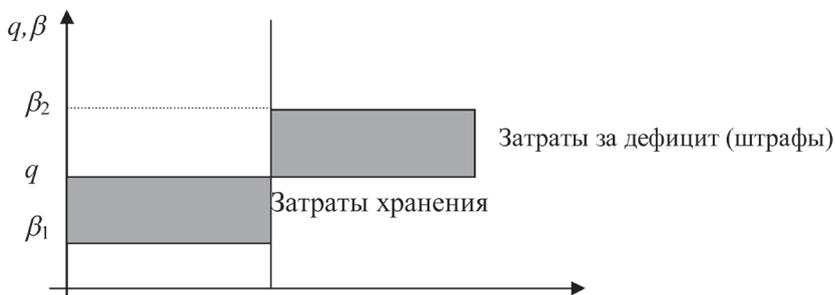


Рис. 18. Интенсивность расходования ресурсов

2. $q - \beta < 0$;

3. $q = \beta = 0$.

Так как β – величина случайная, то $(q - \beta)$ и $(\beta - q)$ будут величины случайные, поэтому оптимизация и функция цели будут находиться как для случайных величин.

Функция цели будет представлять собой математическое ожидание от суммы слагаемых. Одно из них представляет собой математическое ожидание затрат на размещение заказа; другое – математическое ожидание затрат на хранение ресурсов.

h – затраты на хранение единицы продукции в единицу времени;

k – затраты на размещение (оформление) ресурсов, сырья.

$$k = (q - \beta). \quad (46)$$

Известно, что оптимальное размещение запасов можно найти из по формуле:

$$h = \frac{(q - \beta) \cdot k}{k \cdot (q - \beta)}. \quad (47)$$

Методом линейной интерполяции определяется q^* :

$$q^* = \frac{k}{h}. \quad (48)$$

Экономико-математическая модель управления запасами с ограничениями на складские помещения

Данная модель многопродуктовая с n -видами сырья.

Введем обозначения для данной модели:

q_i – размер объема заказа на сырье i -вида (V_i);

A – максимальный размер складских помещений для сохранения n -видов продукции;

a_i – размер площади, необходимой для хранения продукции i -вида;

β_i – интенсивность спроса на сырье i -вида;

k_i – затраты на размещение заказа на поставку сырья, продукции i -вида;

h_i – затраты на сохранение единицы сырья (продукции) i -вида.

Данная модель от вышеизложенной отличается наличием ограничений на складские помещения и выглядит так:

$$A = \frac{\beta_i \cdot q_i}{k_i} q_i / 2, \quad (49)$$

где $q_i/2$ – оптимизация по среднему уровню запасов.

Данная экономико-математическая модель решается с помощью метода множителей Лагранжа. Полученная функция путем добавления в целевую функцию слагаемого, состоящего из системы ограничений и множителя λ , называется *Лагранжианом*:

$$A = \frac{\beta_i}{k_i} \lambda . \quad (50)$$

Для того чтобы найти q_i^* и оптимальное значение λ^* , необходимо взять частные производные по q_i и λ Лагранжиана.

$$q_i^* = \beta_i \cdot q_i / 2. \quad (51)$$

$$\lambda^* = \beta_i \cdot q_i / 2. \quad (52)$$

Из формулы (50) определяем $q_i / 2 \cdot a_i$ – оптимальный размер заказа.

Оптимальный размер заказа при ограничении a_i определяется путем последовательного расчета для разных значений q_i и λ .

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ситуация с принятием стратегических решений усугубляется тем, что в России еще нет достаточного количества высококвалифицированного управленческого персонала, т. е. менеджеров, готовых управлять и принимать решения в условиях рыночной экономики. Это касается как предприятий и организаций, так и правительства. Кроме того, постоянно изменяющаяся правовая база не позволяет делать долговременных прогнозов, на основе которых могли бы приниматься стратегические решения.

База для обучения менеджеров только складывается, вузы не в состоянии подготовить достаточно квалифицированных менеджеров. Кроме всего прочего, чтобы быть настоящим менеджером, необходимо иметь большой стаж работы.

Что касается принятия тактических решений, то с этим ситуация складывается лучше. Тактические решения менее зависят от времени, следовательно, быстро изменяющаяся и не очень предсказуемая ситуация создает меньше препятствий для принятия правильного решения.

Однако и здесь не все гладко. Это связано с тем, что из-за недостатка релевантной информации не всегда возможно принимать решения, используя научные методы (моделирование, прогнозирование и т. д.). Большое количество руководителей вообще незнакомы с научными методами принятия решений, используемыми в науке управления.

Кроме того, в нашей стране отсутствует информационная инфраструктура, которая бы позволила в короткие сроки и с небольшими затратами получить информацию, необходимую для принятия решений. На достаточно низком уровне находится компьютерная грамотность. Недостаточно специализированных организаций по проведению различных исследований.

Большим минусом также является несовершенная и постоянно изменяющаяся правовая база, наличие коррупции в структуре управления государством.

Однако не во всех отраслях экономики дела обстоят таким образом. В финансово-банковском секторе, жестко контролируемом

Центральным банком, ситуация с принятием решений лучше. Это связано с тем, что в банках, наряду с поколением руководителей, получивших образование в период существования административно-командной системы управления, очень много молодых кадров (25–35 лет). Новое поколение, изучавшее менеджмент и результаты его применения в развитых странах, стремится использовать полученные знания. Недостаток опыта у них компенсируется наличием более опытных руководителей. Кроме того, здесь в большей степени используется принцип делегирования полномочий, что также увеличивает оптимальность принимаемых решений. Банки поддерживают связи с банками развитых стран, что позволяет руководителям различных уровней банковского сектора на практике ознакомиться с работой менеджеров в развитых странах.

Пути решения проблем делятся на две большие области. Первая – макроэкономическая. Сюда входит макроэкономическая стабилизация ситуации в экономике, развитие сферы образования, улучшение законодательства и его стабильности, развитие информационной инфраструктуры государства. Вторая – повышение уровня образования руководителей всех уровней; привлечение к управлению молодежи, получившей специальное образование; использование самоменеджмента; оптимизация структуры управления предприятий.

Решение – это выбор альтернативы. Принятие решений – связующий процесс, необходимый для выполнения любой управленческой функции. В условиях рыночной экономики менеджер своими решениями может повлиять на судьбы многих людей и организаций.

В зависимости от уровня сложности задач среда принятия решений варьируется по степени риска. Условия определенности существуют, когда руководитель точно знает результат, который будет иметь каждый выбор. В условиях риска вероятность результата каждого решения можно определить с известной достоверностью. Если информации недостаточно для прогнозирования уровня вероятности результатов в зависимости от выбора, условия принятия решения являются неопределенными. В условиях неопределенности руководитель на основе собственного суждения должен установить вероятность возможных последствий.

Каждое решение сопряжено с компромиссами, негативными последствиями и побочными эффектами, значение которых руководитель должен соотнести с ожидаемой выгодой. Все решения, как запрограммированные, так и незапрограммированные, принимаемые менеджером, должны быть основаны не только на суждениях, интуиции и опыте, но и на рациональном подходе к принятию решений.

При принятии решений современный менеджер должен широко использовать различные методы науки управления; оценивать среду принятия решений и риски; знать и уметь применять различные модели и методы прогнозирования для принятия решений.

КРАТКИЙ СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

Вероятность случайного события – основная категория в теории вероятности – положительное число, заключенное между нулем и единицей: $0 < P(A) < 1$, где P – обозначение вероятности, A – случайное событие.

Дискретные и непрерывные случайные дисциплины – основные числовые показатели в теории вероятности. Дискретная случайная величина может принимать конечное или бесконечное счетное множество значений. Возможные значения непрерывной случайной величины занимают некоторый интервал числовой оси (конечный или бесконечный).

Дисперсия – числовая характеристика степени разброса значимой случайной величины. Дисперсия постоянной величины равна нулю. Постоянный множитель можно выносить за знак дисперсии, возведя его в квадрат: $D(CX) = CID(X)$, где D – знак дисперсии; C – постоянная величина.

Дисперсия суммы двух независимых случайных величин равна сумме дисперсий этих величин: $D(X + Y) = D(X) + D(Y)$.

Дисперсия суммы нескольких взаимно независимых случайных величин равна сумме дисперсий этих величин. Сумма постоянной и случайной величин равна дисперсии случайной величины. Дисперсия разности двух независимых величин равна сумме их дисперсий.

Достоверное событие – событие, в котором каждый элементарный исход испытания благоприятствует событию. Вероятность достоверного события равна единице.

Закон распределения случайной величины – отношение, устанавливающее связь между возможными значениями случайной величины и соответствующими им вероятностями. Простейшей формой задания закона распределения дискретной случайной величины X является таблица, в которой перечислены возможные значения случайной величины и соответствующие им вероятности (ряд распределения). Для непрерывной случайной величины нельзя построить ряд распределения, так как она содержит бесконечное множество возможных значений, которые сплошь заполняют

некоторый промежуток. Эти значения нельзя перечислить в какой-либо таблице. Каждое отдельное значение непрерывной случайной величины не обладает никакой отличной от нуля вероятностью.

Математическое ожидание – числовая характеристика случайной величины, определяющая ее среднее значение. Свойства: математическое ожидание постоянной величины равно самой постоянной; постоянный множитель можно выносить за знак математического ожидания; математическое ожидание произведения двух независимых случайных величин равно произведению их математических ожиданий: $M(XY) = M(X)M(Y)$; математическое ожидание суммы (разности) двух случайных величин равно сумме математических ожиданий слагаемых: $M(X + Y) = M(X) + M(Y)$, где M – знак математического ожидания; $M(X)$ – математическое ожидание случайной величины X .

Невозможное событие – событие, которое не может произойти в результате испытания. Вероятность невозможного события равна 0.

Независимое событие – событие B не зависит от A , если появление события A не изменяет вероятность события B , т. е. условная вероятность события B равна его безусловной вероятности: $P_A(B) = P(B)$. Если событие B не зависит от события A , то и событие A не зависит от события B . Это означает, что свойство независимости событий взаимно.

Попарно-независимые события – несколько событий, каждые два из которых независимы. Пусть A, B, C попарно независимы, тогда независимы A и B , A и C , B и C . Вероятность совместного появления нескольких событий, независимых в совокупности (ABC), равна произведению вероятностей этих событий: $P(ABC) = P(A)P(B)P(C)$.

Практически достоверное событие – событие, вероятность которого не в точности равна единице, но очень близка к ней: $P(A) \sim 1$.

Практически невозможное событие – событие, вероятность которого не в точности равна нулю, но очень близка к нему: $P(A) \sim 0$.

Например, если парашют не раскрывается с вероятностью 0,01, это недопустимо, а если поезд дальнего следования опоздает на 0,01 мин., можно считать, что поезд пришел вовремя.

Предмет теории вероятностей – изучение вероятностных закономерностей массовых однородных случайных событий.

Противоположное событие – событие A (не A), состоящее в неоявлении события A .

Теорема умножения вероятностей – инструмент для вычисления вероятности совместного события: $P(AB) = P(A)P_A(B)$, где $P(AB)$ – вероятность совместного события; $P(A)$ – вероятность появления события A ; $P_A(B)$ – вероятность появления события B при условии, что событие A уже наступило. Вероятность совместного появления нескольких событий равна произведению вероятностей одного из них на условные вероятности всех остальных, причем вероятность каждого последующего события вычисляется в предположении, что все предыдущие события уже появились. В частности, для трех событий: $P(ABC) = P(A)P_A(B)P_{AB}(C)$. Порядок, в котором расположены события, может быть любым.

Теорема умножения независимых событий – частный случай теоремы умножения вероятностей. Вероятность совместного наступления независимых событий A и B равна произведению вероятностей этих событий: $P(AB) = P(A)P(B)$.

Функция распределения (или интегральный закон распределения) – функция $P(x)$, определяющая для каждого значения x вероятность того, что случайная величина X примет значение, меньшее x , т. е. $P(x) = P(X < x)$. Эта функция распределения существует как для дискретных, так и для непрерывных случайных величин.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вальд, А. Последовательный анализ : пер. с англ. / А. Вальд. – М. : Физматгиз, 1960. – 212 с.
2. Вентцель, Е. С. Теория вероятностей и ее инженерные приложения / Е. С. Вентцель, А. А. Овчаров. – М. : Наука, 2010. – 187 с.
3. Гольштейн, Е. Г. Новые направления в линейном программировании / Е. Г. Гольштейн, Д. Б. Юдин. – М. : Сов. радио, 1966. – 153 с.
4. Дубров, А. М. Математико-статистическая оценка эффективности в экономических задачах / А. М. Дубров. – М. : Финансы и статистика, 2012. – 168 с.
5. Дубров, А. М. Последовательный анализ в статистической обработке информации / А. М. Дубров. – М. : Статистика, 2010. – 235 с.
6. Замков, О. О. Математические методы в экономике / О. О. Замков, А. В. Толстопятенко, Ю. Н. Черемных. – М. : ДИС, 2011. – 435 с.
7. Клейнер, Г. Б. Предприятие в нестабильной экономической среде: риски, стратегии, безопасность / Г. Б. Клейнер, В. Л. Тамбовцев, Р. М. Качалов. – М. : Экономика, 2011. – 348 с.
8. Комарова, Н. В. Фирма: стратегия и тактика управления рисками / Н. В. Комарова, Л. В. Гаврилова // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 5. Экономика. – 2003. – Вып. 2 (12). – С. 92–95.
9. Мак Кинси, Дж. Введение в теорию игр : пер. с англ. / Дж. Мак Кинси. – М. : Физматгиз, 2009. – 327 с.
10. Нейман, Дж. Теория игр и экономическое поведение: пер. с англ. / Дж. Нейман, О. Моргенштерн. – М. : Наука, 2010. – 276 с.
11. Ожегов, С. И. Словарь русского языка / С. И. Ожегов. – М. : Русский язык, 1981. – 415 с.
12. Самуэльсон, П. Экономика : учеб. : в 2 т. / П. Самуэльсон. – М. : МГП «Алгон» : ВНИИСИ, 2012. – Т. 1. – 381 с.
13. Уилкс, С. Математическая статистика / С. Уилкс. – М. : Наука, 2002. – 345 с.

14. Хозяйственный риск и методы его измерения : пер. с венг. / Т. Бочкаи [и др.]. – М. : Экономика, 1999. – 291 с.

15. Gren, J. Ocena jakości wyrobów obiektów ze względu na wiele wymagań / J. Gren. – Warszawa, 2010. – 330 p.

Учебное издание

Червонных Михаил Иванович

**ОПТИМИЗАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
РИСКОВЫХ СИТУАЦИЙ В БИЗНЕСЕ**

Учебное пособие

Редактор *И. И. Бабикина*

Технический редактор *Л. Л. Штаненко*

Подписано в печать 28.05.2015. Формат 60×84/16.

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Печ. л. 11,0. Уч.-изд. л. 9,7.

Тираж 50 экз. Заказ Ш-59.

Издательство ОмГПУ.

Отпечатано в типографии ОмГПУ,

Омск, наб. Тухачевского, 14, тел./факс: (3812) 23-57-93