

Н.А. МЕШКОВ, Ю.А. КРУПНОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

УПРАВЛЕНИЕ ИННОВАЦИЯМИ И ИНВЕСТИЦИЯМИ

Москва 2011

**Государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования**

**Московский государственный институт электроники и математики
(технический университет)**

Н.А. МЕШКОВ, Ю.А. КРУПНОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

УПРАВЛЕНИЕ ИННОВАЦИЯМИ И ИНВЕСТИЦИЯМИ

**Утверждено Редакционно-издательским советом института
в качестве учебного пособия**

УДК 338 : 65

ББК 65

М55

Рецензенты: д-р техн. наук, проф. К.А.Неусыпин
(МГТУ им. Н.Э.Баумана)
к-т эконом. наук, доц. В.И.Пищулин
(РГСУ)

Мешков Н.А., Крупнов Ю.А.

М55 Исследование систем управления: Управление инновациями и инвестициями: Учебное пособие / Под ред. В.М.Четверикова. – М.: МИЭМ, 2011. – 106 с.

ISBN 978-5-94506-280-1

Рассматриваются концептуальные и методологические вопросы теории и практики исследования систем управления: философские основы теории познания, природа и сущность системного подхода к организации научных исследований, методология и аппарат общей теории систем, задачи и методы исследования систем управления, предпосылки и методологические основы научного прогнозирования, математическое моделирование систем управления, статистическое и социологическое исследование социально-экономических систем. Особое внимание уделяется методологии исследования систем управления инновациями и инвестициями.

Предназначено для студентов всех форм обучения по направлению подготовки 080200 "Менеджмент" (квалификация (степень) выпускника "бакалавр"), а также аспирантов, научных работников и менеджеров-практиков, специализирующихся в области разработки и эксплуатации систем управления.

УДК 338 : 65

ББК 65

ISBN 978-5-94506-280-1

© Мешков Н.А., Крупнов Ю.А., 2011

© Московский государственный институт
электроники и математики, 2011

ПРЕДИСЛОВИЕ

Изучение дисциплины "Исследование систем управления" является необходимым условием подготовки современных менеджеров.

В пособии рассматриваются концептуальные и методологические вопросы теории и практики исследования систем управления. Особое внимание уделяется философским аспектам теории познания. Показана связь диалектики и общенаучных и специальных методов и приемов познания.

В разделе "Природа и сущность системного подхода к организации научных исследований" излагаются основы общей теории систем. Приводится классификация систем. Выделяется класс систем управления. Рассматривается процедура выбора методов исследования систем управления.

В разделе "Научное прогнозирование" излагаются методологические основы научного прогнозирования. Приводится классификация методов прогнозирования. Рассматриваются методы экстраполяции и экспертных оценок.

Раздел "Аналоговое моделирование систем управления" посвящен теории и практике исследования систем управления и прогнозирования их развития путем построения и изучения их аналоговых моделей. Приводится классификация математических моделей. Излагаются основы теории активных систем. Формулируется задача идентификации систем управления. Рассматривается методология имитационного моделирования систем.

В разделе "Статистическое исследование систем управления" рассматриваются методы статистического анализа, наиболее часто применяемые для исследования массовых случайных явлений (процессов) по результатам наблюдений и экспериментов.

В разделе "Социологическое исследование систем управления" раскрываются основы социологической методологии. В качестве примера выбрано социологическое исследование проблемно-ориентированных информационно-коммуникационных социально-экономических пространств. Как самостоятельное направление исследования систем управления выделено социально-экономическое экспериментирование.

Завершающий раздел пособия посвящен исследованию систем управления инновационной деятельностью и инвестированием. Излагается инновационная концепция производственно-хозяйственной деятельности. Вводится понятие интегрального критерия оценки инвестиционных проектов. Определяются критерии инвестиционной привлекательности коммерческих организаций. Рассматривается процедура применения интегрального критерия оценки инвестиционных проектов, основанная на использовании прогнозирующих трендов Демарка.

Дисциплина "Исследование систем управления" дает студентам систематизированные знания в области исследования организационно-экономических систем и создания систем управления хозяйствующими субъек-

тами и помогает сформировать соответствующие компетенции. Важное место в системе подготовки современного менеджера занимает освоение методологии исследования систем управления инновациями и инвестициями.

1. ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ РОЛЬ В НАУЧНОЙ И ПРАКТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

Философские аспекты теории познания

Российский "Большой энциклопедический словарь" определяет *философию* как "форму общественного сознания, мировоззрение, систему идей, взглядов на мир и на место в нем человека".

*Теория познания (гносеология*¹), изучающая закономерности и возможности познания, отношения знания (ощущений, представлений, понятий) к объективной реальности, исследующая ступени и формы процесса познания, условия и критерии его достоверности и истинности, является одним из фундаментальных разделов философии.

Любая *теория*² начинается с терминов и определений. В основе *теории познания* лежат раскрывающие ее суть понятия *знание* и *познание*:

- *знание* – проверенный практикой результат познания действительности, верное ее отражение в мышлении человека;
- *познание* – обусловленный развитием общественно-исторической практики процесс отражения и воспроизведения действительности в мышлении человека.

Сфера человеческой деятельности, направленной на выработку новых объективных знаний о природе, обществе, мышлении, называется *наукой*.

Субъект и объект познания

Учение о научном *методе познания*³ называется *методологией*⁴. Теория познания, как методология всех наук, базируется на неразрывно связанных между собой понятиях *объекта* и *субъекта* познания:

- *объект познания* – объективная действительность как чувственно-предметная, материально-вещественная деятельность человека, персонифицирующая силу познания, составляющая основу развития человеческого общества;
- *субъект познания* – человек или сообщество людей, все человечество в целом, творчески относящиеся к объекту познания.

¹ *Гносеология* - от греч. *gnōsis* (знание) и *logos* (слово, понятие, учение, наука).

² *Теория* - учение, система научных принципов, идей, обобщающих практический опыт и отражающих объективные закономерности развития природы, общества, мышления (от греч. *theōria* - наблюдение, исследование).

³ *Метод* - способ познания (исследования) явлений природы и общественной жизни, совокупность приемов и операций практического и теоретического освоения действительности (от греч. *méthodos* - путь исследования, теория, учение). Совокупность *методов* практического осуществления чего-либо называется *методикой*.

⁴ В узком смысле под *методологией* понимается совокупность *методов*, применяемых в какой-нибудь конкретной науке.

Диалектика и ее методологические функции

Диалектика – теория и метод познания явлений действительности в их развитии и самодвижении, наука о наиболее общих законах развития природы, общества и мышления. Диалектика как теория познания раскрывает процесс познания, взаимодействие его основных элементов в процессе постижения истины.

Основные принципы диалектического метода познания

Основным источником познания, его движущей силой, основным потребителем его результатов и основным критерием истины является *практика*¹.

Субъект и *объект* познания существуют в неразрывном *диалектическом единстве*. Только диалектическое единство субъекта и объекта познания обеспечивает *достоверность* (истинность) *познания*.

Спиралеобразный характер диалектического движения к истине – от исходного чувственно-конкретного знания к абстрактному и далее к конкретному в мышлении, позволяет обогащать знания, достигать новых уровней *конкретности*² и *абстрактности*³.

Диалектическое спиралеобразное развитие процесса познания предопределяет необходимость неоднократного последовательного и последовательно-параллельного (итеративного) использования при постижении истины процедур *анализа*⁴ и *синтеза*⁵.

Анализ и *синтез* проявляются в познании в *диалектическом единстве*: если в процессе анализа происходит расчленение (мысленное или реальное) объекта познания на элементы, то основная задача синтеза заключается в системном объединении частей в целое – конкретное знание. Синтез – полностью *эвристическая*⁶, творческая процедура. Формальных методов синтеза не существует.

Процесс познания и законы диалектики

В процессе познания проявляются три основных *закона диалектики*:

- *закон единства и борьбы противоположностей* (как объективный внутренний "источник" всякого движения, развития);

¹ *Практика* - деятельность людей, направленная на преобразование природы и общества (от греч. *praktikos* - деятельный, активный).

² Говорят, что знание *конкретно*, если оно всесторонне охватывает объект познания как единое целое.

³ *Абстракция* - мысленное отвлечение от ряда несущественных свойств предметов и отношений между ними с целью выделения основных свойств, раскрывающих их сущность (от лат. *abstractio* - отвлечение).

⁴ *Анализ* - расчленение (мысленное или реальное) объекта познания на элементы (от греч. *análysis* - разложение).

⁵ *Синтез* - соединение (мысленное или реальное) отдельных элементов объекта познания в единое целое (систему) (от греч. *synthesis* - соединение, составление).

⁶ *Эвристика* - метод исследования, основанный на неформальных, интуитивных ображениях (представляемых без обоснования с помощью доказательств), на общем опыте решения родственных задач (от греч. *heurískō* - нахожу, открываю).

- **закон перехода количественных изменений в качественные** (накопление незаметных, постепенных количественных изменений в определенный для каждого отдельного процесса момент с необходимостью приводит к существенным, коренным, качественным изменениям, к скачкообразному переходу от старого качества к новому);
- **закон отрицания отрицания** (отрицание исходного момента развития и отрицание самого этого отрицания).

Приемы диалектического познания

В зависимости от ситуации, в процессе познания с той или иной степенью эффективности могут в различных сочетаниях применяться следующие **приемы диалектического познания**:

- **сравнение**¹;
- **анализ и синтез**;
- **абстракция**;
- **индукция**²;
- **дедукция**³;
- **эксперимент**⁴;
- **моделирование**⁵.

Взаимосвязь диалектики и общенаучных и специальных методов и приемов познания

Диалектические, общенаучные и специальные (применяемые в конкретных областях знаний) методы и приемы познания отличаются степенью общности (рис. 1.1):

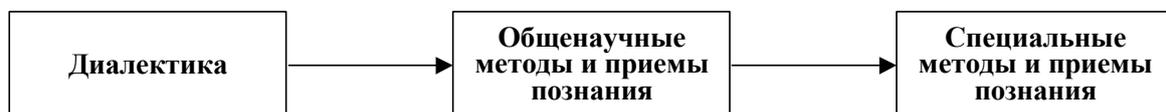


Рис. 1.1. Диалектика и общенаучные и специальные методы и приемы познания

Только с позиций диалектики можно понять сложный, полный противоречий путь становления объективной истины, связь на каждой ступени развития науки элементов абсолютного и относительного, устойчивого и изменчивого, переходы от одних форм обобщения к другим, более глубоким.

¹ **Сравнение** - рассмотрение одного объекта познания в соотношении с другим с целью установления сходства или различия.

² **Индукция** - логическое умозаключение от частных, единичных случаев к общему выводу, от отдельных фактов к обобщениям (от лат. *inductio* - наведение).

³ **Дедукция** - логическое умозаключение от общего к частному, от общих суждений к частным или другим общим выводам (от лат. *deductio* - выведение).

⁴ **Эксперимент** - исследование объектов познания в контролируемых и управляемых условиях.

⁵ **Моделирование** - исследование объектов познания путем построения и изучения их моделей (при теоретическом исследовании - абстрактных, при экспериментальном - предметных).

Научное исследование

Одним из видов познавательной деятельности является *научное исследование* – процесс выработки новых научных знаний.

Научное исследование характеризуется:

- полнотой, достоверностью, объективностью;
- воспроизводимостью;
- доказательностью;
- точностью.

Под *методом научного исследования* понимается способ получения информации о характеристиках объекта исследования и возможном их изменении при изменении условий окружающей среды. Совокупность алгоритмов, специальных правил и приемов получения информации об объекте исследования называется *методикой исследования*.

Практическое физическое, математическое или информационное действие по определению (измерению, расчету) значений характеристик объекта исследования, получению его типового представления (описания), оценке его эффективности и связанных с ним затрат, его безопасности (риска) и т.д., а также по подтверждению достоверности результатов предыдущих действий называется *исследовательским приемом*.

В любом научном исследовании можно выделить два взаимосвязанных уровня: *эмпирический*¹ и *теоретический*. На эмпирическом уровне исследователи устанавливают и обобщают новые научные факты и на их основе формулируют конкретные эмпирические закономерности, на теоретическом уровне – выдвигают и формулируют общие для данной предметной области теоретические закономерности, позволяющие не только объяснить ранее зафиксированные факты и выявленные эмпирические закономерности, но и предсказать будущие события.

Основными *элементами научного исследования* являются:

- обнаружение проблемы;
- формулирование целей и задач исследования;
- декомпозиция² задач исследования;
- анализ имеющейся информации, изучение методов решения задач данного типа;
- формулирование исходных гипотез³;
- анализ исходных гипотез;
- планирование и подготовка наблюдений (экспериментов, измерений);

¹ *Эмпирический* - основанный исключительно на опыте (от греч. *empeiria* - опыт).

² *Декомпозиция* - метод, основанный на расчленении главной задачи на ряд взаимосвязанных локальных подзадач, решаемых независимо друг от друга, и последующей координации полученных локальных результатов (от франц. *décomposition* - расчленение).

³ *Гипотеза* - научное предположение о возможных свойствах, структуре, параметрах, эффективности исследуемого объекта, выдвигаемое для объяснения какого-либо события или факта и требующее проверки на опыте и теоретического обоснования для того, чтобы стать достоверной научной теорией (от греч. *hypóthesis* - предположение).

- имитация условий;
- проведение наблюдений (экспериментов, измерений);
- анализ и обобщение данных наблюдений (экспериментов, измерений);
- проверка исходных гипотез на основе полученных данных;
- уточнение исходных гипотез в соответствии с полученными данными;
- прогнозирование новых результатов;
- определение направлений дальнейших исследований.

Объект и предмет исследования

Объектами исследований в науке о системах – *системологии*, могут быть:

мир – совокупность системы и окружающей ее внешней среды;

внешняя среда – все то, что системой не является, но с чем система взаимодействует;

*система*¹ – совокупность элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом и образующих определенную целостность, единство;

подсистема – совокупность элементов, объединенных единым процессом функционирования, реализующих при взаимодействии операцию, необходимую для достижения цели системы в целом;

операция – последовательность действий по достижению цели, стоящей перед системой;

отношения – в социально-экономических системах, например, под *отношениями* понимаются устойчивые связи, взаимодействия, реакции, ожидания, возникающие в процессе деятельности индивидуумов, производственных коллективов, социальных групп, этносов (в теории и на практике в социально-экономических системах выделяют следующие виды отношений: политические, социальные, экономические, производственные, личные, моральные, культурные).

В каждом конкретном случае в роли *предмета исследования* будет выступать совокупность знаний, умений, навыков, отобранных из соответствующих отраслей науки, техники, экономики для непосредственного изучения (т.е. та сторона *объекта исследования*, которая подвергается изучению).

Идентификация объекта исследования

Построение оптимальной в некотором смысле математической модели объекта исследования по реализациям ее входных и выходных сигналов называется *идентификацией объекта исследования*.

К основным *задачам идентификации объекта исследования* относятся:

- выбор *класса используемых моделей* и *критериев соответствия модели и объекта исследования*;

- выбор *метода идентификации* и разработка соответствующего *алгоритма*¹.

¹ От греч. *systema* - целое, составленное из частей, сочетание, объединение.

Класс используемых моделей выбирают на основе теоретического и экспериментального анализа объекта исследования с использованием общих закономерностей протекающих в нем процессов. С помощью экспериментального анализа производится количественная оценка объекта исследования и проверка соответствия ему выбранной теоретической модели.

В качестве **критерия соответствия модели и объекта исследования** можно использовать **абсолютную погрешность**², **среднюю квадратичную погрешность**³, **максимум правдоподобия**⁴ и другие известные методы оценки.

Методы идентификации объектов исследования делятся на два класса:

- методы **функциональной идентификации**, использующие самые общие гипотезы об объекте исследования (например, предположение о его линейности, стационарности и др.);
- методы **параметрической идентификации**, применяемые в тех случаях, когда параметры математических моделей объектов исследования известны и нужно лишь получить их количественную оценку.

Практическая формула диалектического подхода к исследованию

В схематическом виде практическую формулу диалектического подхода к исследованию можно представить следующим образом (рис. 1.2):



Рис. 1.2. Практическая формула диалектического подхода к исследованию

Логический аппарат исследования систем управления

Формальная логика предоставляет исследователям **способы** и **схемы** построения правильных умозаключений (высказываний). С помощью набора **базовых логических конструкций** любое умозаключение можно представить в виде логического выражения – упорядоченной последовательности логических действий (операций) над совокупностью логических величин.

¹ **Алгоритм** - совокупность правил, определяющих эффективную процедуру решения любой задачи из некоторого заданного класса задач.

² **Абсолютная погрешность** - погрешность, выраженная в единицах оцениваемой величины.

³ **Средняя квадратичная погрешность** - корень квадратный из дисперсии погрешности.

⁴ **Максимум правдоподобия** - метод нахождения статистической оценки неизвестного параметра.

К числу *базовых* относятся следующие *логические конструкции*:

неверно, что X (отрицание X : $\neg X$, \bar{X});

X и Y (конъюнкция: $X \& Y$, $X \wedge Y$);

X или Y (дизъюнкция: $X \vee Y$);

если X , то Y (импликация: $X \rightarrow Y$);

либо X , либо Y (исключающее "или", сумма по модулю 2: $X \oplus Y$, $X + Y$);

ни X , ни Y (одновременное отрицание, "стрелка Пирса": $X \downarrow Y$);

неверно, что X и Y ("антиконъюнкция", "штрих Шеффера": $X | Y$);

X тогда и только тогда, когда Y (эквивалентность: $X \leftrightarrow Y$, $X \sim Y$, $X \equiv Y$).

Научная и практическая эффективность исследования

Основным критерием научной и практической *эффективности исследования* является *практика*.

Научная эффективность исследования определяется новым научным знанием, полученным в результате исследования. В процессе внедрения результатов исследования в практику его *научная эффективность* превращается в *практическую*.

В целом *исследование* можно считать *эффективным*, если его цели были достигнуты в установленные сроки и при заданных ограничениях на используемые ресурсы. В этом случае *критерием эффективности исследования* будет *степень достижения целей исследования*.

Функциональная роль исследования в развитии систем управления

Функциональная роль исследования в развитии систем управления заключается в получении новых знаний, на основе которых вырабатываются новые улучшающие работу этих систем управляющие воздействия, и в каждом конкретном случае зависит от предполагаемого и реального целевого использования результатов исследования. Исследованию системы управления должен предшествовать анализ функциональной роли этого исследования в развитии системы.

Вопросы для повторения

1. Что такое *теория познания (гносеология)*?
2. Определите понятия *субъект* и *объект познания*.
3. Что такое *метод познания*?
4. Что такое *методология*?
5. Что такое *диалектика*?
6. Что является источником познания?
7. Что является движущей силой познания?
8. Что является основным потребителем результатов познания?
9. Что является основным критерием истины?
10. Какой характер имеет диалектическое движение к истине?

11. Что такое *конкретность* и *абстрактность*?
12. Что такое *анализ* и *синтез*?
13. Сформулируйте три основных закона диалектики.
14. Перечислите приемы диалектического познания.
15. В какой взаимосвязи находятся диалектические, общенаучные и специальные методы и приемы познания?
16. Что такое *научное исследование* и чем оно характеризуется?
17. Перечислите основные элементы научного исследования.
18. Что такое *декомпозиция*?
19. Что такое *системология*?
20. Определите понятие *система*.
21. Что может быть объектом исследований в системологии?
22. Что такое *предмет исследования*?
23. Что такое *идентификация объекта исследования*?
24. Какие основные задачи необходимо решить в процессе идентификации объекта исследования?
25. В каких случаях применяются методы функциональной и параметрической идентификации?
26. Изобразите в схематическом виде практическую формулу диалектического подхода к исследованию.
27. Перечислите базовые логические конструкции.
28. Что является основным критерием научной и практической эффективности исследования?
29. Какое исследование можно считать эффективным?
30. В чем заключается функциональная роль исследования в развитии систем управления?

2. ПРИРОДА И СУЩНОСТЬ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА К ОРГАНИЗАЦИИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Системный подход и системный анализ

Системный подход – направление методологии научного познания и социальной практики, в основе которого лежит изучение объектов познания с позиций системного анализа.

*Системный анализ*¹ – совокупность методологических средств, используемых для комплексного исследования трудно наблюдаемых и трудно понимаемых свойств и отношений в объектах с помощью представления этих объектов в виде целенаправленных систем и изучения свойств этих систем и взаимоотношений между целями систем (определенными конечными состояниями) и средствами их реализации.

Общая теория систем – научное направление, связанное с разработкой совокупности философских, методологических, конкретно-научных и прикладных проблем анализа и синтеза систем произвольной природы любой сложности.

Возникновение *общей теории систем* обычно связывают с именем известного австрийского биолога Людвиг фон Берталанфи (1901-1972), пытавшегося найти то общее, что присуще сложным организациям материи как биологической, так и общественной природы. В его понимании система есть "комплекс элементов, находящихся во взаимодействии". Он первым показал, что все живые существа являются открытыми системами и не могут существовать без обмена веществом и энергией с окружающей средой.

Согласно Л.Берталанфи системное познание и преобразование мира предполагает:

- рассмотрение объекта деятельности (теоретической или практической) как системы, т.е. как отграниченного множества взаимодействующих элементов;
- определение состава, *структуры*² и организации элементов и частей системы, обнаружение ведущих взаимодействий между ними;
- выявление внешних связей системы, выделение из них главных;
- определение функции системы и ее роли среди других систем;
- анализ диалектики структуры и функции системы;
- обнаружение закономерностей и тенденций развития системы.

Отдавая дань уважения Л. Берталанфи, нельзя не отметить и российских исследователей, идеи которых легли в основу учения о системах. В

¹ Используемый за рубежом термин *system analysis* изначально в большей степени относился не к *системному анализу* как к "синтетической дисциплине, включающей в себя не только конкретные приемы представления информации, но и фундаментальные разделы теории" (Н. Н. Моисеев [23]), а к *анализу систем* как к совокупности методов и приемов исследования и проектирования конкретных систем.

² *Структура системы* - взаиморасположение и связь элементов системы.

начале XX века в России возникла теория организации – тектология. В 1913-1925 годах в Москве был опубликован цикл работ А.А.Богданова (1873-1928) под общим названием "Всеобщая организационная наука (тектология)". Некоторые базовые положения тектологии (системный подход к изучению организаций, моделирование, обратная связь и др.) получили развитие в кибернетике и общей теории систем.

Ключевые понятия, методология и аппарат общей теории систем

По мнению известного американского ученого М.Месаровича [20], общая теория систем должна быть настолько общей, чтобы охватывать другие уже существующие теории, касающиеся систем, должна иметь строго научный характер и ее научное основание должно быть достаточно фундаментальным, чтобы ее выводы можно было использовать при изучении различных конкретных систем.

Общая теория систем построена на *аналогии (изоморфизме)* процессов, протекающих в системах различного типа. *Изоморфизм*¹ есть математическое уточнение понятия *аналогии*².

В теории систем широко используется *функциональная* и *структурная* аналогия:

• *при функциональной аналогии на основании сходства результирующих функций делаются выводы о сходстве структур*

• *при структурной аналогии на основании сходства структур делаются выводы о сходстве результирующих функций*

Самым важным видом аналогии является *аналогия количественная*, которая может быть как *прямой*, когда переменные и параметры объекта исследования выражаются непосредственно через переменные и параметры его физической модели, так и *косвенной* – основанной на сходстве математического описания модели и объекта.

Изоморфизм строго очерчивает совокупность свойств, по отношению к которым два множества тождественны, т.е. выводы, полученные относительно одного из них, справедливы и для другого. Любую систему S' , изоморфную системе S , можно рассматривать как модель системы S и сводить изучение самых разнообразных свойств системы S к изучению свойств модели S' . Доказанный для систем различной природы изоморфизм дает возможность переносить знания из одной предметной области в другую.

В 1954 году по инициативе Л.Берталанфи было учреждено "Общество исследований в области общей теории систем" – Society for General

¹ *Изоморфизм* - наличие взаимнооднозначного отображения двух совокупностей, сохраняющего их структурные свойства (от греч. *isos* - равный, одинаковый, подобный и *morphe* - форма).

² *Аналогия* - нетождественное сходство (подобие) свойств, соотношений, качественных или количественных признаков у различных объектов (от греч. *analogia* - пропорция, соразмерность).

Systems Research – первая научная организация такого профиля. В задачи общества входило исследование изоморфизма понятий, законов и моделей в различных областях науки для того, чтобы переносить их из одной области в другую; построение адекватных теоретических моделей для тех областей науки, в которых их нет; создание условий, способствующих сокращению дублирования теоретических исследований в различных областях знаний; содействие выявлению единства науки путем установления связей между специалистами различных научных направлений.

В основе всех видов и направлений системного анализа лежит поиск и формулировка *системообразующих факторов*. Все *системообразующие факторы* делятся на *внешние* и *внутренние*. К внешним системообразующим факторам относятся факторы окружающей среды, способствующие возникновению и развитию системы, к внутренним – факторы, порождаемые отдельными элементами, группами элементов или всей совокупностью элементов системы.

Важнейшими *внешними системообразующими факторами* являются *пространство* и *время*¹.

Среди *внутренних системообразующих факторов* можно выделить следующие:

- *общность природного качества элементов*;
- *взаимодополнение* (взаимное дополнение отличающихся тем или иным качеством элементов);
- *индукция* (присущее всем системам живой и неживой природы свойство "достраивать" себя до завершенности, регенерировать утраченные и создавать новые части и органы)²;
- *жесткие связи* (постоянные стабилизирующие факторы, обеспечивающие единство системы);
- *связи обмена*;
- *функциональные связи* (возникающие в процессе специфического взаимодействия элементов системы).

Основные задачи общей теории систем

Общая теория систем ориентирована на решение следующих основных задач:

- изучение систем в условиях неопределенности (когда информации о системе и ее функционировании недостаточно для построения ее строгой математической модели);
- изучение крупномасштабных и сложных систем (используя для этого более абстрактные и менее структуризованные, учитывающие лишь ключевые факторы, описания);

¹ С другой стороны, *время* также является и универсальным *системоразрушающим фактором*.

² В системах, достигших зрелости, *индукция* становится *стабилизирующим фактором*.

- построение моделей исследуемых систем в терминах общей теории систем (построение модели общей теории систем как необходимый промежуточный этап между построением принципиальной схемы исследуемой системы и ее математической модели);
- упрощение междисциплинарного обмена научной информацией (создание "языка междисциплинарного обмена" – основы для формализации любых системных понятий [20]);
- унификация и построение единого научного фундамента для более узких разделов системологии (многие важные вопросы, относящиеся к различным разделам науки о системах, могут быть успешно решены на уровне общей теории систем).

Классификация систем

В самом общем случае любую *систему* можно представить в следующем виде (рис 2.1):



Рис. 2.1. Общее представление системы

Система определяется заданием системных объектов (входа, процесса, выхода, цели, обратной связи¹ и ограничений), их свойств и связей между ними.

Описание *законов функционирования системы* задается тремя семействами функций:

- функциями, определяющими изменение состояний всех элементов системы;
- функциями, задающими их выходные сигналы;
- функциями, описывающими изменения в структуре системы.

Помимо описания законов функционирования системы, в полное описание системы входит также описание ее начального состояния – начальной структуры системы и начальных состояний всех ее элементов.

По внутреннему строению все системы делятся на *системы с постоянной и переменной структурой*.

Совокупность элементов, объединенных структурно и функционально таким образом, чтобы обеспечить при заданных условиях достижение

¹ *Обратная связь* - воздействие *реакции* (результатов функционирования - выходных сигналов) системы на процесс, происходящий в системе.

некоторой цели (множества целей) при ограниченных ресурсах и времени, называется *целеустремленной системой*.

Система, все функции которой являются однозначными, называется *детерминированной*. Система, часть функций которой – случайные функции, называется *стохастической* (вероятностной).

Степень зависимости от внешней среды характеризуется делением всех систем на *открытые, закрытые* и *изолированные*. *Открытые системы* имеют входные и выходные каналы, по которым они могут обмениваться энергией и веществом с внешней средой. Системы, обменивающиеся с внешней средой только энергией, называются *закрытыми*. И если система не обменивается с внешней средой ни веществом, ни энергией, ее называют *изолированной* (входных и выходных каналов изолированные системы не имеют).

Системы, описания которых не сводятся к описанию одного элемента и к описанию и указанию общего числа однотипных элементов, называются *сложными системами*. *Сложность системы* определяется ее *размерностью* (количеством параметров, характеризующих состояния всех элементов системы) и *сложностью ее структуры* (числом связей между элементами системы и их разнообразием). В процессе исследования сложные системы расчленяют на функциональные подсистемы, определяют их внутренние функциональные связи, входы, выходы и состояния и задают общую структуру исходной системы в виде связей, объединяющих все ее подсистемы в единое целое.

Система, все или некоторые функции которой зависят от времени, называется *временной*.

Когда все сигналы и состояния всех элементов временной системы задаются непрерывными параметрами, система называется *непрерывной*.

Если все сигналы и состояния всех элементов временной системы *дискретны*, система называется *дискретной*. *Дискретная система* определяется множеством состояний S и множеством допустимых процессов функционирования F . Каждый процесс $p \in F$ функционирования дискретной системы представляет собой конечную или бесконечную последовательность состояний системы, которую она может проходить, функционируя в дискретном времени ($p(t)$ – состояние системы в момент времени t).

Базовой теорией для изучения непрерывных систем является теория обыкновенных дифференциальных уравнений, для изучения дискретных систем – теория автоматов и теория алгоритмов.

Временная система, значения выходной величины которой в любой момент времени зависят исключительно от текущего значения входного воздействия и состояния, с которого началась ее эволюция, называется *статической (безынерционной)*. При постоянном входном воздействии на статическую систему ее выход также будет постоянным.

Временная система, значения выходной величины которой зависят не только от текущего значения входного воздействия, но и от его "предыстории", называется *инерционной*.

Если, начиная с любого заданного момента времени, эволюция временной системы в будущем оказывается одинаковой с точностью до сдвига на соответствующий промежуток времени, систему называют **стационарной**.

Временная система, реакция (значение выходной величины) которой однозначно определяется значением входного сигнала, называется **функциональной**. Любую **функциональную систему** можно представить в следующем виде (рис. 2.2):

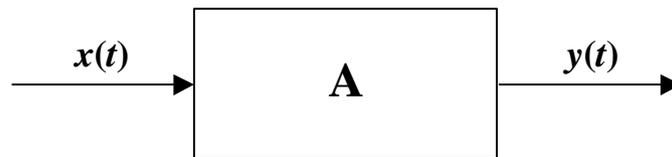


Рис. 2.2. Общий вид функциональной системы

Способ преобразования входного сигнала $x(t)$ в реакцию $y(t)$ определяется **оператором системы A**:

$$y(t) = A\{x(t)\}.$$

Комментарии к терминологии:

функция – переменная величина, числовое значение которой определяется заданием числового значения другой переменной величины – аргумента;

функционал – функция, которая ставит в соответствие каждой функции из некоторого класса функций число (обобщение понятия "функция");

оператор – правило (совокупность математических и логических действий), согласно которому каждому элементу x множества X ставится в соответствие элемент y множества Y (частный случай: **функционал** – оператор, значениями которого являются действительные числа).

Оператор **A** называется **линейным**, если при любых числах n, c_1, \dots, c_n и при любых функциях $x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t)$

$$A\left\{\sum_{k=1}^n c_k x_k(t)\right\} = \sum_{k=1}^n c_k A\{x_k(t)\}.$$

Иначе говоря, линейным называется такой оператор, результат действия которого на любую линейную комбинацию функций

$$\left\{x_k(t) \mid k = \overline{1, n}\right\}$$

является линейной комбинацией результатов его действия на каждую из этих функций в отдельности с теми же коэффициентами.

Основанный на использовании данного обстоятельства **принцип суперпозиции** позволяет выразить реакцию **линейной системы** (системы с линейным оператором) на любое возмущение через ее реакцию на его составляющие – элементарные возмущения. Благодаря принципу суперпозиции любую линейную систему можно полностью охарактеризовать ее реакцией на некие стандартные типы возмущений.

Таблица 2.1. Примеры линейных операторов

	<i>линейные однородные операторы</i>	<i>линейные неоднородные операторы</i>
• оператор дифференцирования	$y(t) = \frac{dx(t)}{dt}$	$y(t) = \frac{dx(t)}{dt} + \xi(t)$
• оператор интегрирования	$y(t) = \int_0^t x(\tau) d\tau$	$y(t) = \int_0^t x(\tau) d\tau + \xi(t)$
• оператор умножения на некоторую функцию $\varphi(t)$	$y(t) = \varphi(t) \cdot x(t)$	$y(t) = \varphi(t) \cdot x(t) + \xi(t)$
• оператор интегрирования с заданной весовой функцией $\varphi(t)$	$y(t) = \int_0^t \varphi(\tau) \cdot x(\tau) d\tau$	$y(t) = \int_0^t \varphi(\tau) \cdot x(\tau) d\tau + \xi(t)$

Понятие и классификация систем управления

Воздействие, вызывающее изменение состояния целеустремленной системы, ведущее к достижению ее цели, называется *управлением*.

Система управления – совокупность *объекта* и *субъекта управления*, действие которой направлено на поддержание или улучшение работы *объекта управления*.

Объект управления – система, в которой происходят процессы, подлежащие управлению.

Субъект (орган) управления – система, осуществляющая сбор, накопление, обработку и передачу информации и формирование управляющих сигналов.

Технология управления – совокупность методов и процессов, необходимых для достижения цели управления.

Для системы управления характерно единство *субъекта* и *объекта* управления – ее управляющей и управляемой частей, которое обеспечивается наличием между ними прямых и обратных связей, образующих в своей совокупности *контур управления* (рис. 2.3):

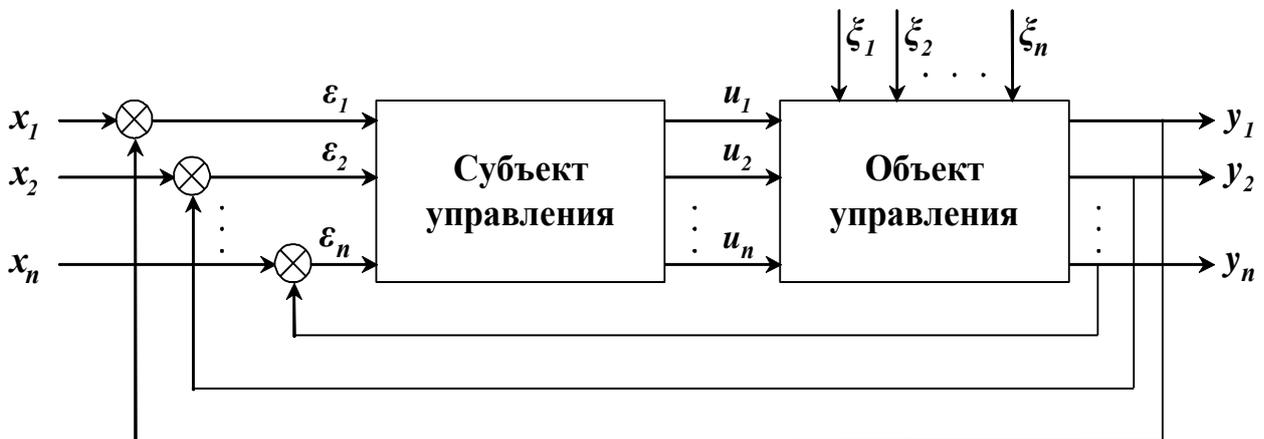


Рис. 2.3. Общая схема системы управления

Под влиянием управляющего воздействия ($\mathbf{u} = (u_1, \dots, u_n)$), вырабатываемого субъектом управления, в объекте управления происходят изменения, результаты которых отражаются на численных значениях его измеряемых параметров. Среди всего множества параметров, по значениям которых можно судить о состоянии объекта управления, выделяют входные (x_i) и выходные (y_i), управляемые и неуправляемые ("возмущения" – ξ_i).

Управляющее воздействие $\mathbf{u} = (u_1, \dots, u_n)$ является функцией величины $\boldsymbol{\varepsilon} = (\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_n)$, равной разности между задающим воздействием (входным сигналом) $\mathbf{x} = (x_1, \dots, x_n)$ и реакцией системы $\mathbf{y} = (y_1, \dots, y_n)$.

Период времени T_y от момента получения новой информации, имеющей отношение к объекту управления, до исполнения управленческого решения называется **циклом операции управления**:

$$T_y = t_{\text{по}} + t_{\text{пр}} + t_{\text{ир}},$$

где $t_{\text{по}}$ – время, уходящее на первичную обработку и обобщение поступившей информации;

$t_{\text{пр}}$ – длительность процесса принятия решения;

$t_{\text{ир}}$ – время, уходящее на передачу и исполнение решения.

Продолжительность цикла операции управления определяет минимально необходимый **период упреждения** в управлении.

По принципу управления различают системы **замкнутые** и **разомкнутые**:

- **система управления замкнутая** – система с **отрицательной обратной связью** (в системах с отрицательной обратной связью реализуется принцип **управления по отклонению** – устранение или уменьшение отклонения регулируемой величины от заданного значения путем измерения этого отклонения и использования его для выработки управляющего воздействия, возвращающего систему в первоначальное состояние);

- **система управления разомкнутая** – система **без обратной связи** (в системах без обратной связи используется принцип **управления по возмущению** – устранение или уменьшение вызванного возмущением отклонения регулируемой величины от требуемого значения путем измерения этого возмущения, его функционального преобразования и выработки соответствующего управляющего воздействия).

Система управления, состояние которой определяется функциями нескольких переменных, зависящими не только от времени, но и от пространственных координат, называется **системой управления с распределенными параметрами**.

Системы управления, на каждое внешнее воздействие откликающиеся вполне определенным образом, называются **рефлексивными (рефлексными, рефлекторными)**. Для **нерефлексивных** систем характерна неоднозначность, многовариантность реакции на одно и то же воздействие.

2. Декомпозиция общего процесса управления на ряд частных функций (задач, операций), выполняемых отдельными элементами исследуемой системы управления:

- проведение детализации общей цели управления на ряд частных взаимосвязанных целей и формирование дерева целей;
- определение элементов системы управления, реализующих сформированные цели;
- исключение элементов, не имеющих цели функционирования;
- выявление функций управления, необходимых для эффективной реализации всех этапов управления в соответствии с общей и частными целями управления;
- сопоставление выделенных функций элементам системы управления и оценка полноты их реализации;
- выявление лишних (дублирующих, малоэффективных, ненужных) функций и выработка рекомендаций по совершенствованию системы управления.

3. Определение качественных и количественных характеристик исследуемых процессов и функций управления.

4. Формирование критериев эффективности функционирования исследуемой системы управления.

5. Оценка эффективности функционирования исследуемой системы управления.

6. Принятие решения о необходимости улучшения функциональных характеристик системы управления.

Диагностика и тестирование систем управления

Важную роль в развитии систем управления играют *диагностика* и *тестирование*.

В самом общем случае под *диагностикой* понимается деятельность по выявлению, оценке и локализации проблем, процесс постановки диагноза.

*Диагноз*¹ – определение существа, особенностей и источника проблемы.

Проблема – критическое рассогласование между желаемыми (заданными) и наблюдаемыми значениями параметров объекта исследования.

Диагностика системы управления – установление и изучение признаков, характеризующих состояние и функционирование системы управления, анализ величин и соотношений параметров системы и внешней среды и их изменений, обнаружение и локализация дефектов в системе, выявление неиспользуемых возможностей, предсказание и предотвращение возможных нарушений в функционировании и состоянии системы в будущем.

¹ От греч. *diagnōsis* - распознавание.

Тестирование – исследование систем управления с помощью *тестов*.

Тест¹ – пробное воздействие на систему с целью определения ее состояния и изучения протекающих в ней процессов.

В маркетинге, например, под тестированием понимается изучение отдельных аспектов потребительского поведения – первых и повторных покупок нового товара, частоты его приобретения, привыкания к нему и т.п. По данным опросов потребителей и специалистов (интервьюирования, анкетирования и др.) рассчитываются показатели нарастания числа покупок (**темпы признания товара**), выявляются и отслеживаются изменения в соотношении долей покупателей, признавших и не признавших товар (**уровень диффузии целевого рынка**), и т.д.

В рекламном бизнесе посредством тестирования изучают степень воздействия рекламы на потребителей, ее убедительность и информативность. В этой сфере под диагностикой понимают оценку качества рекламы ее потребителями.

Различают два вида тестов:

- **функциональные тесты**, предназначенные для проверки правильности функционирования систем (отсутствия критического рассогласования между желаемыми (заданными) и наблюдаемыми значениями их контролируемых параметров);
- **диагностические тесты**, предназначенные для обнаружения и локализации дефектов в системах.

При подготовке к тестированию необходимо помнить, что тестовая проверка позволяет обнаружить только те дефекты, которые приводят к ошибкам, влияющим на правильность выполнения соответствующих тестов.

Процедура выбора метода исследования системы управления

В самом общем случае процедура выбора метода исследования системы управления заключается в следующем:

- формулируется проблема;
- формулируются цели и задачи исследования;
- формализуются требования к результатам исследования;
- оценивается полнота и качество имеющейся у исследователей информации о системе управления и ее внешней среде;
- изучается возможность получения дополнительной информации о системе и ее внешней среде в процессе исследования;
- определяется класс применимых в данной ситуации (возможных) методов исследования;
- формулируются критерии выбора оптимального метода исследования из числа возможных;

¹ От англ. *test* - испытание, исследование.

- вычисляются значения критериев оптимальности для каждого из возможных методов исследования;
- из всех возможных методов исследования выбирается оптимальный.

Вопросы для повторения

1. Что такое *система*?
2. Что такое *системный подход*?
3. Что такое *системный анализ*?
4. Что изучает *общая теория систем*?
5. Кто стоял у истоков системологии?
6. Что такое *аналогия*?
7. В чем суть функциональной аналогии?
8. В чем суть структурной аналогии?
9. Что такое *изоморфизм*?
10. Какую роль играет изоморфизм в общей теории систем?
11. Что относится к внутренним и внешним системообразующим факторам?
12. Перечислите основные задачи общей теории систем.
13. Что входит в описание системы?
14. Какими семействами функций задается описание законов функционирования системы?
15. Чем характеризуется начальное состояние системы?
16. Какие системы называются целеустремленными?
17. Какие системы называются детерминированными?
18. Какие системы называются стохастическими?
19. Какие системы называются открытыми, закрытыми, изолированными?
20. Какие системы называются сложными?
21. Какие системы называются временными?
22. Какие системы называются непрерывными?
23. Какие системы называются дискретными?
24. Какие системы называются непрерывно-дискретными?
25. Какие системы называются статическими?
26. Какие системы называются инерционными?
27. Какие системы называются стационарными?
28. Какие системы называются функциональными?
29. Что такое *оператор системы*?
30. Приведите примеры линейных операторов.
31. В чем суть принципа суперпозиции?
32. Что такое *управление*?
33. Что такое *система управления*?
34. Что такое *объект управления*?
35. Что такое *орган управления*?
36. Как выглядит общая схема системы управления?
37. Что такое *обратная связь*?

38. Что такое *цикл операции управления*?
39. Как определяется минимально необходимый период упреждения в управлении?
40. Какие системы управления называются замкнутыми?
41. Какие системы управления называются разомкнутыми?
42. Что такое *система управления с распределенными параметрами*?
43. Какие системы управления называются рефлексивными (рефлексивными)?
44. Какие системы управления называются динамическими?
45. Что такое *линейная динамическая система*?
46. Что такое *автономная система*?
47. Что такое *диагностика*?
48. Что такое *тестирование*?
49. Какую роль играют диагностика и тестирование в развитии систем управления?
50. В чем заключается процедура выбора метода исследования системы управления?

3. НАУЧНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ

Предпосылки и методологические основы научного прогнозирования

Под *прогнозированием* в системологии понимается научное предсказание о развитии каких-либо явлений (объектов), основанное на изучении специально отобранных для этого данных.

В нормативных документах [25] ключевые понятия науки о закономерностях разработки прогнозов – *прогностики*, раскрываются следующим образом:

- *прогноз* – вероятностное суждение о состоянии объекта исследования в определенный момент времени в будущем и (или) об альтернативных путях достижения этого состояния;
- *прогнозирование* – процесс формирования прогнозов развития на основе анализа тенденций этого развития.

Основным *объектом прогнозирования* в системологии является *мир* – совокупность исследуемой системы и окружающей ее внешней среды.

Главная цель *научного прогнозирования* в системологии заключается в раскрытии неопределенностей, связанных с исследуемой системой и ее внешней средой.

К основным *задачам научного прогнозирования* относятся:

- анализ процессов, происходящих в объекте исследования;
- определение наиболее вероятных путей развития этих процессов;
- предвидение новых проблем, связанных с этим развитием;
- выявление и анализ альтернативных вариантов развития изучаемых процессов.

Результатом научного прогнозирования будет *количественный* или *качественный* прогноз.

При прогнозировании развития социально-экономических систем (как правило, слабоструктурированных, динамических и многофакторных) необходимо иметь в виду вероятностный характер получаемых прогнозов.

Исходя из задач прогнозирования, различают прогнозы *поисковые* – устанавливающие возможные состояния объекта прогнозирования в будущем, *программные* – устанавливающие пути и сроки достижения определенных состояний объекта прогнозирования, и *организационные* – устанавливающие потребность в ресурсах, необходимых для достижения объектом прогнозирования определенных состояний в заданные сроки.

По характеру воздействия на объект прогнозирования прогнозы делят на *пассивные* (когда полученный прогноз не влияет и не может повлиять на объект прогнозирования) и *активные*. К активным относятся, в частности, прогнозы динамики народонаселения, оказывающие большое влияние на формирование демографической политики России, и, как следствие, на развитие демографических процессов в стране.

Прогнозы могут быть *точечными* и *интервальными*. В первом случае прогнозируемая величина будет представлена единственным возмож-

ным значением, во втором случае – интервалом, определяющим совокупность ее возможных значений. Чем выше *доверительная вероятность* (надежность прогноза), тем шире *доверительный интервал*, но меньше априорная точность прогноза.

Интервальный прогноз \tilde{y} получается из точечного прогноза \hat{y} с помощью преобразования

$$\tilde{y} = \hat{y} \pm t_{\alpha} \cdot S_p,$$

где S_p – средняя квадратичная *ошибка прогноза* (величина, характеризующая расхождение между фактическим и прогнозным значением прогнозируемого показателя), t_{α} – значение t-статистики Стьюдента.

Помимо прогнозов *ex ante* (предсказание будущих значений *эндогенных переменных*¹ изучаемой модели на основе оцененных параметров модели и гипотез о значениях *экзогенных переменных*²) могут быть также построены и прогнозы *ex post* (предсказание прошлых значений *эндогенных переменных* модели на основе ее оцененных параметров и фактических для прошлого периода значений *экзогенных переменных*). Прогнозы *ex post* используются для проверки точности и надежности построенных моделей. По данным прогнозов *ex post* уточняется структура изучаемых моделей, состав переменных и способы оценивания параметров.

Необходимыми этапами процесса прогнозирования являются стадии *прогнозной ретроспекции* (на которой изучается история объекта прогнозирования и прогнозного фона с целью получения их систематизированного описания) и *прогнозного диагноза* (когда изучается история объекта прогнозирования и прогнозного фона с целью выявления тенденций их развития и выбора (разработки) моделей и методов прогнозирования).

Как правило, качество прогноза во многом зависит от длительности *периода основания прогноза* – временного интервала, на базе которого строится прогнозная ретроспекция.

Важную роль в прогнозировании играет *период упреждения прогноза* – интервал времени, на который строится данный прогноз. Максимально возможный период упреждения прогноза с заданными точностью и достоверностью именуют *прогнозным горизонтом*. По этому показателю различают прогнозы *оперативные (текущие)*, *краткосрочные*, *среднесрочные* и *долгосрочные*³.

Процедура оценки функциональной полноты, точности и достоверности прогноза называется *верификацией*. Известны следующие *способы верификации прогнозов*:

- прямая верификация – верификация, осуществляемая путем разработки того же прогноза другим методом;

¹ *Эндогенный* - внутреннего происхождения.

² *Экзогенный* - внешнего происхождения.

³ В экономике, например, оперативными считаются прогнозы на срок до 1 года, краткосрочными - до 3 лет, среднесрочными - от 5 до 7 лет, долгосрочными - свыше 10 лет.

- косвенная верификация – верификация прогноза путем сопоставления его с прогнозом или данными, полученными из других источников;
- инверсная верификация – верификация прогноза путем проверки адекватности прогностической модели в ретроспективном периоде;
- консеквентная верификация – верификация, осуществляемая путем аналитического или логического выведения прогноза из ранее полученных прогнозов;
- верификация экспертом – верификация путем сравнения прогноза с мнением эксперта;
- верификация оппонентом – верификация путем опровержения критических замечаний оппонента по прогнозу.

Классификация методов прогнозирования

Число известных на сегодняшний день различных по уровню обоснованности и эффективности методов и приемов прогнозирования приближается к 200. Объясняется это, с одной стороны, разнообразием объектов прогнозирования и целей, стоящих перед исследователями, с другой стороны – принципиальной возможностью применения разных подходов к решению одних и тех же задач.

К основным группам методов прогнозирования относятся методы *экстраполяции, экспертных оценок, аналогового моделирования*.

Методы экстраполяции

Методы экстраполяции основаны на предположении о том, что, проанализировав изменение отдельных параметров объекта исследования в прошлом и изучив факторы, обуславливающие эти изменения, можно сделать вывод о путях его развития в будущем (при этом необходимо, чтобы за время упреждения прогноза в объекте исследования не произошло существенных изменений – в составе, структуре, целевых функциях и т.д.).

Выделяют два основных класса задач, решаемых методами экстраполяции: *задачи динамического и статистического экстраполирования*.

При *динамическом экстраполировании* главным фактором развития объекта прогнозирования является *время*. Прогноз в этом случае строится на основе анализа *временных (динамических) рядов*.

Временным (динамическим) рядом называется временная последовательность ретроспективных значений параметра объекта исследования X_1, X_2, \dots, X_T – наблюдаемых значений ряда в моменты времени t ($t = 1, 2, \dots, T$). В отличие от анализа случайных выборок *анализ временных рядов* основывается на предположении, что последовательные значения параметра объекта исследования наблюдаются через равные промежутки времени.

Основная цель анализа временных рядов заключается в определении природы ряда и предсказании будущих значений ряда по его настоящим и

прошлым значениям. Для этого модель ряда необходимо идентифицировать и описать.

Анализ временного ряда начинают с выявления в нем регулярной (S_t) и случайной (E_t) составляющих:

$$X_t = S_t + E_t .$$

В регулярной составляющей S_t выделяют *тренд* – систематическую компоненту, характеризующую основную (долгосрочную) тенденцию ряда (U_t), и компоненту, отражающую *периодические (сезонные) колебания* (W_t):

$$S_t = U_t + W_t .$$

Тренд может быть как детерминированным, так и стохастическим. В стохастическом случае ряд представляют в виде двух случайных компонент ξ_t и ε_t , где ξ_t характеризует случайное изменение уровня ряда (через величину ξ_t осуществляется взаимодействие членов ряда, относящихся к различным моментам времени), а ε_t – случайное отклонение от этого уровня (переменная ε_t связана только с одним синхронным ей членом ряда).

Для идентификации моделей временных рядов используются методы *сглаживания, подгонки и автокорреляции*.

В рядах, содержащих значительные ошибки, при выделении тренда используется метод *сглаживания* – локального усреднения данных, при котором несистематические компоненты взаимно погашают друг друга. Самый общий метод сглаживания – *скользящее среднее*, в котором каждый член ряда заменяется простым или взвешенным средним n соседних членов. Вместо среднего можно использовать *медиану* этих значений. Основное преимущество медианного сглаживания, по сравнению со сглаживанием скользящим средним, состоит в том, что результаты в этом случае становятся более устойчивыми к "выбросам". Если в данных имеются выбросы (связанные, например, с ошибками измерений), сглаживание медианой обычно приводит к более гладким кривым. Основным недостатком медианного сглаживания – в том, что при отсутствии явных выбросов он приводит к более "зубчатым" кривым, чем при сглаживании скользящим средним, и не позволяет использовать весовые коэффициенты.

Относительно реже, когда ошибка измерения слишком велика, применяется сглаживание методом *наименьших квадратов, взвешенных относительно расстояния*, или *отрицательное экспоненциально взвешенное сглаживание*. Все эти методы отфильтровывают шум и преобразуют данные в относительно гладкую кривую. Ряды с небольшим количеством наблюдений и систематическим расположением точек могут быть сглажены с помощью сплайн-функций.

Подгонка функций осуществляется с помощью **регрессионного анализа**. Многие монотонные временные ряды можно приблизить линейной функцией ($y_t = a + b \cdot t$). При наличии монотонной нелинейной компоненты используют **степенные** ($y_t = a \cdot t^b$) и **экспоненциальные** ($y_t = a \cdot e^{bt}$) модели трендов (оценивание параметров a и b проводится **методом наименьших квадратов**).

Сезонность может быть определена как **корреляционная зависимость** порядка k между каждым i -м членом ряда и $(i-k)$ -м членом, которую можно измерить с помощью **автокорреляции** (корреляции между членами одного ряда). Величина k называется **лагом** (сдвигом, запаздыванием). Когда ошибка измерения не слишком велика, сезонность можно определить визуально, сравнивая поведение членов ряда через каждые k единиц времени.

При **статистическом экстраполировании** **время** играет роль независимой переменной. Значения прогнозируемых параметров объекта исследования в этом случае зависят от того, какие факторы, в каком направлении и с какой интенсивностью влияли на них в анализируемый период. Прогноз развития строится с помощью **корреляционного** и **регрессионного** анализа.

Методы экспертных оценок

При прогнозировании качественных характеристик объектов исследования применяются **методы экспертных оценок**, предполагающие проведение отдельными **экспертами**¹ (**индивидуальная экспертиза**) или группами экспертов (**коллективная экспертиза**) качественного исследования систем управления с целью получения **экспертных оценок**² некоторых их характеристик, не поддающихся непосредственному измерению.

Эксперт должен удовлетворять следующим требованиям:

- быть признанным специалистом в той области знаний, к которой относится объект экспертизы;
- отличаться высоким уровнем общей эрудиции,
- психологически ориентироваться на прогресс;
- обладать способностью к адекватному отображению тенденций развития объекта исследования;
- его оценки должны быть стабильны во времени;
- он не должен быть заинтересован в конкретных результатах экспертизы.

¹ **Эксперт** - человек, которого орган, принимающий решение на основе результатов экспертизы, или проводящая экспертизу аналитическая группа считают профессионалом достаточно высокого уровня в вопросе, составляющем объект экспертизы, и чьи оценки и суждения по поводу объекта экспертизы учитываются при принятии решений (от лат. *expertus* - опытный).

² **Экспертная оценка** - эвристическая оценка, основанная на интуиции, воображении и опыте эксперта.

К помощи *экспертов* прибегают, как правило, в следующих случаях:

- когда объект исследования или его характеристики субъективны;
- когда у исследователей нет приборов, необходимых для измерения всех основных характеристик объекта исследования;
- когда речь идет о еще не созданных объектах исследования.

Методы индивидуальной экспертизы подразделяются на две группы: "*интервью*" и *аналитические*. При проведении *экспертизы методом "интервью"* прогнозист вступает в непосредственный контакт с экспертом и, в соответствии с заранее подготовленной программой, ставит перед ним вопросы, касающиеся перспектив развития объекта прогнозирования. *Аналитическая экспертиза* предполагает самостоятельную работу эксперта, направленную на анализ тенденций и оценку возможных путей развития объекта прогнозирования.

Самыми известными *методами коллективной экспертизы* являются методы *комиссии (круглого стола)* и *Дельфи*.

Метод комиссии предусматривает проведение группой экспертов общей дискуссии с целью выработки единого мнения о перспективах развития объекта прогнозирования. К недостаткам метода комиссии относятся, прежде всего, такие субъективные факторы, как влияние экспертов друг на друга и инерционность в отказе от однажды высказанного мнения. Смягчить действие этих факторов можно с помощью метода *мозгового штурма*.

Метод Дельфи предполагает отказ от прямых коллективных обсуждений изучаемой проблемы. Дискуссию заменяют программой последовательных индивидуальных опросов, сводящихся обычно к анонимному заполнению *таблиц экспертной оценки*. Ответы экспертов обобщают, дополняют новой информацией и обобщенной аргументацией и возвращают экспертам с предложением уточнить свои ответы. Процедура повторяется до тех пор, пока не будет достигнута приемлемая сходимость всех высказанных мнений.

Экспертиза по методу Дельфи проходит в несколько туров.

По данным анкет, заполняемых экспертами в I-м туре, организаторы экспертизы составляют перечень событий, имеющих отношение к объекту прогнозирования, которые, как считают эксперты, могут произойти в будущем.

В анкетах II-го тура эксперты дают обоснованную оценку срокам реализации прогнозируемых событий. Организаторы экспертизы обобщают эту информацию и сообщают экспертам результат – групповой прогноз.

В III-м туре эксперты работают со всей имеющейся на этот момент информацией. Они должны рассмотреть все аргументы всех участников экспертизы, предложить новые оценки предполагаемых сроков наступления прогнозируемых событий, обосновать свою точку зрения (в случае ее существенного отклонения от групповой) и прокомментировать противоположные мнения. По их данным организаторы экспертизы составляют новый групповой прогноз.

В IV-м туре эксперты знакомятся с новым групповым прогнозом, аргументами и критикой и составляют свой итоговый прогноз.

В процессе коллективной экспертизы должна быть обеспечена взаимная независимость мнений экспертов. Излагая свое мнение, эксперты должны указывать структуру аргументов, послуживших им основанием для той или иной оценки.

От прогнозов, построенных на основе индивидуальных оценок, коллективные прогнозы отличаются повышенной точностью и степенью конкретизации.

Схематически процесс проведения экспертизы можно представить следующим образом (рис. 3.1):



Рис. 3.1. Блок-схема процесса проведения экспертизы

Качество прогнозов, построенных на основе экспертных оценок, определяется качеством экспертизы. Снижение качества экспертизы может быть обусловлено следующими причинами [28]:

- преувеличение возможностей экспертных оценок;
- излишнее увлечение "здравым смыслом";
- использование некомпетентных экспертов;
- недостаточная информированность экспертов о конкретном объекте экспертизы;
- нечеткая постановка задачи экспертам;
- стремление оставаться в рамках одной экспертной процедуры (технологии);
- излишнее увлечение количественными оценками;
- нарушение принципов теории измерений (некорректная обработка экспертных оценок);
- противоречивость экспертных оценок при парных сравнениях;
- неоправданное увлечение свертками оценок;
- неадекватное преобразование мнений экспертов в коллективное предпочтение;
- отсутствие информационного взаимодействия между экспертами;
- конформизм экспертов;
- участие в экспертизе людей, заинтересованных в ее конкретных результатах;
- несогласованность в понимании участниками экспертизы точности экспертных оценок;
- излишнее увлечение формальными моделями;
- неправильная обработка результатов экспертизы;
- некорректная интерпретация результатов экспертизы.

План и прогноз

В отличие от прогнозирования под *планированием* понимается директивное определение перечня и сроков действий, исходя из определенных целей и ресурсов, выделяемых для достижения этих целей, и научно обоснованных нормативов расходования этих ресурсов. В роли *объекта планирования* выступает *процесс в системе управления*.

Подготовка рациональных управленческих решений на основе экспертных оценок

Для подготовки рациональных управленческих решений на основе экспертных оценок используется *метод прогнозного графа*. Суть данного метода состоит в построении и анализе модели сети взаимосвязей, возникающих при решении задач развития исследуемой системы. При этом обеспечивается возможность формирования множества различных вариантов развития, каждый из которых ведет в перспективе к достижению целей развития объекта прогнозирования. Последующий анализ модели позволяет определить оптимальные пути достижения этих целей. В результате повышается обоснованность перспективного планирования и управления.

Вопросы для повторения

1. Что такое *научное прогнозирование*?
2. В чем заключается главная цель научного прогнозирования?
3. Перечислите основные задачи научного прогнозирования.
4. Чем отличаются друг от друга поисковые, программные и организационные прогнозы?
5. Из каких этапов состоит процесс прогнозирования?
6. Что такое *прогнозная ретроспекция*?
7. Что такое *прогнозный диагноз*?
8. Что такое *период основания прогноза*?
9. Что такое *период упреждения прогноза*?
10. Что такое *прогнозный горизонт*?
11. Что такое *верификация прогноза*?
12. Перечислите способы верификации прогнозов.
13. Чем объясняется разнообразие методов прогнозирования?
14. Назовите основные группы методов прогнозирования.
15. На чем основаны методы экстраполяции?
16. В чем суть динамического экстраполирования?
17. Что такое *временной (динамический) ряд*?
18. В чем заключаются основные цели анализа временных рядов?
19. Что такое *тренд*?
20. В чем суть статистического экстраполирования?
21. На чем основаны методы экспертных оценок?
22. Каким требованиям должен удовлетворять эксперт?
23. В каких случаях возникает необходимость в помощи экспертов?
24. Как проводится индивидуальная экспертиза?
25. В чем суть метода Дельфи?
26. Нарисуйте блок-схему процесса проведения экспертизы.
27. Какими причинами может быть обусловлено снижение качества экспертизы?
28. В чем суть метода прогнозного графа?
29. Что такое *планирование*?
30. Чем планирование отличается от прогнозирования?

4. АНАЛОГОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Аналоговое моделирование и аналоговые модели

Под *аналоговым моделированием* понимается метод исследования систем управления, основанный на использовании *аналоговых моделей*. *Аналоговой* называется *модель*¹, отражающая и воспроизводящая структуру, свойства, взаимосвязи и отношения изучаемой системы управления².

Научной базой аналогового моделирования является *теория подобия*, изучающая условия, при которых обеспечивается взаимное соответствие между моделью и объектом исследования. Два явления (объекта) считаются подобными, если характеризующие их величины аналогичны в сходных точках пространства в сходные моменты времени, т.е. между определенными параметрами модели и объекта имеются масштабные соотношения. Подобные явления описываются изоморфными уравнениями.

В теории и на практике различают две группы *аналоговых моделей*:

- физические модели:
 - *масштабные модели*, каждый элемент которых в масштабе повторяет соответствующий элемент объекта исследования (когда между параметрами и функциями возмущения и реакции объекта исследования и его масштабной модели существует однозначное соответствие);
 - *модели-аналоги*, в которых реакции на аналогичные возмущения подобны реакциям объекта исследования³;
- математические модели:
 - *вещественно-математические модели*, имеющие с объектом исследования одинаковое математическое описание;
 - абстрактные *логико-математические модели*.

Физическое моделирование – метод исследования систем управления путем построения и изучения их физических моделей. При физическом моделировании сохраняются особенности проведения эксперимента в натуре с соблюдением подобия модели и объекта исследования и диапазона изменения соответствующих физических параметров (*прямая аналогия*). Этот метод наиболее эффективен в тех случаях, когда исходные данные исследуемых систем известны с ограниченной точностью, и тогда, когда невозможно дать точное математическое описание их функционирования.

¹ *Модель* - схема, изображение или описание объекта или явления (от фр. *modele*).

² В некоторых отраслях науки и техники аналоговыми называют модели, оперирующие с информацией, представленной в аналоговой форме (*аналоговый* - непрерывный, неделимый).

³ В самом общем случае модель-аналог и объект исследования не обязательно должны иметь одинаковую природу. Нужно только, чтобы они подчинялись одним физическим законам и их математические описания, а также описания их отдельных элементов, были бы подобны. Каждому параметру объекта исследования должен однозначно соответствовать некоторый элемент модели-аналога.

ния, а получение их точных характеристик экспериментальным путем связано с чрезмерными трудностями и затратами.

Математическое моделирование – метод исследования систем управления путем построения и изучения их математических моделей. В основу математического моделирования положена **косвенная аналогия** явлений различной физической природы.

Обобщением аналогового моделирования является **квазианалоговое моделирование** – исследование физического процесса путем изучения явления иной физической природы, которое описывается математическими соотношениями, **эквивалентными** относительно получаемых результатов, и допускает измерение значений неизвестных величин. Состояние объекта моделирования характеризуется группой неизвестных величин $x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t)$, а состояние модели, находящейся в квазианалоговом соответствии с объектом, – группой величин $b_1x_1(t), \dots, b_nx_n(t), z_{n+1}(t), \dots, z_{n+m}(t)$, где b_1, b_2, \dots, b_n – некоторые константы.

Главная особенность квазианалогового моделирования заключается в том, что квазианалоговая модель является аналогом системы уравнений, отличных от уравнений объекта моделирования. Чтобы уравнения объекта моделирования и его квазианалоговой модели стали эквивалентны, необходимо выполнить ряд условий – условий эквивалентности. В частности, когда условия эквивалентности таковы, что для их реализации в модели не требуется использование получаемых в ней величин, квазианалоговая модель по своим свойствам практически ничем не должна отличаться от моделей прямой аналогии. Такие модели классифицируют как **квазианалоговые модели 1-го рода** (неуправляемые, неуравновешиваемые). Единый подход к получению уравнений неуравновешиваемых квазианалоговых моделей состоит в замене исходных уравнений эквивалентными или расширенными.

В самом общем случае, когда реализация условий эквивалентности невозможна без использования получаемых в модели величин, для реализации этих условий организуют специальное управление – уравновешивание. Модели такого типа называют **квазианалоговыми моделями 2-го рода** (управляемыми, уравновешиваемыми). Свойства уравновешиваемых моделей определяются структурой эквивалентных уравнений. Как и в случае неуравновешиваемых моделей, единый подход к получению эквивалентных уравнений состоит здесь в том, чтобы заменить исходные уравнения расширенными, обеспечив выполнение условий эквивалентности.

Принцип эквивалентности, лежащий в основе квазианалогового моделирования, – более общий, чем принцип подобия, на котором основано аналоговое моделирование. Квазианалоговое моделирование можно применять при решении существенно более широкого класса задач, включая моделирование объектов, описываемых системами уравнений с начальными и краевыми условиями, решение задач оптимального планирования и т.д.

Математическое моделирование социально-экономических систем

Основная задача математического моделирования социально-экономических систем заключается в *моделировании экономической динамики* – построении и исследовании математических моделей, отражающих экономические процессы в их динамике для выявления и изучения действующих в них закономерностей, прогнозирования, планирования и управления этими процессами.

Классификация математических моделей

1) *Модели без управления*

Модели без управления описывают динамические процессы, не содержащие свободных параметров или функций, которые при необходимости можно было бы использовать для достижения каких-либо целей.

В общем случае модели такого рода могут быть *стохастическими* – содержать случайные величины и функции:

$$\dot{x} = f(x, t, \xi),$$

где $x(t)$ – вектор состояний объекта исследования, t – время, $\xi(t)$ – некая случайная вектор-функция – *возмущающее воздействие (возмущение)*¹. При изучении стохастических систем исследуют не отдельные траектории их эволюционирования, а статистические свойства этих траекторий.

Модели без управления более всего характерны для систем неживой природы.

2) *Модели с управлением*

В эту группу входят самые интересные, с точки зрения практического применения, модели:

- *модели, используемые для оптимизации некоторых конкретных действий;*
- *модели, используемые для анализа конфликтных ситуаций (кибернетические системы).*

Модели с управлением, используемые для оптимизации некоторых конкретных действий. К этому классу относятся модели, описываемые уравнениями вида:

$$\dot{x} = f(x, t, u, \xi),$$

где $u(t, x)$ – управляющая функция, выбор которой относится к компетенции субъекта управления. В каждом конкретном случае управляющая функция выбирается из условия достижения цели, стоящей перед системой

¹ *Возмущающее воздействие, возмущение* - воздействие на систему, стремящееся нарушить требуемую функциональную связь между входом и выходом системы (может быть как внешним, так и внутренним).

управления, которая в теории систем формулируется в виде задачи максимизации (минимизации) функционала:

$$J = \int_0^T F(x, t, u, \xi) dt \rightarrow \max (\min).$$

Кибернетические системы. В самом общем случае любую кибернетическую систему можно описать с помощью следующей математической модели:

$$\dot{x} = f(x, t, u_1, \dots, u_n, \xi),$$

где $u_i(t, x)$ – управляющие функции субъектов системы ($i = \overline{1, n}$).

Все субъекты кибернетической системы имеют свои собственные, вполне определенные цели:

$$J_i = \int_0^T F_i(x, t, u_1, \dots, u_n, \xi) dt \rightarrow \max.$$

Из всего многообразия кибернетических систем в первую очередь можно выделить два наиболее известных класса: **системы с иерархической структурой**, представляющие собой модели конфликтных ситуаций, в которых проявляются отношения подчиненности (**иерархические системы**), и **системы гермейеровского типа**, все субъекты которых являются равноправными партнерами.

Простейшие кибернетические системы (в которых объем информации, используемой для принятия управленческих решений, не слишком велик) можно строить по централизованной схеме. Для них такая схема является оптимальной.

Необходимость в децентрализации и создании иерархической организации возникает в тех случаях, когда централизованная обработка информации либо в принципе невозможна, либо связана с недопустимо большими затратами материальных, трудовых или временных ресурсов.

Главная задача иерархической организации заключается в рациональном распределении функций сбора, накопления, обработки и передачи информации, необходимой для принятия управленческих решений. Распараллеливание обработки данных позволяет, с одной стороны, принимать рациональные управленческие решения без учета сложных взаимосвязей и взаимозависимостей в системе, сужая, однако, при этом множество допустимых стратегий функционирования системы, а с другой стороны, более подробно обрабатывать отдельные массивы данных, снижая тем самым уровень неопределенности (сокращая число и уменьшая значение неопределенных факторов) и повышая качество информации, что в конечном счете делает возможным получение более качественного решения.

Обозначим через $f(u, \xi)$ целевую функцию исследуемой системы (здесь $u = (u_1, \dots, u_n)$ – вектор управления, ξ – переменная, характеризую-

ющая неопределенность). Будем считать, что в условиях жесткой централизации $u \in G_u$, $\xi \in G_\xi$. Тогда *гарантированная оценка*¹ f^0 значения целевой функции $f(u, \xi)$ будет определяться выражением

$$f^0 = \max_{u \in G_u} \min_{\xi \in G_\xi} f(u, \xi) \quad (*)$$

Отказавшись от жесткой централизации, можно создать в исследуемой системе *иерархическую структуру*. Главная особенность *иерархических систем* заключается в том, что в них функции управления распределяются между их элементами, принимающими управленческие решения u при ограниченной информации, без использования всего объема данных:

$$u \in G'_u \subset G_u.$$

Снижение уровня неопределенности в иерархической системе можно охарактеризовать следующим соотношением:

$$\xi \in G'_\xi \subset G_\xi.$$

Гарантированная оценка \hat{f} значения целевой функции системы $f(u, \xi)$ на множествах G'_u и G'_ξ выглядит следующим образом:

$$\hat{f} = \max_{u \in G'_u} \min_{\xi \in G'_\xi} f(u, \xi).$$

Понятно, что гарантированная оценка целевой функции конкретной иерархической системы во многом зависит от ее архитектурной формы. Каждой архитектурной форме s из множества допустимых структур S соответствует свое множество стратегий $G_u^s \subset G'_u$ и свое множество неопределенностей $G_\xi^s \subset G'_\xi$. Гарантированная оценка f^s значения целевой функции системы $f(u, \xi)$ на множествах $G_u^s \subset G'_u$ и $G_\xi^s \subset G'_\xi$ определяется выражением

$$f^s = \max_{u \in G_u^s} \min_{\xi \in G_\xi^s} f(u, \xi).$$

Отсюда естественным образом вытекает задача максимизации гарантированной оценки f^s на множестве допустимых структур S :

$$f^* \rightarrow \max_{s \in S} f^s.$$

¹ Говорят, что величина f^0 является *гарантированной оценкой* функции $f(u, \xi)$, если, каково бы ни было значение параметра неопределенности $\xi \in G_\xi$, выбор $u^0 \in G_u$ по формуле (*) гарантирует, что при любом значении $\xi \in G_\xi$ значение целевой функции будет не меньше, чем f^0 .

В связи с переходом России к рынку особого внимания российских ученых сегодня заслуживают *системы гермейеровского типа* [13]. В отличие от иерархических систем в системах гермейеровского типа нет отношений подчиненности. В рыночных условиях экономические отношения между всеми хозяйствующими субъектами, независимо от их организационно-правовой формы и формы собственности на их имущество, строятся на принципах равенства, автономии воли и имущественной самостоятельности их участников.

Каждый субъект гермейеровской системы имеет свою собственную целевую функцию $f_i(x_i)$ и полностью распоряжается необходимым ему для реализации этой функции ресурсом вида i . Общее количество ресурса вида i в системе обозначим через a_i ($i = \overline{1, n}$). Будем считать, что все субъекты данной системы, помимо своих собственных целей, ориентированы также на достижение одной общей цели $F(y_1, \dots, y_n)$ – главной (глобальной) цели системы (здесь $y_i = a_i - x_i$ – ресурс, выделяемый i -тым субъектом системы своим партнерам, его вклад в общее дело). В теории исследования операций такую ситуацию образно называют задачей "о путешественниках в одной лодке": делая все возможное для достижения своих личных (эгоистических) целей, каждый из путешественников, волею судьбы оказавшихся в одной лодке, должен вместе с тем всегда помнить о необходимости довести ее, в конечном счете, до берега.

Математически совокупность целей каждого из субъектов гермейеровской системы ($i = \overline{1, n}$) представляется следующим образом:

$$\begin{cases} f_i(x_i) \rightarrow \max \\ F(y_1, \dots, y_n) \rightarrow \max \end{cases}$$

С помощью оператора свертки φ преобразуем этот векторный критерий в скалярный:

$$J_i = \varphi(f_i(x_i), F(y_1, \dots, y_n)).$$

В качестве оператора свертки здесь можно использовать, например, операторы, имеющие следующий вид:

- 1) $J_i = f_i(x_i) + \beta_i \cdot F(y_1, \dots, y_n)$,
 - 2) $J_i = \min \{ \gamma_i f_i(x_i), F(y_1, \dots, y_n) \}$
- и др.

(Здесь β_i и γ_i – весовые коэффициенты, характеризующие степень заинтересованности субъектов системы в достижении главной (глобальной) цели системы.)

Гомеостазис и гомеокинезис

В системный анализ понятие "*гомеостазис*"¹ пришло из физиологии. Физиологи называют *гомеостазисом* совокупность сложных приспособительных реакций организма, направленных на поддержание оптимального режима его внутренней среды (обеспечение постоянства значений его существенных переменных), устранение или максимальное ограничение действия внешних и внутренних факторов, нарушающих ее относительное динамическое постоянство (стабильность). Стремление организма к сохранению своих существенных переменных в физиологических пределах неразрывно связано с процессами *саморегуляции*² и *адаптации*³, основанными на использовании принципа отрицательной обратной связи и направленными на ликвидацию последствий возмущения в тех или иных его подсистемах.

В системологии под *гомеостазисом* понимается свойство системы удерживать свои характеристики в допустимых для ее существования пределах. Область параметров, внутри которой возможно существование системы, называется *областью гомеостазиса системы*.

Целью исследования *гомеостазиса* является изучение его атрибутов – гомеостатических параметров (жестких и пластичных констант), гомеостатических (устойчивых) функций и гомеостатических (устойчивых) связей между параметрами системы, а также *гомеокинезиса* – совокупности механизмов, направленных на их обеспечение.

Из стремления системы к сохранению своего гомеостазиса возникают механизмы выбора вариантов ее поведения, не выводимые из принципов, определяющих течение процессов в неорганической среде. Следуя законам живой природы, всякая хорошо организованная кибернетическая система всегда будет стараться как можно дальше уйти от своей гомеостатической границы.

Для гермейеровских систем границей области гомеостазиса в пространстве переменных y_1, \dots, y_n является поверхность $F(y_1, \dots, y_n) = F_h$, выделяющая в этом пространстве область совместного существования всех субъектов системы. В нашем случае области гомеостазиса отвечает значение функционала $F(y_1, \dots, y_n)$, удовлетворяющее условию

$$F(y_1, \dots, y_n) > F_h.$$

Как показали Ю.Б.Гермейер и И.А.Ватель, если все $f_i(x_i)$ ($i = \overline{1, n}$) и $F(y_1, \dots, y_n)$ – монотонно возрастающие функции своих переменных,

¹ От греч. *homoios* - неизменный, одинаковый, подобный и *stasis* - состояние.

² *Регулирование* - поддержание постоянства или изменение значений переменных системы с целью приближения их к заданным значениям (от лат. *regulare*).

³ *Адаптация* - способность системы приспосабливаться к изменяющимся условиям окружающей среды и (или) к своим внутренним изменениям (от лат. *adaptatio* - приспособлять).

то существуют устойчивые решения, среди которых по меньшей мере одно является эффективным. Здесь под устойчивыми понимаются решения, удовлетворяющие следующему условию: если какой-либо субъект системы выберет стратегию, отличную от исходной, а все его партнеры сохранят свой первоначальный выбор, проиграет прежде всего он сам (*устойчивость по Нэшу*). Таким образом, отступать от устойчивого решения в одиночку никому не выгодно. В свою очередь эффективными в этом случае считаются такие решения, когда улучшение значения целевой функции какого-либо одного субъекта системы возможно только за счет других субъектов системы (*оптимальность по Парето*¹).

В дополнение к сказанному отметим, что при определенных обстоятельствах некоторые субъекты гермейеровской системы могут вообще не участвовать в коллективных мероприятиях, направленных на достижение ее главной цели: либо они не обладают достаточным ресурсом ($a_i \approx 0$), либо находятся на низком уровне технологического развития ($f_i(a_i) \approx 0$), либо просто слабо заинтересованы в результатах общего труда ($\gamma_i \approx 0$).

Основы теории активных систем

К наиболее интересным и перспективным направлениям современной системологии относится *теория активных систем* [9,10], изучающая свойства механизмов функционирования социально-экономических систем, обусловленные проявлениями активности их элементов – управляемых субъектов (объектов управления).

Рассмотрим систему, состояние элементов которой зависит от управления:

$$x = F(u).$$

Предположим, что эффективность функционирования данной системы определяется функционалом $\psi(u, x)$. Тогда эффективность $E(u)$ каждого конкретного управления $u \in U$ будет определяться как

$$E(u) = \psi(u, F(u)).$$

Задача оптимизации управления функционированием такой системы сводится к максимизации функционала $E(u)$ на множестве допустимых управлений U :

¹ Понятие *оптимальности по Парето* является обобщением понятия "оптимум" на случай одновременной максимизации или минимизации нескольких целевых функций: соответствующий набору целевых функций $f_1(x), \dots, f_k(x)$ Парето-максимум x^* , например, будет характеризоваться тем, что не существует такого вектора x' ($x^*, x' \in X$), для которого $f_i(x') \geq f_i(x^*)$ ($i = \overline{1, k}$), причем $f_i(x') > f_i(x^*)$ хотя бы для одного i .

$$E \rightarrow \max_{u \in U} .$$

Системы, детерминированные с точки зрения управления (в смысле отсутствия у объектов управления свободы выбора своего состояния и возможности прогнозирования поведения органа управления), называются *пассивными*. В пассивных системах в зависимости $x = F(u)$ отражаются законы их функционирования и накладываемые на них ограничения.

В *активных системах* один или несколько управляемых субъектов могут целенаправленно выбирать свое состояние, руководствуясь личными (эгоистическими) интересами и предпочтениями. Элементы такого типа называются *активными*. Считается, что активные элементы (АЭ) стремятся к выбору таких своих состояний, которые являются наилучшими с точки зрения их интересов и предпочтений при заданных управляющих воздействиях, оказываемых на них органом управления, а управляющие воздействия органа управления, в свою очередь, зависят от состояний управляемых субъектов. Помимо этого, активность управляемых субъектов нередко проявляется также в их способности прогнозировать поведение органа управления (его реакцию на изменение их состояний и т.п.).

Любую активную систему можно описать с помощью следующей совокупности ее параметров:

- состав системы (совокупность элементов системы – органа управления и управляемых субъектов);
- структура системы (взаиморасположение и связь ее элементов, включая отношения подчиненности и разделение прав и обязанностей в сфере принятия и выполнения решений);
- число периодов функционирования системы (характеристика динамики системы: величина, показывающая, сколько раз за время наблюдения элементы системы осуществляли выбор стратегии);
- целевые функции элементов системы, отражающие их личные (эгоистические) интересы и предпочтения;
- множества допустимых стратегий элементов системы, отражающие индивидуальные и общие для всех ограничения, накладываемые состоянием внешней среды, используемыми технологиями и т.д.;
- порядок функционирования элементов системы (процедура получения информации и выбора стратегий элементами системы);
- информированность элементов системы (характер, количество и качество информации, имеющейся у них на момент выбора стратегий).

В самом широком смысле состав и структура активной системы, число периодов ее функционирования, целевые функции и множества допустимых стратегий ее элементов, порядок их функционирования и информированность определяют механизм ее функционирования как совокупность законов, правил и процедур взаимодействия ее элементов. В более же узком смысле под механизмом функционирования активной системы понимается совокупность правил принятия решений элементами системы при заданных параметрах системы.

По составу все активные системы делятся на *одноэлементные* и *многоэлементные*.

По структурным признакам активные системы классифицируют следующим образом (табл. 4.1):

Таблица 4.1. Классификация активных систем по структурным признакам

По числу уровней иерархии	По подчиненности активных элементов	По взаимозависимости активных элементов ¹
<ul style="list-style-type: none"> – <i>двухуровневые системы</i> – <i>многоуровневые системы</i> 	<ul style="list-style-type: none"> – <i>системы с унитарным контролем (верного типа - когда каждый управляемый субъект подчиняется только одному органу управления)</i> – <i>системы с распределенным контролем (когда управляемый субъект подчиняется сразу нескольким органам управления)</i> 	<ul style="list-style-type: none"> – <i>независимые системы</i> – <i>слабо зависимые системы</i> – <i>сильно зависимые системы</i>

Структурная схема простейшей активной системы имеет следующий вид (рис. 4.1):

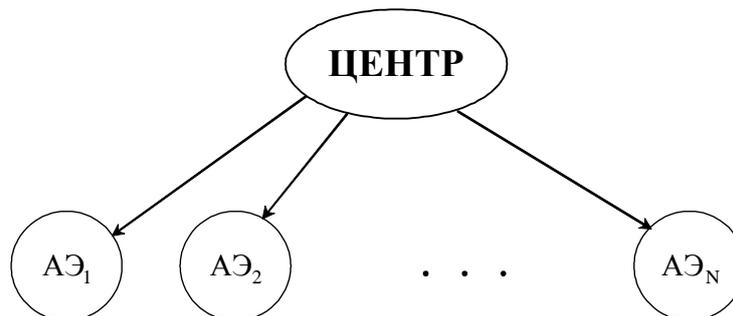


Рис. 4.1. Двухуровневая активная система верного типа

(Здесь **ЦЕНТР** – орган управления, $АЭ_1 - АЭ_N$ – активные элементы системы).

Системы, в которых активные элементы производят выбор стратегии однократно, называются *статическими*. Системы, в которых выбор стратегии активными элементами производится неоднократно, называются *динамическими*.

В зависимости от того, с какой частотой активные элементы динамических активных систем производят выбор стратегии и в какой степени они при этом учитывают влияние последствий принимаемых решений на будущие периоды их функционирования, *динамические активные системы* делят на системы с *адаптивными* и *неадаптивными* АЭ, с даль-

¹ В данном случае речь идет о взаимозависимости показателей деятельности, целевых функций и индивидуальных управлений активных элементов.

новидными (способными предвидеть последствия своих действий) и *недальновидными* АЭ.

Различия в целевых функциях активных элементов порождают деление задач управления активными системами на задачи *планирования* (когда все активные элементы действуют в соответствии с планами, разрабатываемыми для них органом управления на основании информации, предоставленной ему самими АЭ) и *стимулирования* (когда управление активными элементами осуществляется посредством стимулирования органом управления выполнения ими нужных ему действий).

В *задаче планирования* стратегия органа управления заключается в выборе множества возможных сообщений АЭ и механизма планирования, ставящего в соответствие сообщениям АЭ органу управления о неизвестных ему существенных параметрах назначаемый им активным элементам вектор планов¹. В основе этой задачи лежит предположение о том, что используемая органом управления информация о состоянии подчиненных ему активных элементов может быть частично или полностью недостоверной. Зная в деталях механизмы планирования, активные элементы, сообщая свои данные органу управления, могут их соответствующим образом подкорректировать, чтобы впоследствии получить от него наиболее выгодные для себя планы.

Возможность *манипулирования информацией* является ключевой проблемой планирования в активных системах. В связи с этим при выборе (разработке) механизмов планирования и в процессе их использования особое внимание следует уделять обеспечению достоверности информации, получаемой органом управления от подчиненных ему АЭ. В частности, можно ввести систему штрафов за искажение представляемой органу управления информации или применить *принцип открытого управления (честной игры)*, заключающийся в использовании процедуры планирования, максимизирующей целевые функции АЭ в предположении, что вся сообщаемая ими информация достоверна².

Решение *задачи стимулирования* в активных системах сводится к поиску такого механизма стимулирования выполнения активными элементами конкретных действий $g_i \in G_i$, нужных органу управления, который обеспечивал бы максимизацию целевой функции органа управления:

¹ В более узком смысле под задачей планирования в активных системах понимается построение оптимальных согласованных планов в задачах стимулирования (выбор действий АЭ, которые органу управления было бы наиболее выгодно реализовать).

² Правила *честной игры* предполагают, что, полностью доверяя всем подчиненным ему активным элементам и максимизируя их целевые функции в соответствии с представленными ими данными, орган управления вправе надеяться на то, что вся полученная от них информация будет достоверной. Доказано, что для того, чтобы предоставление достоверной информации органу управления было доминантной стратегией АЭ, необходимо и достаточно, чтобы механизм планирования был механизмом открытого управления.

$$F(\mathbf{g}_1, \dots, \mathbf{g}_N) = D(\mathbf{g}_1, \dots, \mathbf{g}_N) - \sum_{i=1}^N S_i(\mathbf{g}_i),$$

при условии, что все АЭ стремятся максимизировать свои собственные целевые функции $f_i(\mathbf{g}_i)$, равные разности между получаемым ими стимулированием и производимыми ими в связи с выполнением предписанных им органом управления действий затратами:

$$f_i(\mathbf{g}_i) = S_i(\mathbf{g}_i) - Z_i(\mathbf{g}_i).$$

(Здесь G_i – область допустимых действий i -того активного элемента ($i = \overline{1, N}$), $D(\mathbf{g}_1, \dots, \mathbf{g}_N)$ – функция дохода органа управления, $S_i(\mathbf{g}_i)$ – функция стимулирования i -того АЭ, $Z_i(\mathbf{g}_i)$ – затраты i -того АЭ).

Множества допустимых стратегий активных элементов активных систем могут быть как *независимыми*, так и *взаимозависимыми*. Предпочтения активных элементов могут быть как *скалярными*, так и *векторными*.

Особенности процедуры передачи информации и выбора стратегий элементами конкретной активной системы определяют, является ли порядок ее функционирования *стандартным* (хорошо известным исследователям) или *нестандартным*.

По информированности все активные системы делятся на системы с *симметричной* и *асимметричной* информированностью элементов (органа управления и АЭ) и на *детерминированные системы* и *системы с неопределенностью*.

Классификация *активных систем с неопределенностью* проводится по следующим параметрам (табл. 4.2):

Таблица 4.2. Классификация активных систем с неопределенностью

Тип неопределенности	Вид неопределенности	Принципы поведения элементов системы
<ul style="list-style-type: none"> – <i>внутренняя</i> (относительно параметров самой системы) – <i>внешняя</i> (относительно параметров окружающей среды) – <i>смешанная</i> 	<ul style="list-style-type: none"> – <i>интервальная</i> (известно множество возможных значений неопределенного параметра) – <i>вероятностная</i> (известен закон распределения неопределенного параметра) – <i>нечеткая</i> (известна функция принадлежности) – <i>смешанная</i> 	<ul style="list-style-type: none"> – <i>сообщение информации</i> (в системах с асимметричной информированностью элементов) – <i>использование метода максимального гарантированного результата</i> (когда орган управления изначально рассматривает наихудший для него выбор АЭ) – <i>использование ожидаемых полезностей</i> (в системах с вероятностной неопределенностью)

		НОСЬЮ) <i>– и т.д.</i>
--	--	----------------------------------

В соответствии с рассмотренной схемой классификации активных систем простейшую активную систему, используемую в теории активных систем в качестве *базовой модели* (рис. 4.1), можно описать следующим образом:

- многоэлементная с несвязанными активными элементами;
- двухуровневая с унитарным контролем (веерного типа);
- статическая;
- со стандартным порядком функционирования;
- со скалярными предпочтениями активных элементов;
- детерминированная с симметричной информированностью.

Динамические и многоуровневые активные системы, а также активные системы с неопределенностью представляют собой расширения базовой модели активных систем.

Ключевые научно-практические задачи планирования и стимулирования, наиболее глубоко исследованные методами теории активных систем, обычно называют *базовыми механизмами управления*.

К *базовым механизмам управления в активных системах* относятся:

- механизмы *комплексного оценивания*, позволяющие осуществлять свертку показателей деятельности отдельных активных элементов;
- механизмы *активной экспертизы*, предназначенные для обеспечения достоверности экспертных оценок состояния и результатов деятельности активных элементов;
- механизмы *формирования состава и структуры* активных систем (включая механизм проведения *тендеров*¹ и многоканальные организационные механизмы);
- механизмы *распределения ресурсов* между активными элементами (приоритетные, конкурсные и др.);
- механизмы *финансирования* активных элементов (смешанного финансирования и кредитования, самокупаемости, страхования, противозатратные механизмы и др.);
- механизмы *внутрифирменного управления* (механизмы внутренних цен и др.);
- механизмы *стимулирования* (скачкообразные и квазискачкообразные, компенсаторные и квазикомпенсаторные, пропорциональные, степенные и др., а также системы стимулирования, основанные на перераспределении дохода);
- механизмы *обмена* (бартер и др.);
- механизмы *оперативного управления*, позволяющие в режиме реального времени вносить изменения в условия функционирования активных

¹ В данном случае под *тендером* подразумевается конкурс, победителям которого либо достается весь распределяемый организаторами конкурса ресурс (финансирование, материалы, оборудование и др.), либо предоставляется эксклюзивное право на выполнение некоего конкретного бизнес-проекта, тогда как проигравшие не получают ничего.

элементов с учетом наблюдаемой динамики их поведения (механизмы пересмотра условий контрактов, оперативного управления риском, опережающего контроля и др.).

Процесс исследования моделей активных систем состоит из четырех основных этапов:

I. Постановка задачи исследования

1. Формулирование исследуемой модели (описание состава и структуры исходной системы, целевых функций и множеств допустимых стратегий ее элементов, порядка функционирования системы, информированности элементов системы и т.д.).

2. Описание множества реализуемых действий (рационального поведения) активных элементов системы в рамках исследуемой модели.

3. Определение критерия эффективности стимулирования и формализация задачи синтеза (конструирования) оптимального механизма стимулирования.

II. Решение задачи синтеза оптимального механизма стимулирования

1. Поиск аналитического решения или, при необходимости, разработка алгоритма целочисленного решения задачи синтеза оптимального механизма стимулирования.

2. Определение необходимых и достаточных условий оптимальности полученного решения.

III. Изучение свойств модели и оптимального решения

1. Исследование оптимального решения задачи синтеза оптимального механизма стимулирования

а) изучение свойств оптимального решения и множества реализуемых действий;

б) анализ влияния неопределенности на эффективность и свойства оптимального механизма стимулирования;

в) анализ влияния параметров модели и множества реализуемых действий на эффективность и свойства оптимального механизма стимулирования.

2. Изучение частных случаев исследуемой модели (возникающих в результате усиления предположений и допущений о ее параметрах или свойствах) и ее возможных обобщений (при ослаблении требований к ней).

3. Анализ устойчивости оптимального решения.

4. Анализ адекватности модели исходной системе.

IV. Практическое использование результатов исследования

1. Внедрение модели в практику.

2. Корректировка модели с учетом конкретных условий ее практического использования.

3. Создание информационно-компьютерной системы поддержки принятия управленческих решений.

Идентификация систем управления

Под *идентификацией систем управления* понимается решение задачи построения математических моделей систем управления по данным наблюдений за их поведением – значениям входных и выходных сигналов. На практике под этим подразумевается построение достаточно "хорошей и надежной" модели системы (с точки зрения ее последующего применения) ценой "разумных" (допустимых) затрат.

В процессе идентификации системы управления (рис 4.2) можно выделить три основных этапа:

- регистрация данных наблюдений за поведением системы;
- определение множества моделей-кандидатов;
- выбор метода идентификации – правила оценки степени соответствия модели данным наблюдений.

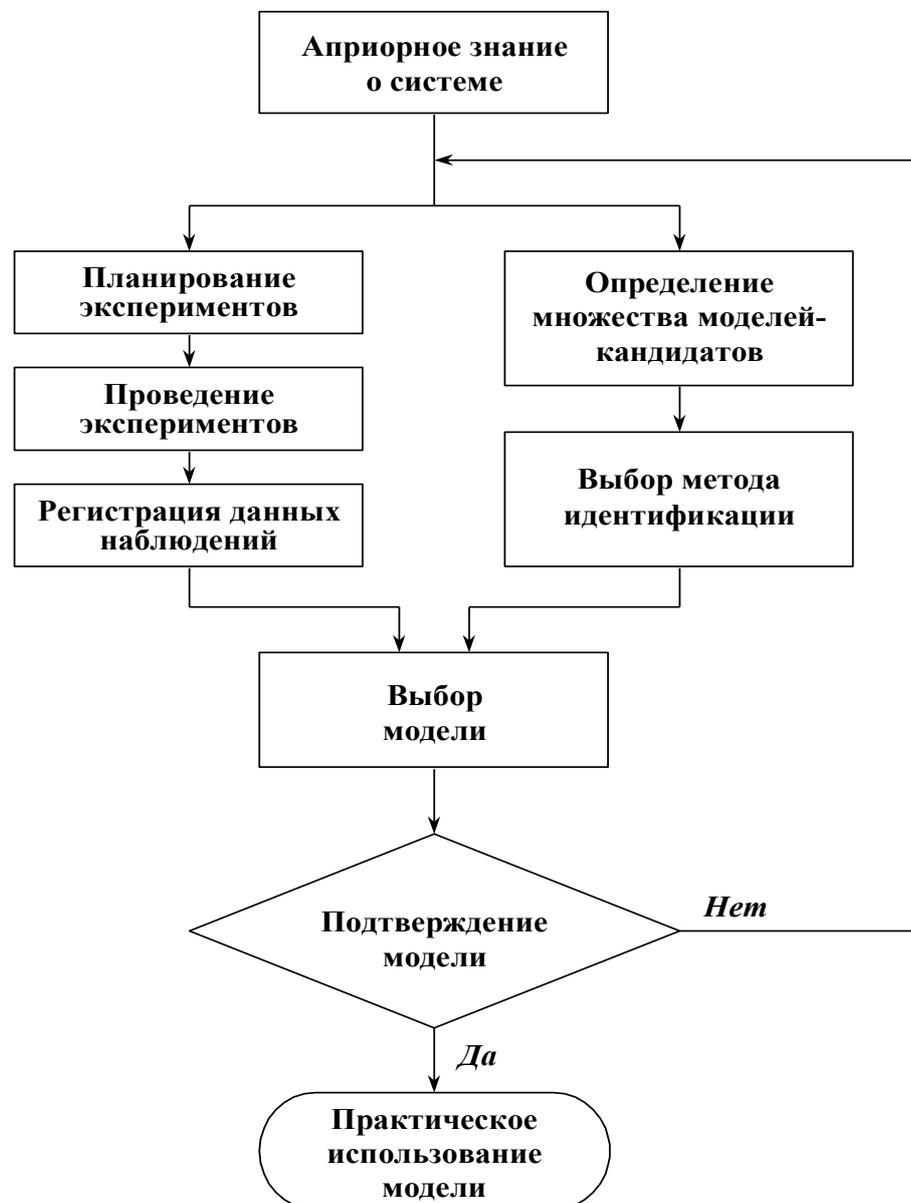


Рис. 4.2. Блок-схема процесса идентификации системы управления

Завершается процесс идентификации процедурой *подтверждения модели* – проверкой соответствия выбранной модели исследуемой системе (априорной информации о системе, данным наблюдений, полученным в ходе экспериментов, целевому назначению системы).

Для идентификации систем управления применяются методы *функциональной* и *параметрической* идентификации. При *функциональной идентификации* используются самые общие гипотезы о системе управления (предположения о ее линейности, стационарности, детерминированности и др.). *Параметрическая идентификация* применяется в тех случаях, когда математическая модель системы известна с точностью до параметров, значения которых необходимо оценить.

Процесс идентификации систем управления является *итеративным*: если выбранная модель в чем-либо не удовлетворяет предъявляемым к ней требованиям, все предусмотренные алгоритмом действия повторяются, но уже с учетом накопленного опыта, и так далее.

Проблемы, возникающие в процессе идентификации системы управления, могут объясняться следующими причинами:

- неудачно выбран критерий соответствия модели исследуемой системе;
- численными методами нельзя найти наилучшую по используемому критерию модель;
- среди моделей-кандидатов нет "хорошей и надежной" модели исследуемой системы;
- данные наблюдений за поведением системы недостаточно информативны.

В конечном счете, ни одну модель нельзя считать "истинным" описанием исследуемой системы. В лучшем случае это будет лишь достаточно полное описание тех аспектов ее поведения, которые представляют наибольший интерес для лиц, использующих результаты исследования.

При постановке и решении задач идентификации важное значение имеют условия использования ожидаемых результатов: если при исследовании системы управления ставится задача определения структуры и оценки параметров модели, адекватно отражающей основные закономерности процессов, протекающих в объекте исследования, то в задачах управления строгая адекватность моделей объектам исследования не является необходимой.

Имитационное моделирование систем управления

Одним из важнейших и эффективнейших средств системного анализа является *имитационное моделирование*¹. Согласно Р. Шеннону, *"имитационное моделирование есть процесс конструирования модели реальной системы (существующей или способной принять одну из форм существования) и постановка экспериментов на этой модели с целью*

¹ Вольный перевод англоязычного термина *simulation modeling* (в нашей стране под *симуляцией* обычно понимают нечто иное).

либо понять поведение системы, либо оценить (в рамках ограничений, накладываемых некоторым критерием или совокупностью критериев) различные стратегии, обеспечивающие функционирование данной системы" [30, с. 12]. В отличие от обычных оптимизационных задач, сводящихся к поиску путей достижения заранее заданной цели и решаемых методами теории исследования операций и теории управления, в задачах системного анализа, решаемых с помощью имитационного моделирования, объектом исследования является сама цель.

Ситуации, в которых применение имитационного моделирования наиболее целесообразно, характеризуются следующими признаками:

- не существует законченной математической постановки задачи исследования;
- нет аналитических методов решения задачи исследования;
- аналитические методы имеются, но используемые процедуры столь сложны и трудоемки, что имитационное моделирование дает более простой и дешевый способ решения поставленной задачи;
- аналитические методы имеются, но их реализация невозможна из-за недостаточной математической подготовки исследователей (в этом случае имеет смысл сопоставить затраты на проектирование и отладку имитационной модели и проведение эксперимента с моделью с затратами, связанными с приглашением сторонних специалистов-аналитиков);
- в дополнение к оценке параметров объекта исследования требуется в течение определенного периода времени вести наблюдение за ходом изучаемого процесса;
- невозможно или чрезвычайно трудно поставить полномасштабный натурный эксперимент и организовать наблюдение за объектом исследования в реальных условиях;
- есть необходимость в сжатии или растяжении временной шкалы – ускорении или замедлении изучаемых процессов.

В любой имитационной модели можно выделить следующие основные элементы:

- компоненты (составные части модели);
- параметры модели (величины, выбор которых входит в компетенцию исследователя и которые, после того как они установлены, остаются неизменными);
- переменные (*экзогенные* – входные и *эндогенные* – выходные переменные и переменные состояния);
- функциональные зависимости, описывающие поведение переменных и параметров в пределах одного компонента или выражающие соотношение между компонентами;
- искусственные и естественные ограничения, представляющие собой пределы изменения значений переменных или ограничивающие условия распределения и расходования ресурсов;
- целевые функции, в которых отображаются цели объекта исследования и критерии оценки их достижения.

При моделировании стохастических систем широко используется *метод Монте-Карло*, основанный на воспроизведении с помощью какого-либо генератора случайных чисел большого числа реализаций случайного процесса, построенного по условиям задачи. Этот случайный процесс формируется таким образом, чтобы его вероятностные характеристики (вероятности некоторых случайных событий, математические ожидания случайных величин, вероятности попадания траекторий процесса в заданную область и т.д.) были равны искомым величинам решаемой задачи.

Величину, которую нужно вычислить, представляют в виде математического ожидания функции $f(\xi_1, \dots, \xi_n)$ от n независимых равномерно распределенных случайных величин ξ_1, \dots, ξ_n . Используя генератор случайных чисел, получают последовательность групп случайных величин ξ_1, \dots, ξ_n и последовательность реализаций функции $f(\xi_1, \dots, \xi_n)$. В качестве приближенного значения оцениваемой величины принимают среднее арифметическое по реализациям. Среднеквадратическая погрешность статистической оценки с ростом числа реализаций N убывает пропорционально $\frac{1}{\sqrt{N}}$. Достаточное число реализаций находят методами математической статистики.

Искусство имитационного моделирования

В основе любой эффективной *методики имитационного моделирования* лежит тщательно отработанная модель, адекватная объекту исследования. Характеризуя *процесс создания моделей систем управления*, отметим, вслед за Р. Шенноном, что он "может быть лучше всего определен как *интуитивное искусство*. Любой набор правил для разработки моделей в лучшем случае имеет ограниченную полезность и может служить лишь предположительно в качестве каркаса будущей модели или отправного пункта в ее построении" [30, с. 33].

Искусство имитационного моделирования систем управления заключается в умении и желании исследователя как можно глубже проникнуть в суть стоящей перед ним проблемы, выявить ее наиболее существенные черты, четко и информативно сформулировать основные предположения, характеризующие объект исследования, построить его модель, проверить построенную модель на соответствие реальной действительности, а затем, последовательно развивая и совершенствуя, довести эту модель до такого состояния, когда она станет давать полезные для практики результаты. Хорошая модель должна быть простой и понятной пользователю, целенаправленной, надежной (гарантирующей от получения абсурдных ответов), удобной в обращении, полной (с точки зрения возможностей решения главных задач исследования), адаптивной (легко модифицируемой) и развивающейся в процессе исследования. Крайне важно, чтобы при ее построении учитывались потребности и психология конкретного пользова-

теля, для которого, собственно, она и создается. Специалисту в области имитационного моделирования необходимы не только глубокие профессиональные знания, но и умение творчески применять их на деле, оригинальность и гибкость логического и образного мышления, изобретательность.

Процесс конструирования имитационной модели имеет эволюционный характер. По мере достижения первоначальных целей исследования и решения первоочередных задач ставятся новые цели и формулируются новые задачи. Необходимость достижения большего соответствия между моделью и объектом исследования приводит к пересмотру и улучшению модели. Темп и направление развития имитационной модели зависят как от гибкости модели, так и от характера взаимоотношений между разработчиком модели и ее пользователем.

Процесс имитационного моделирования систем управления

В *процессе имитационного моделирования систем управления* можно выделить следующие основные этапы:

1. Определение системы (установление границ, ограничений и критериев эффективности системы).
2. Формулирование модели (переход от реальной системы к ее логической схеме).
3. Подготовка исходных данных (сбор и первичная обработка данных, необходимых для построения модели).
4. Трансляция модели (составление описания модели на языке компьютерного моделирования).
5. Оценка адекватности модели (определение степени вероятности, с которой можно судить о корректности выводов о реальной системе, полученных в результате изучения ее модели).
6. Стратегическое планирование (составление плана эксперимента с использованием модели).
7. Тактическое планирование (определение способа проведения каждой серии испытаний, предусмотренных планом эксперимента).
8. Проведение эксперимента.
9. Интерпретация результатов моделирования (формулирование выводов по данным, полученным в процессе моделирования).
10. Реализация (практическое использование модели и результатов моделирования).
11. Документирование (документирование процесса создания и использования модели, регистрация хода осуществления моделирования и его результатов).

Схематически *процесс имитационного моделирования систем управления* можно представить следующим образом (рис. 4.3) [30]:

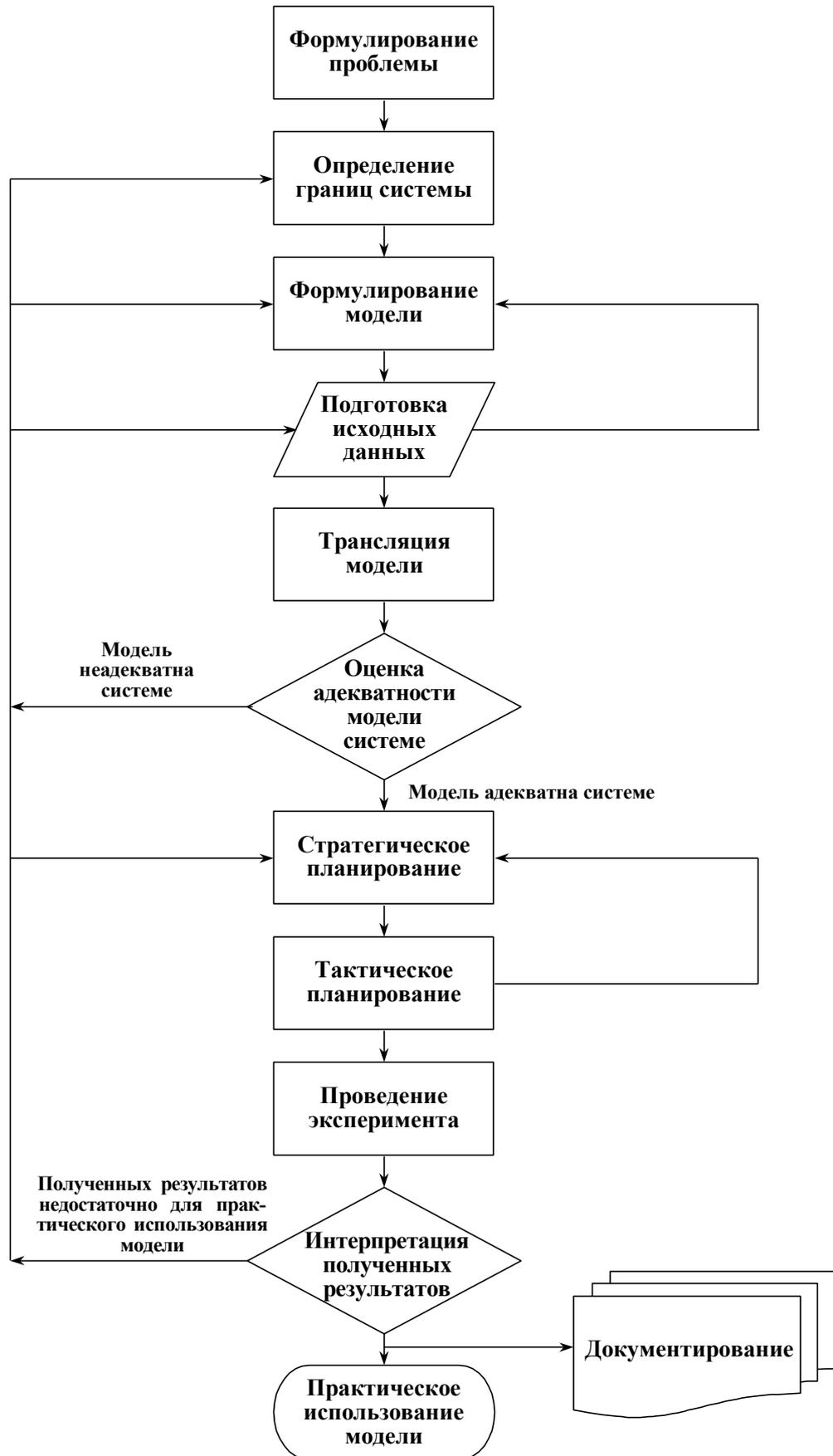


Рис. 4.3. Блок-схема процесса имитационного моделирования систем управления

Вопросы для повторения

1. Что такое *аналоговая модель*?
2. Что является научной базой аналогового моделирования?
3. На чем основана классификация аналоговых моделей?
4. В чем суть квазианалогового моделирования?
5. В чем заключается основная задача математического моделирования социально-экономических систем?
6. На чем основана классификация математических моделей?
7. Что такое *кибернетическая система*?
8. Какие системы называются иерархическими?
9. Чем характеризуются *гермейеровские системы*?
10. Что такое *гомеостазис* и *гомеокинезис*?
11. Что такое *устойчивость по Нэшу*?
12. Что такое *оптимальность по Парето*?
13. Какие системы называются *активными*?
14. Что изучает *теория активных систем*?
15. В чем проявляется *активность* активных элементов активной системы?
16. Какие параметры лежат в основе описания активной системы?
17. На чем основана классификация активных систем?
18. Как в теории активных систем формулируются и решаются задачи планирования?
19. Как в теории активных систем формулируются и решаются задачи стимулирования?
20. В чем заключается *проблема манипулирования информацией*?
21. В чем суть принципа *открытого управления*?
22. Что такое *базовая модель теории активных систем*?
23. Что такое *базовые механизмы управления в активных системах*?
24. Назовите основные этапы исследования моделей активных систем.
25. Что такое *идентификация систем управления*?
26. Из каких этапов состоит процесс идентификации системы управления?
27. В чем суть процедуры подтверждения модели?
28. В каких случаях применяются методы функциональной и параметрической идентификации систем управления?
29. Какими причинами могут объясняться проблемы, возникающие в процессе идентификации системы управления?
30. Как условия использования ожидаемых результатов влияет на постановку и решение задачи идентификации системы управления?
31. Что такое *имитационное моделирование*?
32. При каких условиях применение имитационного моделирования наиболее целесообразно?
33. Что входит в структуру имитационной модели?
34. В чем заключается искусство имитационного моделирования?
35. Каким условиям должна удовлетворять *хорошая* модель?

5. СТАТИСТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Регрессионный и корреляционный анализ

Для выявления функциональной зависимости между двумя или более переменными по экспериментальным данным используют методы *регрессионного* и *корреляционного* анализа. *Регрессионный анализ* помогает построить, исходя из экспериментальных данных, *аппроксимирующую функцию (функцию регрессии, регрессионную модель)*, соответствующую исследуемой зависимости, а *корреляционный анализ* – проверить, насколько хорошо экспериментальные данные согласуются с этим уравнением.

На практике чаще всего используются следующие *аппроксимирующие функции*:

$y = a_0 + a_1 \cdot x$	– прямая линия
$y = a_0 + a_1 \cdot x + a_2 \cdot x^2$	– парабола
$y = a_0 + a_1 \cdot x + a_2 \cdot x^2 + \dots + a_n \cdot x^n$	– парабола n - ной степени
$y = \frac{1}{a_0 + a_1 \cdot x}$	– гипербола
$y = a \cdot b^x$	– экспонента
$y = a_0 + a_1 \cdot \lg x$	– логарифмическая кривая

Под приближением аппроксимирующей кривой к экспериментальным данным понимается процесс вычисления констант и параметров аппроксимирующей функции таким образом, чтобы сумма квадратичных отклонений была минимальной.

Регрессионные модели делятся на 1) *однопараметрические* (описывающие зависимость исследуемой переменной от одного регрессора) и *многопараметрические* (от нескольких регрессоров) и 2) *линейные* (относительно регрессоров) и *нелинейные* (относительно регрессоров и параметров).

Простейшая *линейная однопараметрическая регрессионная модель* имеет следующий вид:

$$y = a_0 + a_1 \cdot x + \varepsilon ,$$

где y – *функция регрессии*, x – независимая переменная *регрессор* (фактор), ε – случайная ошибка.

По имеющимся экспериментальным данным значения коэффициентов a_0 и a_1 вычисляются следующим образом:

$$a_0 = \frac{(\sum_i y_i) \cdot (\sum_i x_i^2) - (\sum_i x_i) \cdot (\sum_{i,j} x_i y_j)}{n \cdot \sum_i x_i^2 - (\sum_i x_i)^2},$$

$$a_1 = \frac{n \cdot \sum_{i,j} x_i y_j - (\sum_i x_i) \cdot (\sum_{i,j} x_i y_j)}{n \cdot \sum_i x_i^2 - (\sum_i x_i)^2}.$$

Задача регрессионного анализа решается и тогда, когда исследуемые показатели не являются случайными величинами.

Одним из важнейших понятий математической статистики является **корреляция**. В самом общем случае под **корреляцией** понимается связь между явлениями, когда одно из них входит в число причин, определяющих другие, или когда имеются общие причины, воздействующие на эти явления. Однако чаще всего **корреляцией** называется вероятностная (стохастическая) зависимость между случайными величинами, не имеющая строго функционального характера (в отличие от функциональной корреляционная связь проявляется не в каждом конкретном случае, а лишь в среднем при достаточно большом числе наблюдений).

Из показателей, характеризующих зависимость между случайными величинами ξ и η , наиболее известны **ковариация (корреляционный момент) $\text{COV}(\xi, \eta)$** и **коэффициент корреляции $\text{COR}(\xi, \eta)$** :

$$\text{COV}(\xi, \eta) = \mathbf{M} \left\{ \left[\xi - \mathbf{M}(\xi) \right] \cdot \left[\eta - \mathbf{M}(\eta) \right] \right\} = \mathbf{M}(\xi, \eta) - \mathbf{M}(\xi) \cdot \mathbf{M}(\eta),$$

$$\text{COR}(\xi, \eta) = \frac{\text{COV}(\xi, \eta)}{\sigma_\xi \sigma_\eta}.$$

В непрерывном случае

$$\text{COV}(\xi, \eta) = \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} \left[x - \mathbf{M}(\xi) \right] \cdot \left[y - \mathbf{M}(\eta) \right] \cdot p(x, y) dx dy,$$

в дискретном –
$$\text{COV}(\xi, \eta) = \sum_i \sum_j \left[x_i - \mathbf{M}(\xi) \right] \cdot \left[y_j - \mathbf{M}(\eta) \right] \cdot P_{ij}.$$

Очевидно, что при любых ξ и η

$$|\text{COR}(\xi, \eta)| \leq 1.$$

При этом $|\text{COR}(\xi, \eta)| = 1$ тогда и только тогда, когда η линейно зависит от ξ :
$$\eta = \text{COR}(\xi, \eta) \cdot \frac{\sigma_\xi}{\sigma_\eta} \cdot \left[\xi - \mathbf{M}(\xi) \right] + \mathbf{M}(\eta).$$

Случайные величины, коэффициент корреляции которых равен 0, называются *некоррелированными*. Некоррелированные величины являются независимыми.

Связь в одном случайном процессе называется *автокорреляцией*, связь между процессами – *кросс-корреляцией*.

Функция, характеризующая степень связи значений случайного процесса $\xi(t)$ в моменты времени t_1 и t_2 , называется *автокорреляционной функцией*:

$$R_{\xi\xi}(t_1, t_2) = \mathbf{M} \left\{ \left[\xi(t_1) - m_{\xi}(t_1) \right] \cdot \left[\xi(t_2) - m_{\xi}(t_2) \right] \right\}.$$

Функция, характеризующая степень связи между значениями двух случайных процессов $\xi(t)$ и $\eta(t)$ в моменты времени t_1 и t_2 , называется *взаимной корреляционной функцией*:

$$R_{\xi\eta}(t_1, t_2) = \mathbf{M} \left\{ \left[\xi(t_1) - m_{\xi}(t_1) \right] \cdot \left[\eta(t_2) - m_{\eta}(t_2) \right] \right\}.$$

С помощью измерения статистической связи между изучаемыми явлениями можно определить, как повлияло бы на функцию изменение одного из ее аргументов, если бы другие аргументы оставались неизменными, и оценить степень искажающего влияния посторонних факторов на изучаемую зависимость.

Установить наличие или отсутствие связи между изучаемыми явлениями или величинами, а также количественно оценить уровень этой связи позволяет *корреляционный анализ*. С его помощью можно определить, в какой мере изменение исследуемого показателя обусловлено влиянием другого показателя.

Основные задачи корреляционного анализа заключаются в оценке корреляционных характеристик (*ковариации* и *коэффициента корреляции*) и проверке статистических гипотез о значимости связи между случайными величинами.

С достаточной степенью точности эти задачи решаются лишь в ситуациях, когда исследуемые показатели можно рассматривать как случайные величины. Поскольку в социально-экономических исследованиях это условие, как правило, не выполняется, методы корреляционного анализа применяются лишь на предварительных стадиях исследования, а окончательные выводы делаются на основе методов регрессионного анализа.

Различают *параметрический* и *непараметрический* корреляционный анализ: в первом случае предполагается, что закон распределения анализируемых данных известен (как правило, для этого анализируемые величины должны быть распределены по нормальному закону), во втором случае анализ проводится без использования этой информации.

Канонический анализ

Канонический анализ (анализ канонических корреляций) применяется при исследовании структуры корреляционных связей между двумя совокупностями случайных величин – случайными векторами $\mathbf{x}_1, \dots, \mathbf{x}_p$ и $\mathbf{x}_{p+1}, \dots, \mathbf{x}_{p+q}$ ($p \leq q$). С помощью линейного преобразования исходные признаки преобразуются в совокупности величин y_1, \dots, y_p и y_{p+1}, \dots, y_{p+q} , представленных в канонической форме. Ковариационная матрица канонических случайных величин имеет следующий вид:

	R_1	$\mathbf{0}$	
	\cdot		
E_p	\cdot		$\mathbf{0}$
	\cdot		
	$\mathbf{0}$	R_p	
R_1	$\mathbf{0}$		
\cdot			
\cdot		E_p	$\mathbf{0}$
\cdot			
$\mathbf{0}$	R_p		
$\mathbf{0}$		$\mathbf{0}$	E_{q-p}

Здесь E_p и E_{q-p} – единичные матрицы порядка p и $q-p$ ($p \leq q$);

R_1 – максимальный по абсолютной величине коэффициент корреляции между случайными величинами y_1 и y_{p+1} , являющимися линейными комбинациями множеств случайных величин $\mathbf{x}_1, \dots, \mathbf{x}_p$ и $\mathbf{x}_{p+1}, \dots, \mathbf{x}_{p+q}$;

R_i – максимальный по абсолютной величине коэффициент корреляции между такими линейными комбинациями y_i и y_{p+i} исходных множеств случайных величин $\mathbf{x}_1, \dots, \mathbf{x}_p$ и $\mathbf{x}_{p+1}, \dots, \mathbf{x}_{p+q}$, которые не коррелированы с y_{i-1} и y_{p+i-1} ($i = \overline{2, p}$).

Метод главных компонент

Метод главных компонент используется для определения общих факторов (*компонентов*), от которых зависит множество случайных значений нескольких изучаемых показателей. Он предполагает разложение изучаемой корреляционной матрицы на независимые компоненты, число которых равно числу анализируемых переменных. В процессе анализа рассматриваются все компоненты, но можно оценить удельный вес каждого из них и выбрать нужное количество наиболее существенных компонентов.

Факторный анализ

Факторный анализ является разделом многомерного статистического анализа. Главная задача **факторного анализа** заключается в снижении размерности исследуемого многомерного признака. Предполагается, что большинство наблюдаемых или измеряемых показателей только косвенно характеризует закономерности, присущие изучаемым явлениям (объектам), и что в действительности существует лишь небольшое число существенных параметров – **факторов**, которые и определяют значения наблюдаемых показателей. Факторы, связанные с одним показателем, называются характерными, с двумя и более – общими, со всеми показателями – генеральными.

Основная модель факторного анализа (когда значение каждого показателя является результатом воздействия нескольких общих факторов и одного характерного фактора) выглядит следующим образом:

$$y_{ji} = \sum_{k=1}^m a_{jk} f_{ki} + v_j g_{ji} \quad (i = \overline{1, N}, j = \overline{1, n})$$

Здесь y_{ji} – нормированное значение j -го показателя у i -го объекта исследова-

дования ($y_{ji} = \frac{x_{ji} - \bar{x}_j}{s_j}$, где x_{ji} – исходное значение j -го показателя

у i -го объекта исследования, \bar{x}_j – среднее значение j -го показателя,

$s_j = \frac{1}{\sqrt{n-1}} \sqrt{\sum_{i=1}^N x_{ji}^2}$ – среднее квадратическое отклонение j -го показателя);

f_{ki} – значение k -го общего фактора на i -м объекте исследования;

a_{jk} – нагрузка j -го показателя на k -м общем факторе;

g_{ji} – значение j -го характерного фактора на i -м объекте исследования;

v_j – нагрузка j -го показателя на j -м характерном факторе.

Дисперсионный анализ

С помощью *дисперсионного анализа* оценивается влияние *качественных факторов* (не поддающихся количественному измерению и представляемых возможными состояниями объекта исследования) на математическое ожидание случайной величины по характеристикам ее рассеяния (*дисперсии*).

В основе дисперсионного анализа лежит следующая формула:

$$\sigma^2 = \sigma_{\text{ф}}^2 + \sigma_{\text{ост}}^2$$

(здесь σ^2 – общая дисперсия, $\sigma_{\text{ф}}^2$ – дисперсия факториального комплекса, $\sigma_{\text{ост}}^2$ – остаточная дисперсия).

Задача дисперсионного анализа решается с помощью разложения суммы квадратов отклонений наблюдаемых значений результативного признака от общей средней на отдельные части, обуславливающие его изменение.

Ковариационный анализ

Ковариационный анализ применяется в тех случаях, когда в изучаемом процессе присутствуют одновременно качественные и количественные факторы.

Основные теоретические и прикладные проблемы ковариационного анализа решаются с использованием линейных моделей. Частные случаи сводятся к моделям *дисперсионного* и *регрессионного анализа*.

Кластерный анализ

Под *кластерным анализом* понимается совокупность многомерных статистических методов, предназначенных для формирования относительно отдаленных друг от друга групп однородных объектов по информации о расстояниях или связях между ними.

Различают две разновидности методов кластерного анализа: в первом случае кластеры ищут одновременно (*вариационные методы*, основанные на оптимизации того или иного показателя качества выявленной кластерной структуры, и *агломеративные методы*, основанные на последовательном объединении пар наиболее близких кластеров), во втором – последовательно (методы, основанные на явном определении понятия "кластер", обычно через "максимально допустимый радиус" или "порог существенных связей").

Дискриминантный анализ

Дискриминантным анализом называют совокупность многомерных статистических методов классификации наблюдений в ситуациях, когда у исследователей имеются *обучающие выборки*.

Суть задачи **дискриминации (различения)** заключается в выработке правила, согласно которому по наблюдаемому значению (реализации) случайного вектора (x_1, \dots, x_k) объект исследования будут относить к одной из возможных совокупностей S_i ($i = \overline{1, n}$).

Процесс решения задачи дискриминации сводится к переходу от вектора признаков, характеризующих объект исследования, к линейной функции от них – дискриминантной функции – гиперплоскости, разделяющей выборочные точки.

Вопросы для повторения

1. Что такое *случайное событие*?
2. Что такое *случайная величина*?
3. Что такое *случайный процесс*?
4. Что такое *вероятность*?
5. Что такое *функция распределения случайной величины*?
6. Что такое *плотность распределения случайной величины*?
7. Какие величины называются независимыми?
8. Чему равна вероятность совместного осуществления двух независимых случайных событий?
9. Чему равна вероятность совместного осуществления двух зависимых случайных событий?
10. Что такое *математическое ожидание* случайной величины?
11. Что такое *дисперсия* случайной величины?
12. Перечислите основные методы статистического анализа.
13. В чем суть регрессионного анализа?
14. Что такое *регрессионная модель*?
15. Что такое *корреляция*?
16. Какие показатели характеризуют зависимость между случайными величинами?
17. Какие величины называются некоррелированными?
18. Что такое *автокорреляционная функция*?
19. Что такое *взаимная корреляционная функция*?
20. Какие задачи решает корреляционный анализ?
21. Когда применяется канонический анализ?
22. Как выглядит ковариационная матрица канонических случайных величин?
23. Что определяют с помощью метода главных компонент?
24. В чем заключается главная задача факторного анализа?
25. Чем характеризуется основная модель факторного анализа?
26. Когда применяется дисперсионный анализ?
27. На чем основано применение дисперсионного анализа?
28. Когда применяется ковариационный анализ?
29. С какой целью проводится кластерный анализ?
30. Какую задачу решает дискриминантный анализ?

6. СОЦИОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Основы социологической методологии

При исследовании *организационно-экономических систем* широко используется *социологическая методология*¹. *Социологическое исследование организационно-экономических систем* есть разновидность обществоведческих исследований, в которой общество, коллектив, индивидуум рассматриваются как целостные социокультурные подсистемы, влияющие на эффективность, затраты, риски исследуемой системы, и используются специфические приемы сбора, обработки и анализа первичной информации.

Целью *социологического исследования* организационно-экономической системы (хозяйствующего субъекта) может быть:

- получение новых знаний в области социального управления;
- определение потребностей и перспективных устремлений потребителей (потенциальных потребителей) предлагаемых исследуемым хозяйствующим субъектом рынку товаров (работ, услуг);
- определение интересов, ценностных ориентиров и возможностей персонала поставщиков и подрядчиков исследуемого хозяйствующего субъекта;
- определение интересов, ценностных ориентиров и возможностей работников исследуемого хозяйствующего субъекта, понимание ими существующих проблем в управлении, их отношение к ним и к выявленным в процессе исследования особенностям и тенденциям развития хозяйствующего субъекта;
- оценка возможности использования результатов исследования в теории и практике управления.

Социологические исследования классифицируются по следующим признакам:

- по отношению к теории и практике – на *теоретические, теоретико-прикладные* и *прикладные*;
- по отношению к исследуемой системе – на *внутренние* и *внешние*;
- по изучаемому периоду – на *ретроспективные, реально-временные* и *прогнозные*;
- по регулярности проведения – на *регулярные (периодические), эпизодические* и *разовые*;
- по познавательности целей и глубине исследования – на *пилотажные (зондажные)* (предварительное изучение объекта исследования), *описательные* (получение детального описания объекта исследования), *аналитические* (анализ тенденций и оценка возможных путей развития объекта исследования, получение новых теоретических знаний, изучение механиз-

¹ *Социология* – наука, занимающаяся изучением законов, закономерностей и принципов общественной жизни и социальной деятельности людей.

мов социальных явлений в управлении, выявление причинно-следственных связей);

- по широте охвата изучаемых проблем – на *комплексные* и *частные (специальные, целевые)*;
- по продолжительности – на *долгосрочные, краткосрочные* и *экспресс-исследования*.

Социологическая методология основывается на регистрации единичных изучаемых событий, сборе и анализе полученной *социальной информации*. Регистрация единичных изучаемых событий и сбор данных социального характера осуществляются в основном методами *наблюдения* и *изучения документации*, в том числе путем проведения опросов, включающих анкетирование, интервьюирование, опросы-беседы. К специфическим видам *опроса* относится применяемое в отдельных особых случаях (к примеру, при определении меры вовлечения работника в соответствующую группу персонала) *социометрическое тестирование*.

Социологическое исследование проблемно-ориентированных информационно-коммуникационных социально-экономических пространств

Ведущей тенденцией мирового цивилизационного процесса является в наши дни формирование глобального *информационного общества*¹. В глобальном *информационном обществе* обмен информацией не имеет ни временных, ни пространственных, ни политических границ. Главным условием благополучия каждого человека, каждой организации и каждого государства в глобальном информационном обществе становится *знание*, полученное благодаря беспрепятственному доступу к информации и умению работать с ней. "Богатство, власть, общественное благополучие и культурное творчество в России в XXI веке во многом будут зависеть от ее способности развить модель информационного общества, приспособленную к ее специфическим ценностям и целям" (М.Кастельс, 2004 г.) [16].

Основой *глобальной компьютерной коммуникации* является *Интернет*. В отличие от средств массовой информации, воздействующих на человека, *Интернет* организует взаимодействие людей. *Миссия Интернет* заключается в создании благоприятных условий для открытого общения каждого с каждым и каждого со всеми.

Реализация политики движения России к *информационному обществу* предполагает активное участие в этом процессе органов государственной власти и местного самоуправления, переход от *информатизации управления* к *информатизации жизни*, ориентации на решение конкретных практических задач, касающихся самых широких слоев россиян. Ин-

¹ *Информационное общество* – общество с высокоразвитой информационной инфраструктурой и массовым проникновением во все сферы общественной и личной жизни передовых информационных и коммуникационных технологий [27].

формационная открытость государственных и муниципальных структур, облегчение гражданам доступа к документам и материалам, затрагивающим их права и законные интересы, предоставление им полной и достоверной информации о планируемых и фактических результатах деятельности территориальных органов государственной власти и местного самоуправления способствуют развитию диалога государства и общества, усилению общественного контроля за властью.

Необходимым условием высокой эффективности информационной поддержки происходящих в стране позитивных социально-экономических процессов является формирование на базе Интернет *системы общероссийских проблемно-ориентированных информационно-коммуникационных социально-экономических пространств* (ИКП)¹.

С расширением присутствия хозяйствующих субъектов в Интернет ускоряется процесс *социальной институционализации ИКП* – организации и координации социального взаимодействия людей в ИКП, появления его стандартизированных и регулярно воспроизводимых элементов.

Социальная институционализация ИКП возникает и развивается на основе следующих четырех основных предпосылок:

- формирования в условиях глобализации и демократизации общественных потребностей в свободном доступе к информации, имеющей отношение к проблемам социально-экономического характера;
- формирования и развития в Интернет необходимых организационных структур (каталогов проблемно-ориентированных информационных ресурсов, поисковых систем, специализированных порталов и сайтов), а также связанных с ними ценностных стандартов и социальных норм, регуляторов поведения человека и социальных групп в ИКП;
- возникновения социальных условий и возможностей, соответствующих социализации человека, интернационализации новых ценностей и норм, способных формировать необходимую систему потребностей личности, ценностных ориентаций и ожиданий в социально-экономической сфере;
- интеграции ИКП в структуру российского производственно-хозяйственного комплекса, нуждающегося в выполнении новых социально-значимых функций в качестве условия своего дальнейшего развития.

Активизируется процесс формирования системы *Интернет-сообществ* – неформальных объединений пользователей Интернет, имеющих общие интересы и общие цели в социально-экономической сфере.

Процесс *социальной институционализации ИКП* должен завершиться принятием набора формальных и неформальных санкций (правовых и моральных), с помощью которых общество будет осуществлять со-

¹ *Социально-экономическое пространство* – пространство, которое формируется социально-экономическими процессами и взаимодействиями и в котором эти процессы и взаимодействия реализуются, форма существования социально-экономических отношений.

циальный контроль за различными типами поведения граждан и организаций в этой области Интернет.

Темпы роста ИКП и сила его влияния на ситуацию в социально-экономической сфере определяются уровнем развития его инфраструктуры и количеством и качеством представленных в нем проблемно-ориентированных информационных ресурсов.

При всем многообразии функционирующих сегодня в Рунет – российском сегменте Интернет – порталов различного назначения и контента по-прежнему актуальной остается задача создания *системы общероссийских проблемно-ориентированных информационно-аналитических порталов. Общероссийский проблемно-ориентированный информационно-аналитический Интернет-портал* – это основанная на последних достижениях Интернет-технологий глобальная саморазвивающаяся проблемно-ориентированная информационно-коммуникационная система, высокоэффективное средство массовой информации, агитации и пропаганды, инструмент общественного контроля за деятельностью органов государственной власти и органов местного самоуправления, федеральных и муниципальных учреждений, других хозяйствующих субъектов в социально-экономической сфере. Основной задачей *проблемно-ориентированных информационно-аналитических порталов* является содействие формированию и развитию *проблемно-ориентированных информационно-коммуникационных социально-экономических пространств*, накопление, хранение и актуализация информации по проблемам социально-экономического характера.

Общероссийский проблемно-ориентированный Интернет-портал представляет собой *виртуальную организацию* [29], предоставляющую возможность рассредоточенной и децентрализованной работы. В качестве основной особенности технического решения портала следует выделить его модульную иерархическую структуру, обеспечивающую высокую степень унификации за счет использования ограниченного числа типовых модулей и простейших программ-редакторов для их настройки и наполнения контентом. Наполнение модулей портала контентом должно осуществляться непосредственно на местах – в коммерческих и некоммерческих организациях, территориальных органах государственной власти и местного самоуправления, региональных и местных отделениях политических партий, общественных объединениях и др. Основой жизненной силы *проблемно-ориентированного Интернет-портала* как *виртуальной организации* являются непрерывно вырабатываемые, накапливаемые и эффективно используемые *знания*.

Общероссийский проблемно-ориентированный Интернет-портал должен обеспечивать:

- комплексную информационную поддержку всего спектра предлагаемых им рынку товаров (работ, услуг);
- установление прямых информационных связей между производителями и потребителями;

- реализацию принципа информированного равноправия посредством использования ссылок на материалы по основной и смежным темам и предоставление доступа к специализированным базам данных;
- индивидуализацию подхода к каждому пользователю;
- анонимность и конфиденциальность информации о пользователях;
- возможность проведения широкомасштабных социологических и маркетинговых исследований;
- бессрочное хранение и обновление научной и коммерческой информации.

На работников *общероссийского проблемно-ориентированного Интернет-портала* как средства массовой информации должны полностью проецироваться требования, предъявляемые российским законодательством к журналистам. Они обязаны уважать права, законные интересы, честь и достоинство граждан и организаций; проверять достоверность сообщаемой ими информации; сохранять конфиденциальность информации и ее источника; удовлетворять просьбы лиц, предоставивших информацию, об указании на ее источник, а также об авторизации цитируемого высказывания, если оно оглашается впервые; получать согласие (за исключением случаев, когда это необходимо для защиты общественных интересов) на распространение сведений о личной жизни граждан от самих граждан или их законных представителей; при получении информации от граждан и должностных лиц ставить их в известность о проведении аудио- и видеозаписи, фотосъемки и др. Соккрытие или фальсификация общественно значимых сведений, публикация непроверенных сведений без указания на их непроверенность, распространение слухов под видом достоверных сведений недопустимы. Обеспечение плюрализма мнений по спорным вопросам должно достигаться за счет включения в каждое сообщение ссылок на другие материалы по обсуждаемой тематике. Рекламные сообщения следует выделять примечанием "Публикуется на правах рекламы".

К необходимым условиям высокой социально-экономической эффективности *общероссийского проблемно-ориентированного Интернет-портала* относится комплексный профессиональный подход к организации предпринимательской деятельности в ИКП. Работники портала должны хорошо знать свою предметную область – рынок соответствующих товаров и услуг, понимать особенности бизнеса в Интернет-пространстве, иметь тесные контакты с поставщиками и потребителями.

В результате развития интеграционных процессов в *проблемно-ориентированном информационно-коммуникационном социально-экономическом пространстве* возникает мощный *синергетический эффект*. Основными *факторами синергизма в ИКП* являются:

- концентрация прежде рассредоточенных информационных ресурсов в одном месте – едином общероссийском проблемно-ориентированном информационно-аналитическом портале (возникающий в результате этого кумулятивный эффект будет более весомым, чем в случае размещения тех же ресурсов на сайтах отдельных хозяйствующих субъектов);

- функциональная специализация хозяйствующих субъектов (разделение обязанностей при выполнении разделенных функций в общей сфере деятельности способствует росту производительности труда, повышению качества оказываемых услуг, выполняемых работ, изготавливаемых изделий);
- расширение и углубление информационных связей между взаимодействующими группами участников рынка (за счет гармонизации отношений в ИКП улучшается координируемость индивидуальных и совместных действий хозяйствующих субъектов);
- активизация деятельности одних групп хозяйствующих субъектов, обусловленная присутствием в ИКП других групп хозяйствующих субъектов, выступающих в роли катализаторов (чем больше различных хозяйствующих субъектов участвует в работе портала, тем выше энергетический потенциал поля их взаимодействия);
- взаимодополняемость хозяйствующих субъектов (с ростом взаимодополняемости хозяйствующих субъектов расширяется пространство допустимых вариантов групповых решений и улучшаются возможности выбора из них наиболее приемлемых);
- взаимозаменяемость хозяйствующих субъектов (частичная взаимозаменяемость хозяйствующих субъектов, объединенных общей сферой деятельности, необходима для обеспечения устойчивости работы портала в случае временного или постоянного (полного или частичного) прекращения функционирования некоторых из них);
- привлечение внимания Рунет-аудитории к portalу, обусловленное концентрацией в одном месте всего спектра информации по проблематике портала (при условии, что пользователям будет предложена простая и эффективная система навигации по ИКП).

При проведении грамотной редакционной и организационно-экономической политики суммарная отдача от вложения средств в создание и обеспечение функционирования *единого общероссийского проблемно-ориентированного Интернет-портала* будет заведомо выше суммы отдачи по всей стратегической зоне хозяйствования субъектов, участвующих в его работе, и в сфере деятельности органов государственной власти и местного самоуправления, политических партий, общественных организаций и граждан, направляющих свои усилия на решение актуальных задач социально-экономического развития страны, без учета преимуществ использования общих ресурсов – их взаимодополняемости и взаимозаменяемости.

Социально-экономическое экспериментирование

В *социологических исследованиях организационно-экономических систем* может также весьма эффективно использоваться *социально-экономическое экспериментирование* – реализация искусственно инициированного социально-экономического процесса в системе с целью получения и изучения ее возможных состояний.

Главная особенность *социально-экономического экспериментирования* заключается в том, что оно предполагает активное вмешательство в исследуемую систему.

С помощью *социально-экономического экспериментирования* можно:

- провести социальную диагностику субъекта (органа управления) исследуемой системы;
- выявить механизмы происходящих в исследуемой системе социально-экономических явлений, установить взаимосвязи каждого отдельного человека с другими людьми и группами и связи между группами;
- оптимизировать социально-экономические процессы в исследуемой системе;
- уменьшить социальные и экономические издержки и риски системы;
- оценить эффективность использования новых знаний о системе, полученных в результате эксперимента.

Ключевая проблема, связанная с проведением *социально-экономического эксперимента*, заключается в том, что как по результатам, так и по процессу эксперимент может оказаться чреватым весьма серьезными негативными последствиями для всех или отдельных групп его участников. На проведение *социально-экономического эксперимента* необходимо накладывать жесткие ограничения в виде предельно допустимых значений параметров, характеризующих социально-значимые процессы и явления, и нужно тщательно к нему готовиться, рассчитывая меру риска, предполагаемых ущербов и других негативных последствий, соизмеряя экспериментальные процессы с общественной моралью и нравственностью, предусматривая страховые решения и меры по социальной и психологической реабилитации его участников.

Вопросы для повторения

1. В чем суть *социологической методологии*?
2. Как проводится *социологическое исследование*?
3. Что может быть целью *социологического исследования* организационно-экономической системы?
4. Проведите классификацию *социологических исследований*.
5. Сформулируйте определение *информационного общества*.
6. Какими существенными признаками характеризуется *информационное общество*?
7. Что является основой *глобальной компьютерной коммуникации*?
8. В чем заключается *миссия Интернет*?
9. В чем суть политики движения России к *информационному обществу*?
10. Сформулируйте определение *социально-экономического пространства*.
11. Какое влияние на развитие происходящих в стране позитивных социально-экономических процессов оказывает формирование на базе Ин-

тернет *системы общероссийских проблемно-ориентированных информационно-коммуникационных социально-экономических пространств?*

12. На основе каких предпосылок возникает и развивается *социальная институционализация информационно-коммуникационных социально-экономических пространств?*

13. Что такое *общероссийский проблемно-ориентированный информационно-аналитический Интернет-портал?*

14. Какие задачи должны решать *проблемно-ориентированные информационно-аналитические Интернет-порталы?*

15. Какие функции должны выполнять *проблемно-ориентированные информационно-аналитические Интернет-порталы?*

16. Назовите основные особенности *проблемно-ориентированного информационно-аналитического Интернет-портала* как *виртуальной организации*.

17. Назовите основные особенности *проблемно-ориентированного информационно-аналитического Интернет-портала* как средства массовой информации.

18. Назовите основные *факторы синергизма в информационно-коммуникационном социально-экономическом пространстве*.

19. В чем суть *социально-экономического экспериментирования?*

20. В чем заключается главная особенность *социально-экономического экспериментирования?*

21. Какие задачи можно решать с помощью *социально-экономического экспериментирования?*

22. В чем заключается главная проблема, связанная с проведением *социально-экономического эксперимента?*

7. УПРАВЛЕНИЕ ИННОВАЦИЯМИ И ИНВЕСТИЦИЯМИ

Инновационная концепция производственно-хозяйственной деятельности

В современном *глобальном информационном обществе* поступательное социально-экономическое развитие и обеспечение конкурентоспособности отдельных государств обеспечивается, прежде всего, наличием развитой среды "генерации знаний", основанной на значительном секторе фундаментальных исследований в сочетании с эффективной системой образования, развитой национальной инновационной системой, целостной государственной политикой в инновационной сфере и эффективным нормативно-правовым обеспечением инновационной деятельности.

Основным побудительным мотивом для осуществления *нововведений – инноваций* в рыночной экономике является конкуренция. По П.Друкеру, *инновационный процесс* состоит в целенаправленном и организованном поиске изменений и в систематическом анализе этих изменений как источника социальных и экономических нововведений.

В Концепции инновационной политики Российской Федерации на 1998-2000 годы под *инновацией* понимается конечный результат инновационной деятельности, получивший реализацию в виде нового или усовершенствованного продукта, реализуемого на рынке, нового или усовершенствованного технологического процесса, используемого в практической деятельности, а под *инновационной деятельностью* – процесс, направленный на реализацию результатов законченных научных исследований и разработок либо иных научно-технических достижений в новый или усовершенствованный продукт, реализуемый на рынке, в новый или усовершенствованный технологический процесс, используемый в практической деятельности, а также связанные с этим дополнительные научные исследования и разработки.

В соответствии с этим различают *инновации технологические – продуктовые* и *процессные* – и *инновации нетехнологические – организационные*:

- *технологические продуктовые инновации* (разработка и внедрение технологически новых и усовершенствованных продуктов, процесс обновления сбытового потенциала компании, обеспечивающий ей выживаемость, рост объема получаемой прибыли, сохранение или расширение доли рынка, улучшение финансового состояния, формирование позитивного имиджа и т.д.);

- *технологические процессные инновации* (разработка и внедрение технологически новых или технологически значительно усовершенствованных производственных методов, включая методы передачи продуктов и услуг);

- *организационные инновации* (организационные, управленческие и социальные изменения – внедрение значительно измененных органи-

зационных структур, реализация прогрессивных методов управления, реализация новых или существенно измененных корпоративных стратегий).

Организационные инновации могут происходить по следующим основным направлениям:

- разработка и реализация новой или значительно измененной корпоративной стратегии;
- разработка и внедрение новых или значительно измененных организационных структур;
- внедрение современных методов управления (с использованием информационно-коммуникационных технологий);
- разработка новых или значительно измененных методов и приемов организации труда;
- внедрение современных систем контроля качества продукции, основанных на использовании отечественных и зарубежных стандартов качества;
- внедрение современных систем логистики;
- организация и совершенствование маркетинговой службы;
- создание и развитие инновационной инфраструктуры¹;
- улучшение гуманитарной сферы.

Ключевым понятием **инновационной концепции производственно-хозяйственной деятельности** является **инновационная восприимчивость** хозяйствующего субъекта – его способность обнаружить инновации в информационном поле, различить и идентифицировать их отдельные признаки, выделить в них информативное содержание, адекватное цели действия, сформированному образу развития данного хозяйствующего субъекта, и принять инновации к исполнению для повышения его конкурентоспособности [19].

В процессе реализации **инновационной восприимчивости** можно выделить четыре основных этапа:

- оценка инновации;
- инициация принятия инновации;
- осуществление инновации;
- рутинизация инновации².

Организации, восприимчивые к инновациям, являются **инновационно активными**³. **Объектом управления** в таких организациях является их **инновационная восприимчивость** как к новшествам, являющимся резуль-

¹ **Инновационная инфраструктура** – организации, способствующие осуществлению инновационной деятельности.

² **Рутинизация инновации** – превращение процесса использования инновации в привычную процедуру, характеризующуюся предсказуемой структурой поведения работников и повторяющимися схемами деятельности.

³ Инструкция по заполнению формы федерального государственного статистического наблюдения № 4 – инновация "Сведения об инновационной деятельности организации" определяет **инновационно активную организацию** как организацию, которая в течение последних трех лет имела завершённые инновации.

татом реализации их собственного интеллектуального капитала, так и к инновациям, импортируемым из внешней среды.

Россия имеет сегодня все необходимые предпосылки для формирования **инновационной модели развития**:

- достаточно мощный государственный сектор фундаментальной науки;
- развитую структуру обеспечения проведения прикладных исследований и разработок и внедрения научно-технических результатов в производство (включая систему государственных научных центров Российской Федерации, отраслевые научные организации, корпоративную науку);
- значительные конкурентные преимущества по ряду важнейших технологических направлений;
- эффективную систему высшего профессионального образования, подготовки и аттестации кадров высшей квалификации;
- отдельные базовые элементы **инновационной инфраструктуры** – **инновационно-технологические центры**¹, **центры трансфера технологий**², **технопарки**³, **бизнес-инкубаторы**⁴, фонды, специализирующиеся на поддержке инновационного предпринимательства (включая государственные и частные **венчурные фонды**⁵), и др.

Переход к **инновационному пути развития** страны должен осуществляться на основе **стратегических национальных приоритетов России** [1]:

¹ **Инновационно-технологический центр** – организация, деятельность которой направлена на развитие малого предпринимательства в научно-технической сфере, поддержку инновационной деятельности, сотрудничества и кооперации между исследователями и промышленностью путем создания производственной, экспериментальной, информационной, финансовой и иной базы для коммерческого освоения научных знаний, наукоемких технологий, изобретений, ноу-хау, оказания услуг малым инновационным компаниям в сфере подготовки и обучения персонала в области менеджмента, бухгалтерского обслуживания и др. (практикуется также создание инновационно-технологических центров в виде структурных подразделений научно-исследовательских отраслевых или академических институтов и ведущих вузов страны).

² **Центр трансфера технологий** – организация, ориентированная на коммерциализацию научных результатов и технологических разработок, созданных за счет бюджета в научно-исследовательских отраслевых и академических институтах и вузах.

³ **Технопарк** – организация, осуществляющая формирование территориальной инновационной среды с целью развития предпринимательства в научно-технической сфере путем создания производственной, экспериментальной, информационной, финансовой и иной базы для коммерческого освоения научных знаний, изобретений, ноу-хау и наукоемких технологий.

⁴ **Бизнес-инкубатор** – организация, созданная для поддержки предпринимателей на ранней стадии их деятельности путем предоставления в аренду помещений и оказания консультационных, бухгалтерских и юридических услуг.

⁵ **Венчурный фонд** – фонд особо рискованных (венчурных) инвестиций (закрытый паевой инвестиционный фонд, состав и структура активов которого удовлетворяют требованиям "Положения о составе и структуре активов акционерных инвестиционных фондов и активов паевых инвестиционных фондов").

- повышения качества жизни россиян;
- достижения экономического роста;
- развития фундаментальной науки, образования, культуры;
- обеспечения обороны и безопасности страны.

Реализация *государственной инновационной политики России* осуществляется по следующим основным направлениям [2]:

- разработка и совершенствование нормативно-правового обеспечения инновационной деятельности, механизмов ее стимулирования, системы институциональных преобразований, защиты интеллектуальной собственности в инновационной сфере и введения ее в хозяйственный оборот;
- создание системы комплексной поддержки инновационной деятельности, развития производства, повышения конкурентоспособности и экспорта наукоемкой продукции;
- развитие инфраструктуры инновационного процесса, включая систему информационного обеспечения, систему экспертизы, финансово-экономическую систему, производственно-технологическую поддержку, систему сертификации и продвижения разработок, систему подготовки и переподготовки кадров;
- развитие малого инновационного предпринимательства путем формирования благоприятных условий для образования и успешного функционирования малых высокотехнологичных предприятий и оказания им государственной поддержки на начальном этапе деятельности;
- совершенствование конкурсной системы отбора инновационных проектов и программ;
- реализация критических технологий и приоритетных направлений, способных преобразовывать соответствующие отрасли экономики страны и ее регионов;
- использование технологий двойного назначения.

Главными методами реализации *государственной инновационной политики России* являются:

- формирование институциональных и законодательных условий для позитивных изменений в инновационной сфере;
- государственная поддержка и стимулирование инвесторов, вкладывающих средства в наукоемкое, высокотехнологичное производство, а также организаций различных форм собственности (в период освоения ими инноваций) за счет введения определенных налоговых льгот, государственных гарантий и кредитов;
- совершенствование налоговой системы с целью создания выгодных условий для ведения инновационной деятельности всеми субъектами, независимо от форм собственности и видов финансирования;
- внешнеэкономическая поддержка, предусматривающая создание условий для формирования совместных с иностранными партнерами организаций по выпуску отечественной наукоемкой продукции и реализации ее на внешнем рынке, обеспечение рекламы отечественных инноваций за рубежом, совершенствование выставочно-ярмарочной деятельности, вхождение

в международные информационные системы для обмена информацией по инновационным проектам;

- обеспечение в зарубежных кредитных линиях квот для развития инновационной инфраструктуры, закупки оборудования в целях реализации высокоэффективных инновационных проектов под гарантии государства и лицензий на высокоэффективные технологии и ноу-хау для освоения производства новейшей продукции;
- консолидация усилий органов государственной власти и частных инвесторов, направленных на организацию взаимодействия со странами – членами ЕС, СНГ, другими государствами;
- развитие лизинга наукоемкого уникального оборудования;
- участие инновационно активных организаций в международных конкурсах;
- выделение прямых государственных инвестиций для реализации инновационных программ и проектов, имеющих общенациональный характер, но по каким-либо причинам непривлекательных для частных инвесторов.

Неотъемлемой частью экономической политики любого государства является формирование **национальной инновационной системы**. **Инновационная система России** должна обеспечить объединение усилий государственных органов управления всех уровней, организаций научно-технической сферы, предпринимательского сектора экономики в интересах ускоренного использования достижений науки и технологий в целях реализации **стратегических национальных приоритетов страны**.

Формирование **инновационной системы России** предусматривает:

- создание благоприятной экономической и правовой среды;
- построение инновационной инфраструктуры;
- совершенствование механизмов государственного содействия коммерциализации результатов научных исследований и разработок.

Формирование **инновационной системы России** требует решения следующих основных задач:

- совершенствование механизмов взаимодействия между участниками инновационного процесса, включая оптимизацию взаимоотношений государственных научных организаций и государственных высших учебных заведений с промышленными организациями в целях продвижения новых технологий в производство, повышения квалификации производственного персонала;
- проведение действенной экономической политики в отношении участников инновационного процесса, стимулирование внебюджетного финансирования, создание институциональных и правовых условий для развития венчурного инвестирования в наукоемкие проекты;
- создание и развитие объектов инновационной инфраструктуры, сети организаций по оказанию консалтинговых услуг в области инновационной деятельности, содействие созданию и развитию в научно-технической сфере малых инновационных предприятий, бирж интеллектуальной собственности и научно-технических услуг.

Государственная политика России в области развития инновационной системы есть составная часть **государственной научно-технической и промышленной политики**, представляющая собой совокупность осуществляемых государством социально-экономических мер, направленных на формирование условий для развития производства конкурентоспособной **инновационной продукции**¹ на базе передовых достижений науки, техники и технологий и повышение доли такой продукции в структуре производства, а также системы продвижения и реализации продукции и услуг на отечественном и мировом рынках. **Государственная политика России в области развития инновационной системы** базируется на равноправном государственно-частном партнерстве и направлена на объединение усилий и ресурсов государства и предпринимательского сектора экономики для развития инновационной деятельности. Целью **государственной политики России в области развития инновационной системы** является формирование экономических условий для вывода на рынок конкурентоспособной **инновационной продукции** в интересах реализации **стратегических национальных приоритетов России** путем объединения усилий государства и предпринимательского сектора экономики на основе взаимовыгодного партнерства.

Содержанием **инновационной деятельности** субъектов **инновационной системы России** является:

- проведение анализа и формирование прогноза направлений научно-технологического и инновационного развития экономики страны с учетом реальных условий рыночного потребления;
- развитие инфраструктуры инновационной системы России;
- вовлечение в хозяйственный оборот результатов интеллектуальной деятельности;
- технологическое переоснащение производства для выпуска инновационной продукции;
- проведение экспертизы разработок, оказание консультационных, информационных, юридических или иных услуг по выводу инновационной продукции на рынок.

Инновационная деятельность базируется на приоритетах, которые формируются в сфере коммерциализации результатов исследований и разработок во взаимодействии с предпринимательским сектором экономики исходя из национальных интересов страны и с учетом мировых тенденций развития науки, технологий и техники. Целью реализации утвержденной Межведомственной комиссией по научно-инновационной политике **Стратегии развития науки и инноваций в Российской Федерации на период до 2015 года** является формирование сбалансированного сектора исследований и разработок и эффективной инновационной системы, обеспечивающих технологическую модернизацию экономики и повышение ее конку-

¹ **Инновационная продукция** – результат инновационной деятельности (товары, работы, услуги), предназначенный для реализации.

рентоспособности на основе передовых технологий и превращение научного потенциала в один из основных ресурсов устойчивого экономического роста.

В задачи *Стратегии развития науки и инноваций в Российской Федерации* входит:

- создание конкурентоспособного сектора исследований и разработок и условий для его расширенного воспроизводства;
- создание эффективной национальной инновационной системы;
- развитие институтов использования и правовой охраны результатов исследований и разработок;
- модернизация экономики на основе технологических инноваций.

В результате реализации *Стратегии развития науки и инноваций в Российской Федерации* должны быть созданы сбалансированный, устойчиво развивающийся сектор исследований и разработок, имеющий оптимальную институциональную структуру, обеспечивающий расширенное воспроизводство знаний, конкурентоспособный на мировом рынке, и эффективная инновационная система, встроенная в глобальную инновационную систему, обеспечивающая взаимодействие сектора исследований и разработок с отечественным предпринимательским сектором и соответствующая по основным параметрам инновационным системам развитых стран мира, а также осуществлена технологическая модернизация экономики, способствующая повышению ее конкурентоспособности на основе передовых технологий.

Инновации и инвестиции

В рыночных условиях все хозяйствующие субъекты, обладая экономической самостоятельностью, полностью отвечают за результаты своей финансово-хозяйственной деятельности. Всем им нужна система управления, обеспечивающая высокую эффективность работы, конкурентоспособность и стабильное положение. Для повышения конкурентоспособности отечественных товаров нужно не только улучшать их качество, но и удешевлять производство. Поэтому чрезвычайно актуальной становится проблема повышения *эффективности производства*. Острота ее все более будет возрастать в связи с необходимостью роста уровня жизни людей, решения других экономических и социальных задач.

Эффективность производства определяется, прежде всего, производительностью труда, материалоемкостью продукции, ее качеством. Иными словами, она определяется результативностью труда работников, которая в любой организации решающим образом зависит от технической оснащенности производства – совершенства техники и технологий. Техническое перевооружение производства требует крупных *инвестиций*¹.

Источником инвестиций в Российской Федерации являются преимущественно *внебюджетные средства*, прежде всего собственные фи-

¹ *Инвестиции* – долгосрочные вложения капитала с целью получения дохода.

нансовые средства хозяйствующих субъектов, в составе которых преобладают амортизационные отчисления. Важнейший *источник инвестиций – прибыль*. Увеличение прибыли является результатом повышения *эффективности производства*. Добиться же существенного повышения эффективности можно лишь на основе технического перевооружения производства, т.е. путем увеличения инвестирования. Таким образом, между объемом инвестиций и темпами повышения эффективности производства существует тесная взаимосвязь. Эффективнее производство – выше потенциальный объем инвестиций. С другой стороны, объем инвестиций решающим образом обуславливает уровень эффективности производственной деятельности.

В нормально функционирующей экономике, при стабильно-умеренном налогообложении, рост прибыли позволяет предпринимателю направлять из этого источника все большие суммы на техническое перевооружение производства, освоение прогрессивных технологий и новых видов продукции. И в нашей стране во многих случаях значительное повышение эффективности производства, его рентабельности может быть достигнуто без крупных капиталовложений. Получаемый при этом прирост прибыли явится источником увеличения инвестиций. Но чтобы это стало реальностью, необходима государственная поддержка предпринимательства, в первую очередь в виде стабильной и щадящей системы налогообложения, позволяющей предпринимателям значительную часть прибыли направлять на развитие производства.

Систему мер, обеспечивающих эффективное использование государственных и негосударственных *инвестиционных ресурсов* в целях реализации стратегических интересов Российской Федерации, определяют *Основные направления государственной инвестиционной политики Российской Федерации в сфере науки и технологий*, являющиеся неотъемлемой частью общей инвестиционной политики Российской Федерации. *Главной целью государственной инвестиционной политики в сфере науки и технологий* является создание финансово-экономических условий для реализации утвержденных Президентом РФ "Основ политики Российской Федерации в области развития науки и технологий на период до 2010 года и дальнейшую перспективу" и "Приоритетных направлений развития науки, технологий и техники Российской Федерации", а также для опережающего развития фундаментальной науки и осуществления важнейших инновационных проектов государственного значения. Достижение поставленной *цели* осуществляется на основе интеграции усилий государства и предпринимательского сектора экономики, ускорения внедрения современных инвестиционно-финансовых механизмов привлечения негосударственного российского и иностранного капитала в сферу науки и технологий.

Инвестирование представляет собой один из наиболее важных аспектов деятельности любой динамично развивающейся *коммерческой организации*, руководство которой отдает приоритет рентабельности с пози-

ции долгосрочной, а не краткосрочной перспективы. Для этого обычно разрабатывается дерево взаимодополняющих, иерархически упорядоченных целей, причем, чем крупнее компания, чем в большей степени диверсифицирована ее деятельность, тем более сложную структуру имеет дерево целевых установок. В этой иерархии, как правило, далеко не последнее место занимает целевая установка на расширение масштабов деятельности. Речь идет о наращивании показателей, характеризующих ресурсный потенциал организации, объемы производства и реализации.

В принципе, все *коммерческие организации* в той или иной мере осуществляют *инвестиционную деятельность*. Принятие такого рода решений осложняется множеством различных факторов, включая виды инвестиций, стоимость инвестиционного проекта, множественность доступных проектов, ограниченность финансовых ресурсов, доступных для инвестирования, риски, связанные с принятием того или иного решения, и т.п.

Цели, обуславливающие необходимость *инвестиций*, могут быть разными, но в целом их можно разделить на три вида:

- *обновление имеющейся материально-технической базы;*
- *наращивание объемов производственной деятельности;*
- *освоение новых видов деятельности.*

При наличии ограничений на величину свободных финансовых ресурсов, доступных для инвестирования, всегда актуальна *задача оптимизации инвестиционного портфеля*. Принятие решений инвестиционного характера, как и любой другой вид управленческой деятельности, основывается на использовании различных формализованных и неформализованных методов и критериев. Степень их сочетания определяется разными обстоятельствами, в том числе и тем из них, насколько менеджер знаком с имеющимся аппаратом, применимым в том или ином конкретном случае. Какого-то универсального метода, пригодного для всех случаев жизни, не существует, но за основу можно взять, например, *интегральный критерий оценки инвестиционных проектов*, предусматривающий использование общих критериев **NPV** (*Net present value* – чистая текущая (приведенная) стоимость, чистый дисконтированный доход (ЧДД)), **IRR** (*Internal rate of return* – внутренняя норма доходности (ВНД)) и **PI** (*Profitability Index* – индекс рентабельности инвестиций (ИР)).

Крайне важно иметь в виду, что у критерия **NPV** (ЧДД), дающего вероятностную оценку прироста стоимости *коммерческой организации*, т.е. наращивания ее экономического потенциала, и наиболее часто используемого при оценке *инвестиционных проектов*, имеется один весьма существенный недостаток. Суть проблемы в том, что **NPV** – абсолютный показатель, а потому с его помощью нельзя получить информацию о *резерве безопасности проекта*. Из-за ошибки в прогнозе ожидаемого денежного потока или стоимости капитала может возникнуть опасность того, что проект, который ранее рассматривался как прибыльный, окажется убыточным.

Информацию о *резерве безопасности проекта* дают критерии **IRR** и **PI**. Чем больше **IRR** по сравнению с ценой капитала, тем больше резерв безопасности. И чем больше **PI** превосходит единицу, тем больше резерв безопасности. Критерии **IRR** и **PI** обеспечивают большой резерв безопасности.

Прогнозирующие тренды Демарка

Адекватная оценка *инвестиционных проектов* невозможна без использования *статистической информации*. На основании предыстории и информации о текущей ситуации делается вывод о целесообразности или нецелесообразности реализации того или иного инвестиционного проекта. Однако в условиях инфляции, а тем более стагфляции, экономическая ситуация меняется весьма быстро и оценка, проведенная на основе априорной информации о ситуации, предшествовавшей моменту принятия решения, часто оказывается несостоятельной.

В связи с этим, представляется целесообразным использовать для оценки инвестиционных проектов не априорную информацию о параметрах, характеризующих исследуемый проект, организацию и экономическую среду в целом, а их *прогнозные значения*.

В традиционно используемых методиках важное место занимает задача *прогнозирования кривой доходности*. Для построения прогноза используются априорные математические модели. Однако, несмотря на широкую распространенность данной методики и ее несомненную простоту, в условиях стохастической неопределенности, которой характеризуется современная среда функционирования организаций, особенно в условиях стагфляции, необходим другой подход. Это обуславливается влиянием эффекта "старения измерений", нелинейностью модели и др.

Следует отметить, что большинство процессов, протекающих в экономических системах, описываются *нелинейными моделями*. В некоторых случаях эти процессы могут быть представлены нестационарными стохастическими моделями. И только в отдельных частных случаях уравнения, описывающие такие процессы, имеют линейный характер.

В качестве *индикатора интервалов с возможно благоприятной инвестиционной ситуацией* можно использовать *прогнозирующие тренды Демарка* [14]. *Тренды Демарка* отличаются простотой реализации и позволяют определить тенденцию изменения исследуемого процесса за минимальный интервал времени. Их можно применять для построения прогноза на основе достаточно коротких измерительных выборок. Наиболее эффективны они при изучении процессов, имеющих резкоменяющийся характер.

Различают *классический* и *модифицированный* тренды Демарка.

Классический тренд Демарка определяется двумя экстремальными точками и имеет вид:

$$\hat{z}_{0i} = k_{0i} \cdot t_i + d_{0i},$$

где \hat{z}_{0i} – *прогнозируемая величина*; k_{0i} и d_{0i} – *параметры тренда* (*крутизна тренда* и *константа тренда*); t_i – *момент времени*, в который данная модель используется для получения *прогнозируемой величины*.

Величины k_{0i} и d_{0i} получают следующим образом. *Измерительная выборка* делится на две определенные группы (в зависимости от ее длительности) и из каждой группы выбираются точки с максимальными и минимальными значениями. При построении тренда соединяют прямой линией две точки, имеющие максимальное и минимальное значения, в следующей последовательности: при *нисходящей тенденции* выборки берут *максимальное значение*, при *восходящей тенденции* – *минимальное значение*. Точки, используемые для укладки тренда, называют *опорными точками*.

Коэффициент крутизны тренда определяет тенденцию изменения переменной состояния изучаемого объекта.

Классические тренды Демарка используются для построения прогнозирующих моделей на коротких измерительных выборках (2-10 измерений), для которых характерна высокая динамика изменения. Они не достаточно точны и эффективны только при краткосрочном прогнозировании.

При более плавной динамике исследуемого процесса предлагается использовать *модифицированные тренды Демарка*. *Модифицированные тренды Демарка* строятся на средних измерительных выборках (10-30 измерений).

Модифицированный тренд Демарка, построенный на основе осредненных значений выборки с *опорными точками* a_1 и b_1 , имеет следующий вид:

$$\hat{z}_{1i}(a_1, b_1) = k_{1i} \cdot t_i + d_{1i},$$

где $\hat{z}_{1i}(a_1, b_1)$ – *прогнозируемая величина*; k_{1i} , d_{1i} – *параметры тренда* (*крутизна* и *константа*); a_1 и b_1 – *координаты опорных точек*; t_i – *момент времени*, в который данная модель используется для получения *прогнозируемой величины*.

Процедура определения величин k_{1i} и d_{1i} выглядит так: измерительную выборку делят на две части, в каждой части значения всех точек осредняют, и два полученных в итоге средних значения используют в качестве координат опорных точек a_1 и b_1 . Соединенные прямой линией, опорные точки образуют тренд.

Модифицированные тренды Демарка отличаются повышенной точностью *аппроксимации* к ближайшей *тенденции выборки*.

Процедура использования *трендов Демарка* в качестве *индикатора интервалов с возможно благоприятной инвестиционной ситуацией*

предполагает проведение сравнения двух последних трендов. Если они одинаковы или отличаются друг от друга незначительно, то можно надеяться, что экономическая ситуация в отношении исследуемого параметра стабилизировалась.

Методика оценки инвестиционных проектов с помощью трендов Демарка включает следующие этапы:

1. Построение *трендов Демарка*.
2. Сравнительный анализ *трендов Демарка*.
3. Построение *прогнозирующих моделей*.
4. Построение *прогноза параметров инвестиционного проекта*.
5. Анализ *параметров инвестиционного проекта*.
6. Принятие решения о включении предлагаемого проекта в портфель инвестора.

Данная методика может быть использована как для оценки *инвестиционного проекта*, так и для оценки *инвестиционной привлекательности коммерческой организации*. В первом случае исследуются параметры, характеризующие *инвестиционный проект*, во втором – параметры, характеризующие *инвестиционную привлекательность организации*.

Интегральный критерий оценки инвестиционных проектов

При анализе *инвестиционных проектов* последовательно применяются *критерии*, соответствующие ситуации, в которой эти проекты предполагается реализовать. Учитывая противоречивость различных *критериев*, обычно устанавливают какую-либо *иерархическую последовательность применения критериев оценки инвестиционных проектов*.

В первую очередь используются *критерии оценки инвестиционных проектов*, представляющие собой безусловные требования, предопределенные условиями инвестиционной ситуации, объемом инвестиций, сроками и др. К примеру, в условиях стагфляции в основном используются инвестиционные проекты с малыми сроками окупаемости. Поэтому в первую очередь в такой ситуации *селекцию проектов* для портфеля инвестора необходимо проводить на основе дисконтированного срока окупаемости инвестиций (*Discounted Pay-Back Period – DPBP* или *DPP*).

Показатель срока окупаемости инвестиций прост в расчетах, но не свободен от недостатков.

Во-первых, он не учитывает влияние доходов последних периодов. Сравним, к примеру, два проекта (**A** и **B**) с одинаковыми капитальными затратами (100 тыс. долл.), но различными прогнозируемыми годовыми доходами: по проекту **A** – 42 тыс. долл. в течение 3 лет; по проекту **B** – 38 тыс. долл. в течение 10 лет. Т.к. оба проекта обеспечивают окупаемость капитальных вложений в течение первых трех лет, с позиции данного критерия они равноправны. Хотя очевидно, что проект **B** гораздо выгоднее.

Во-вторых, поскольку этот метод основан на недисконтированных оценках, он не делает различия между проектами с одинаковой суммой

кумулятивных доходов, но различным распределением ее по годам. Так, с позиции этого критерия проект **A** с годовыми доходами 40, 60, 20 тыс. долл. и проект **B** с годовыми доходами 20, 40, 60 тыс. долл. равноправны, хотя очевидно, что первый проект обеспечивает большую сумму доходов в первые два года и эти дополнительные средства могут быть пущены в оборот и в свою очередь принесут новые доходы.

В-третьих, данный метод не обладает свойством адаптивности.

Рассмотрим следующий пример (табл. 7.1):

Таблица 7.1. Динамика денежных потоков по проектам

Год	Денежные потоки по проектам				
	A	B	C	A и C	B и C
0	-10	-10	-10	-20	-20
1	0	10	0	0	10
2	20	0	0	20	0
3	5	15	15	20	30
Срок окупаемости	2	1	3	2	3

Допустим, что проекты **A** и **B** являются взаимоисключающими, а проект **C** – независимым. Это означает, что если у организации есть финансовые возможности, то она может выбрать не только какой-то один из представленных проектов, но и их комбинации, т.е. проекты "**A и C**" и "**B и C**". Если рассматривать каждый проект отдельно с применением показателя "срок окупаемости" (**DPP**), можно прийти к выводу, что предпочтительным является проект **B**. Однако, если учитывать комбинации проектов, выбрать следует комбинацию из по отдельности худших проектов **A** и **C**.

После проведения отбора инвестиционных проектов в соответствии с критерием **DPP**, оставшиеся проекты можно подвергнуть анализу с помощью других критериев: **NPV**, **IRR** и др.

Целесообразно использовать одновременно нескольких критериев, сформировав из них *интегральный критерий оценки инвестиционных проектов*. Значимость каждого конкретного критерия при оценке инвестиционного проекта определяется его *весовым коэффициентом*.

Интегральный критерий оценки инвестиционных проектов может выглядеть, к примеру, так:

$$I = a_1NPV + a_2IRR + a_3DPP + a_4PI + \dots$$

Здесь **I** – интегральный критерий оценки инвестиционного проекта;

a_1, a_2, a_3, a_4 – весовые коэффициенты.

Подобная *взвешенная оценка* инвестиционных проектов позволяет провести анализ сразу всех предлагаемых проектов и получить их численную оценку. Но если проводить оценку проектов с помощью тех же крите-

риев (входящих в интегральный критерий) в иерархической последовательности, может возникнуть ситуация, когда наилучший в смысле всех критериев проект будет отвергнут из-за более низкого значения одного из критериев. Так может получиться в случае отбора на каждом этапе *селекции* – проверки по одному из критериев – только одного проекта с наилучшим показателем. Однако, если будет отбираться несколько наилучших проектов, то останется неоднозначность выбора.

Например, на первом этапе выделены два проекта по критерию **ДРР**, а на втором этапе – те же проекты по критерию **NPV**, но в другой последовательности. Первый проект имеет больший **ДРР** и меньший **NPV**, второй же проект наоборот меньший **ДРР** и больший **NPV**. Окончательный выбор одного из проектов для реализации осуществляется, как правило, исходя из конкретной ситуации, т.е. выбирается третий критерий, значение которого будет решающим. Выбор определяющего критерия оценки инвестиционного проекта осуществляется из конкретных практических соображений. Собственно, аналогичные сложности возникают и при выборе весовых коэффициентов в интегральном критерии оценки инвестиционных проектов.

Учитывая взаимосвязь *инвестиций* и *эффективности производства*, целесообразно включить в иерархическую последовательность критериев или в интегральный критерий критерии, характеризующие *эффективность производства*.

Таким образом, можно построить следующую иерархическую последовательность применения *критериев оценки инвестиционных проектов*:

1. Отбор проектов с *приемлемым ДРР*.
2. Отбор нескольких проектов с *максимальным NPV*.
3. Отбор необходимого для реализации количества проектов по критерию *увеличения рентабельности*.

Это один из простейших примеров, иллюстрирующих идею, которая заложена в иерархию *критериев оценки инвестиционных проектов*.

Первый этап *селекции инвестиционных проектов* является безусловным, т.е. требует жесткого выполнения требований. В данном случае это критерий **ДРР**, поскольку в условиях стагфляции *срок окупаемости проекта* является обязательным требованием.

Критерии второго и третьего этапов отбора *инвестиционных проектов* могут быть сведены в интегральный критерий. *Чистый дисконтированный доход* относится к группе критериев, характеризующих *инвестиционный проект*. *Рентабельность* относится к группе критериев, характеризующих *эффективность производства*. Таким образом, *интегральный критерий* состоит из критериев двух групп.

В критериях могут быть использованы как *априорные значения* параметров, характеризующих *инвестиционные проекты* и *инвестиционную привлекательность* хозяйствующего субъекта, так и их *прогнозируемые значения*. Естественно, прогнозирование осуществляется на интервалах времени реализации *инвестиционного проекта*.

Использование *прогнозируемых значений* параметров особенно актуально в критериях, характеризующих *эффективность производства*, так как возможно возникновение ситуаций, когда эффективность производства снижается по независящим от инвестиций причинам.

Анализ инвестиционной привлекательности коммерческих организаций

Рассмотренная методика разработки и оценки вариантов реализации *инвестиционных проектов* основана на использовании показателей, характеризующих *инвестиционные проекты*. С ее помощью можно принять решение об использовании того или иного *инвестиционного проекта*. Для определения же целесообразности *инвестирования* средств в ту или иную *коммерческую организацию* необходимо также провести *анализ инвестиционной привлекательности* данной организации.

Российским компаниям приходится работать в условиях, не отличающихся стабильностью. Велика случайная составляющая экономической среды. Другая особенность российской экономической среды – значительная информационная составляющая, выражающаяся в степени близости к источникам информации, прежде всего – к властным структурам. Доступность информации для некоторых компаний является определяющей при функционировании в России. Наиболее яркие примеры можно наблюдать в кризисные для российской экономики моменты. В "черный вторник", в кризисы 1998 и 2008 годов не разорились, а, наоборот, укрепились компании, по формальным критериям ничем не отличавшиеся от других, но имевшие оперативный доступ к закрытой информации. Нестабильная налоговая политика также не позволяет получать и аккумулировать прибыль и направлять ее на развитие производства. Отсутствие стабильной и щадящей системы налогообложения приводит к постоянному поиску предпринимателями путей снижения налогового бремени. Поэтому получить достоверную статистическую информацию о состоянии хозяйствующих субъектов в таких условиях весьма затруднительно. Следует также упомянуть частую смену структуры организации, изменения форм собственности и т.д.

Инвестиционную привлекательность коммерческой организации можно оценить с помощью ряда стандартных финансовых показателей.

Показатели финансовой устойчивости коммерческих организаций можно сгруппировать в зависимости от того, устойчивость какого элемента имущества может быть оценена данным показателем или группой.

Коэффициент обеспеченности запасов собственными оборотными средствами – показатель, измеряющий, в какой мере материальные запасы компании имеют источником покрытия собственные оборотные средства, сколько собственных оборотных средств имеется у компании на 1 руб. материальных запасов. Принято считать, что если *коэффициент обеспеченности запасов собственными оборотными средствами* превышает единицу, компания не зависит от материальных запасов.

Коэффициент соотношения заемных и собственных оборотных средств – показатель, по смыслу близкий к **коэффициенту обеспеченности запасов собственными оборотными средствами**. В основном уровень **коэффициента соотношения заемных и собственных средств** находится в полном соответствии с уровнем **коэффициента обеспеченности материальных запасов собственными оборотными средствами**: он тем выше, чем ниже коэффициент обеспеченности, и наоборот.

Нормальный коэффициент обеспеченности запасов собственными оборотными средствами измеряет, какой **минимум собственных оборотных средств** необходим компании. Отклонение **фактического** коэффициента от **нормального** показывает, какой суммы собственных оборотных средств не хватает компании или сколько их имеется сверх минимально необходимого размера.

Нормальный для компании **коэффициент обеспеченности запасов собственными оборотными средствами** служит основой для определения нормального для компании **коэффициента соотношения заемных и собственных средств**. **Собственные источники средств** компании должны покрывать материальные оборотные средства в пределах необходимых запасов и, кроме того, всю стоимость основных средств и внеоборотных активов. Остальную часть имущества допустимо покрывать **заемными средствами**. Рассчитав, какую часть имущества компании составляют суммарно основные средства и внеоборотные активы и необходимые материальные запасы, нетрудно определить нормальный для компании **коэффициент соотношения заемных и собственных средств**. Сопоставление нормального и фактического **коэффициентов соотношения заемных и собственных средств** дает ответ на вопрос, сколько заемных средств необходимо вернуть кредиторам немедленно, чтобы довести зависимость до нормального уровня, или наоборот, сколько заемных средств можно взять дополнительно к уже имеющимся без ущерба для финансовой независимости компании.

Коэффициент маневренности собственных средств определяет долю **собственных оборотных средств** компании в общей величине **источников собственных средств**. Считается, что повышение этого коэффициента и просто его высокий уровень хорошо характеризуют хозяйствующий субъект с финансовой точки зрения: собственные источники при этом мобильны, большая часть их вложена не в основные средства и внеоборотные активы, а в оборотные средства. Но рост коэффициента маневренности желателен в тех пределах, в каких он возможен при конкретной структуре имущества компании. Если коэффициент увеличивается не за счет уменьшения стоимости основных средств и внеоборотных активов, а за счет опережающего роста собственных источников по сравнению с увеличением этой части активов, тогда повышение коэффициента действительно свидетельствует о повышении финансовой устойчивости компании.

Индекс постоянного актива – единица минус **коэффициент маневренности собственных средств**. Задача **индекса постоянного актива**

– не в зеркальном отражении *коэффициента маневренности собственных средств*. Он показывает долю *источников собственных средств*, отвлекаемых в основные средства и внеоборотные активы. Чем он выше, тем более необходимым становится привлечение долгосрочных кредитов и займов или решение вопроса о возможностях уменьшения основных средств, но в первую очередь – других внеоборотных активов. Во всех случаях для улучшения финансового состояния компании желательно, чтобы источники собственных средств увеличивались в большей степени, чем стоимость основных средств и внеоборотных активов.

Завершают это перечень *выручка от реализации* и *рентабельность реализации*.

Главная проблема оценки *инвестиционной привлекательности коммерческих организаций* заключается в том, что она производится на основе статистического материала, полученного в конкретных экономических условиях. Российские компании функционируют в условиях, не отличающихся стабильностью, а также содержащих значительную стохастическую составляющую. Поэтому применять данную методику по отношению к российским компаниям можно только на краткосрочных интервалах времени.

Процедура практического применения интегрального критерия оценки инвестиционных проектов

Интегральный критерий оценки инвестиционных проектов включает критерии, характеризующие сам *инвестиционный проект*, и критерии, определяющие *инвестиционную привлекательность организации*, в которой данный проект предполагается реализовать. Получение достоверной информации о состоянии организации представляет собой весьма серьезную проблему и подчас становится приоритетной задачей при рассмотрении *инвестиционной привлекательности организации*.

На первом этапе осуществляется *оценка инвестиционных проектов* посредством критерия **DPP**. Все проекты, не удовлетворяющие данному критерию, исключаются из дальнейшего рассмотрения.

Второй этап заключается в получении оценок проектов посредством *интегрального критерия*. Для этого необходимо выбрать те конкретные *параметры проектов*, которые будут являться определяющими, и назначить им *весовые коэффициенты*. С учетом требований, наложенных на срок окупаемости проекта, и помня о недостатках критерия **NPV**, примем следующую структуру *интегрального критерия оценки инвестиционных проектов*:

$$I = \frac{a_1}{\text{DPP}} + a_2 \text{NPV} + a_3 \text{PI}$$

Включение критерия **DPP** в данную формулу обусловлено отсутствием достоверной информации об инфляционных прогнозах на исследуемый период, а использование критерия **PI** – недостатками критерия **NPV**.

Выбор *весовых коэффициентов* осуществляется из практических соображений.

Третий этап – анализ *трендов Демарка*. Сравнивая тренды, можно выделить наиболее благоприятную ситуацию для реализации третьего этапа.

Четвертый этап – построение *прогнозирующих моделей*.

На пятом этапе осуществляется *прогнозирование параметров инвестиционных проектов*.

Вопросы для повторения

1. Что такое *инновация*?
2. Какие виды *инноваций* относятся к категории *технологических инноваций*?
3. По каким направлениям могут происходить *организационные инновации*?
4. Что такое *инновационная восприимчивость хозяйствующего субъекта*?
5. Какие организации считаются *инновационно активными*?
6. Какие предпосылки имеет сегодня Россия для формирования *инновационной модели развития*?
7. Перечислите базовые элементы *инновационной инфраструктуры*.
8. Какие функции выполняет *инновационно-технологический центр*?
9. Какие функции выполняет *центр трансфера технологий*?
10. Что такое *технопарк*?
11. Что такое *бизнес-инкубатор*?
12. Какие функции выполняет *венчурный фонд*?
13. По каким основным направлениям осуществляется реализация *государственной инновационной политики России*?
14. Назовите главные методы реализации *государственной инновационной политики России*.
15. Сформулируйте цель и задачи формирования и развития *инновационной системы России*.
16. На чем базируется *государственная политика России в области развития инновационной системы*?
17. Что является содержанием *инновационной деятельности* субъектов *инновационной системы России*?
18. Сформулируйте цель и задачи *стратегии развития науки и инноваций в Российской Федерации*.
19. Что такое *инвестиции*?
20. По каким основным направлениям осуществляется реализация *государственной инвестиционной политики Российской Федерации в сфере науки и технологий*?
21. Что является *главной целью государственной инвестиционной политики России в сфере науки и технологий*?

22. Какими целями может быть обусловлена необходимость *инвестиций*?
23. Что такое **NPV**?
24. Что такое **IRR**?
25. Что такое **PI**?
26. В каких случаях и для чего следует использовать *тренды Демарка*?
27. Чем *модифицированный тренд Демарка* отличается от *классического*?
28. В чем заключается *методика оценки инвестиционных проектов с помощью трендов Демарка*?
29. Что такое **DPBP**?
30. Что такое **DPP**?
31. В чем смысл использования *интегрального критерия оценки инвестиционных проектов*?
32. Каким может быть *интегральный критерий оценки инвестиционных проектов*?
33. В какой последовательности следует применять *критерии оценки инвестиционных проектов*?
34. Какие показатели рекомендуется использовать при проведении анализа *инвестиционной привлекательности коммерческих организаций*?

ГЛОССАРИЙ

Абстракция – мысленное отвлечение от ряда несущественных свойств предметов и отношений между ними с целью выделения основных свойств, раскрывающих их сущность (прием диалектического познания).

Адаптация – способность системы приспосабливаться к изменяющимся условиям окружающей среды и (или) к своим внутренним изменениям.

Активная система – социально-экономическая система, в которой один или несколько управляемых субъектов могут целенаправленно выбирать свое состояние, руководствуясь личными интересами и предпочтениями.

Анализ – расчленение (мысленное или реальное) объекта познания на элементы (прием диалектического познания).

Аналогия – нетождественное сходство (подобие) свойств, соотношений, качественных или количественных признаков у различных объектов.

Аналоговая модель – модель, отражающая и воспроизводящая структуру, свойства, взаимосвязи и отношения изучаемой системы управления.

Аналоговое моделирование – метод исследования систем управления, основанный на использовании *аналоговых моделей*.

Бизнес-инкубатор – организация, созданная для поддержки предпринимателей на ранней стадии их деятельности путем предоставления в аренду помещений и оказания консультационных, бухгалтерских и юридических услуг.

Венчурный фонд – фонд особо рискованных (венчурных) инвестиций (закрытый паевой инвестиционный фонд).

Верификация – процедура оценки функциональной полноты, точности и достоверности прогноза.

Вероятность – числовая характеристика степени возможности наступления случайного события при определенных условиях.

Внешняя среда – все то, что системой не является, но с чем система взаимодействует.

Возмущающее воздействие – см. *Возмущение*.

Возмущение – воздействие на систему, стремящееся нарушить требуемую функциональную связь между входом и выходом системы.

Временной ряд – временная последовательность ретроспективных значений параметра объекта исследования.

Гермейеровские системы – кибернетические системы, в которой нет отношений подчиненности и все субъекты которой, помимо своих собственных целей, ориентированы также на достижение одной общей цели – главной (глобальной) цели системы.

Гипотеза – научное предположение о возможных свойствах, структуре, параметрах, эффективности исследуемого объекта, выдвигаемое для объяснения какого-либо события или факта и требующее проверки на опыте и теоретического обоснования для того, чтобы стать достоверной научной теорией.

Гносеология – см. *Теория познания*.

Гомеостазис – свойство системы удерживать свои характеристики в допустимых для ее существования пределах.

Гомеокинезис – совокупность механизмов, направленных на обеспечение гомеостатических связей между параметрами системы.

Дедукция – логическое умозаключение от общего к частному, от общих суждений к частным или другим общим выводам (прием диалектического познания).

Декомпозиция – метод, основанный на расчленении главной задачи на ряд взаимосвязанных локальных подзадач, решаемых независимо друг от друга, и последующей координации полученных локальных результатов.

Диалектика – теория и метод познания явлений действительности в их развитии и самодвижении, наука о наиболее общих законах развития природы, общества и мышления.

Динамический ряд – см. *Временной ряд*.

Дискриминантный анализ – совокупность многомерных статистических методов классификации наблюдений в ситуациях, когда у исследователей имеются обучающие выборки.

Дисперсионный анализ – метод статистического анализа, помогающий оценить влияние качественных факторов на математическое ожидание случайной величины по характеристикам ее рассеяния (*дисперсии*).

Дисперсия – рассеяние значений случайной величины около ее математического ожидания.

Знание – проверенный практикой результат познания действительности, верное ее отражение в мышлении человека.

Идентификация объекта исследования – построение оптимальной в некотором смысле математической модели объекта исследования по реализациям ее входных и выходных сигналов.

Идентификация систем управления – решение задачи построения математических моделей систем управления по данным наблюдений за их поведением (значениям входных и выходных сигналов).

Иерархические системы – кибернетические системы, имеющие иерархическую структуру.

Изоморфизм – наличие взаимнооднозначного отображения двух совокупностей, сохраняющего их структурные свойства.

Имитационное моделирование – процесс конструирования модели реальной системы (существующей или способной принять одну из форм существования) и постановка экспериментов на этой модели с целью либо понять поведение системы, либо оценить (в рамках ограничений, накладываемых некоторым критерием или совокупностью критериев) различные стратегии, обеспечивающие функционирование данной системы.

Инвестиции – долгосрочные вложения капитала с целью получения дохода.

Индукция – логическое умозаключение от частных, единичных случаев к общему выводу, от отдельных фактов к обобщениям (прием диалектического познания).

Инновации организационные – организационные, управленческие и социальные изменения – внедрение значительно измененных организационных структур, реализация прогрессивных методов управления, реализация новых или существенно измененных корпоративных стратегий.

Инновации технологические продуктовые – разработка и внедрение технологически новых и усовершенствованных продуктов, процесс обновления сбытового потенциала компании, обеспечивающий ей выживаемость, рост объема получаемой прибыли, сохранение или расширение доли рынка, улучшение финансового состояния, формирование позитивного имиджа и т.д.

Инновации технологические процессные – разработка и внедрение технологически новых или технологически значительно усовершенствованных производственных методов, включая методы передачи продуктов и услуг.

Инновационная восприимчивость – способность хозяйствующего субъекта обнаружить инновации в информационном поле, различить и идентифицировать их отдельные признаки, выделить в них информативное содержание, адекватное цели действия, сформированному образу развития данного хозяйствующего субъекта, и принять инновации к исполнению для повышения его конкурентоспособности.

Инновационная деятельность – процесс, направленный на реализацию результатов законченных научных исследований и разработок либо иных научно-технических достижений в новый или усовершенствованный продукт, реализуемый на рынке, в новый или усовершенствованный технологический процесс, используемый в практической деятельности, а также связанные с этим дополнительные научные исследования и разработки.

Инновационная инфраструктура – организации, способствующие осуществлению инновационной деятельности.

Инновационная продукция – результат инновационной деятельности (товары, работы, услуги), предназначенный для реализации.

Инновационно-технологический центр – организация, деятельность которой направлена на развитие малого предпринимательства в научно-технической сфере, поддержку инновационной деятельности, сотрудничества и кооперации между исследователями и промышленностью путем создания производственной, экспериментальной, информационной, финансовой и иной базы для коммерческого освоения научных знаний, наукоемких технологий, изобретений, ноу-хау, оказания услуг малым инновационным компаниям в сфере подготовки и обучения персонала в области менеджмента, бухгалтерского обслуживания и др. (практикуется также создание инновационно-технологических центров в виде структурных подразделе-

ний научно-исследовательских отраслевых или академических институтов и ведущих вузов страны).

Иновация – конечный результат инновационной деятельности, получивший реализацию в виде нового или усовершенствованного продукта, реализуемого на рынке, нового или усовершенствованного технологического процесса, используемого в практической деятельности.

Исследовательский прием – практическое физическое, математическое или информационное действие по определению (измерению, расчету) значений характеристик объекта исследования, получению его типового представления (описания), оценке его эффективности и связанных с ним затрат, его безопасности (риска) и т.д., а также достоверности результатов предыдущих действий.

Канонический анализ – метод статистического анализа, предназначенный для исследования структуры корреляционных связей между двумя совокупностями случайных величин.

Кибернетические системы – модели с управлением, используемые для анализа конфликтных ситуаций.

Кластерный анализ – совокупность многомерных статистических методов, предназначенных для формирования относительно отдаленных друг от друга групп однородных объектов по информации о расстояниях или связях между ними.

Ковариационный анализ – метод статистического анализа, применяемый в тех случаях, когда в изучаемом процессе присутствуют одновременно качественные и количественные факторы.

Корреляционный анализ – метод статистического анализа, позволяющий установить наличие или отсутствие связи между изучаемыми явлениями или величинами, а также количественно оценить уровень этой связи.

Линейная динамическая система – см. **Система динамическая линейная**.

Математическое ожидание – среднее значение случайной величины.

Метод главных компонент – метод статистического анализа, используемый для определения общих факторов (компонентов), от которых зависит множество случайных значений нескольких изучаемых показателей.

Метод научного исследования – способ получения информации о характеристиках объекта исследования и возможном их изменении при изменении условий окружающей среды.

Методика исследования – совокупность алгоритмов, специальных правил и приемов получения информации об объекте исследования.

Методология – учение о научном методе познания.

Методы экспертных оценок – методы прогнозирования, предполагающие проведение отдельными **экспертами** (индивидуальная экспертиза) или группами экспертов (коллективная экспертиза) качественного исследования систем управления с целью получения **экспертных оценок** не-

которых их характеристик, не поддающихся непосредственному измерению.

Методы экстраполяции – методы прогнозирования, основанные на предположении о том, что, проанализировав изменение отдельных параметров объекта исследования в прошлом и изучив факторы, обуславливающие эти изменения, можно сделать вывод о путях его развития в будущем.

Мир – совокупность системы и окружающей ее внешней среды.

Модели без управления – модели, описывающие динамические процессы, не содержащие свободных параметров или функций, которые при необходимости можно было бы использовать для достижения каких-либо целей.

Моделирование – исследование объектов познания путем построения и изучения их моделей (прием диалектического познания).

Моделирование математическое – метод исследования систем управления путем построения и изучения их математических моделей.

Моделирование физическое – метод исследования систем управления путем построения и изучения их физических моделей.

Наука – сфера человеческой деятельности, направленной на выработку новых объективных знаний о природе, обществе, мышлении.

Научное исследование – процесс выработки новых научных знаний.

Область гомеостазиса системы – область параметров, внутри которой возможно существование системы.

Обратная связь – воздействие реакции (результатов функционирования – выходных сигналов) системы на процесс, происходящий в системе.

Общая теория систем – научное направление, связанное с разработкой совокупности философских, методологических, конкретно-научных и прикладных проблем анализа и синтеза систем произвольной природы любой сложности.

Объект познания – объективная действительность как чувственно-предметная, материально-вещественная деятельность человека, персонифицирующая силу познания, составляющая основу развития человеческого общества.

Объект управления – система, в которой происходят процессы, подлежащие управлению.

Орган управления – см. **Субъект управления**.

Организационные инновации – см. **Инновации организационные**.

Период основания прогноза – временной интервал, на базе которого строится прогнозная ретроспекция.

Период упреждения прогноза – интервал времени, на который строится данный прогноз.

Планирование – директивное определение перечня и сроков действий, исходя из определенных целей и ресурсов, выделяемых для достижения

этих целей, и научно обоснованных нормативов расходования этих ресурсов.

Подсистема – совокупность элементов, объединенных единым процессом функционирования, реализующих при взаимодействии операцию, необходимую для достижения цели системы в целом.

Подтверждения модели – проверка соответствия выбранной модели исследуемой системе.

Познание – обусловленный развитием общественно-исторической практики процесс отражения и воспроизведения действительности в мышлении человека.

Практика – деятельность людей, направленная на преобразование природы и общества; основной источник познания, его движущая сила, основной потребитель его результатов и основной критерий истины.

Предмет исследования – совокупность знаний, умений, навыков, отобранных из соответствующих отраслей науки, техники, экономики для непосредственного изучения (т.е. та сторона объекта исследования, которая подвергается изучению).

Прогноз – вероятностное суждение о состоянии объекта исследования в определенный момент времени в будущем и (или) об альтернативных путях достижения этого состояния.

Прогноз организационный – прогноз, устанавливающий потребность в ресурсах, необходимых для достижения объектом прогнозирования определенных состояний в заданные сроки.

Прогноз поисковый – прогноз, устанавливающий возможные состояния объекта прогнозирования в будущем.

Прогноз программный – прогноз, устанавливающий пути и сроки достижения определенных состояний объекта прогнозирования.

Прогноз ex ante – предсказание будущих значений *эндогенных переменных* изучаемой модели на основе оцененных параметров модели и гипотез о значениях *экзогенных переменных*.

Прогноз ex post – предсказание прошлых значений *эндогенных переменных* модели на основе ее оцененных параметров и фактических для прошлого периода значений *экзогенных переменных*.

Прогнозирование – 1) научное предсказание о развитии каких-либо явлений (объектов), основанное на изучении специально отобранных для этого данных; 2) процесс формирования *прогнозов* развития на основе анализа тенденций этого развития.

Прогнозирующие тренды Демарка – см. *Тренды Демарка*.

Прогнозная ретроспекция – изучение истории объекта прогнозирования и прогнозного фона с целью получения их систематизированного описания.

Прогнозный горизонт – максимально возможный период упреждения прогноза с заданными точностью и достоверностью.

Прогнозный диагноз – изучение истории объекта прогнозирования и прогнозного фона с целью выявления тенденций их развития и выбора (разработки) моделей и методов прогнозирования.

Прогностика – наука о закономерностях разработки прогнозов.

Регрессионный анализ – метод статистического анализа, помогающий построить, исходя из экспериментальных данных, аппроксимирующую функцию (*функцию регрессии*), соответствующую исследуемой зависимости.

Регулирование – поддержание постоянства или изменение значений переменных системы с целью приближения их к заданным значениям.

Рефлексивное управление – процесс передачи оснований для принятия решений одной из сторон другой.

Рутинизация инновации – превращение процесса использования инновации в привычную процедуру, характеризующуюся предсказуемой структурой поведения работников и повторяющимися схемами деятельности.

Синтез – соединение (мысленное или реальное) отдельных элементов объекта познания в единое целое – систему (прием диалектического познания).

Система – совокупность элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом и образующих определенную целостность, единство.

Система автономная – динамическая система с постоянными параметрами, свободная от влияния внешних воздействий.

Система безынерционная – см. **Система статическая**.

Система временная – система, все или некоторые функции которой зависят от времени.

Система детерминированная – система, все функции которой являются однозначными.

Система динамическая – система управления, закон изменения состояния которой описывается системой обыкновенных дифференциальных уравнений.

Система динамическая линейная – динамическая система, описываемая линейным оператором.

Система дискретная – временная система, все сигналы и состояния всех элементов которой дискретны.

Система закрытая – система, обменивающаяся с внешней средой только энергией.

Система изолированная – система, не имеющая входных и выходных каналов и не обменивающаяся с внешней средой ни веществом, ни энергией.

Система инерционная – временная система, значения выходной величины которой зависят не только от текущего значения входного воздействия, но и от его "предыстории".

Система непрерывная – временная система, все сигналы и состояния всех элементов которой непрерывны.

Система непрерывно-дискретная – временная система, часть параметров которой непрерывны, а часть – дискретны.

Система открытая – система, имеющая входные и выходные каналы и обменивающаяся с внешней средой энергией и веществом.

Система сложная – система, описание которой не сводится к описанию одного элемента и к описанию и указанию общего числа однотипных элементов.

Система статическая – временная система, значения выходной величины которой в любой момент времени зависят исключительно от текущего значения входного воздействия и состояния, с которого началась ее эволюция.

Система стационарная – временная система, эволюция которой в будущем, начиная с любого заданного момента времени, одинакова с точностью до сдвига на соответствующий промежуток времени.

Система стохастическая – система, часть функций которой – случайные функции.

Система управления – совокупность объекта и субъекта управления, действие которой направлено на поддержание или улучшение работы объекта управления.

Система управления замкнутая – система с отрицательной обратной связью (в системах с отрицательной обратной связью реализуется принцип *управления по отклонению*).

Система управления разомкнутая – система без обратной связи (в системах без обратной связи используется принцип *управления по возмущению*).

Система управления рефлексивная – система управления, на каждое внешнее воздействие откликающаяся вполне определенным образом.

Система управления рефлексная – см. *Система управления рефлексивная*.

Система управления рефлекторная – см. *Система управления рефлексивная*.

Система управления с распределенными параметрами – система управления, состояние которой определяется функциями нескольких переменных, зависящими не только от времени, но и от пространственных координат.

Система функциональная – временная система, реакция которой однозначно определяется значением входного сигнала.

Система целеустремленная – совокупность элементов, объединенных структурно и функционально таким образом, чтобы обеспечить при заданных условиях достижение некоторой цели (множества целей) при ограниченных ресурсах и времени.

Системный анализ – совокупность методологических средств, используемых для комплексного исследования трудно наблюдаемых и трудно понимаемых свойств и отношений в объектах с помощью представления этих объектов в виде целенаправленных систем и изучения свойств этих систем и взаимоотношений между целями систем и средствами их реализации.

Системный подход – направление методологии научного познания и социальной практики, в основе которого лежит изучение объектов познания с позиций системного анализа.

Системология – наука о системах.

Случайная величина – числовая величина, значение которой зависит от исхода случайного события.

Случайное событие – событие, которое при определенных условиях может как произойти, так и не произойти.

Случайный процесс – случайная функция от времени.

Сравнение – рассмотрение одного объекта познания в соотношении с другим с целью установления сходства или различия (прием диалектического познания).

Статистика рынка – раздел социально-экономической статистики, изучающий состояние и развитие рынка, его масштаб, состав, основные тенденции и закономерности, зависимость рынка от комплексного воздействия на него факторов различной природы, с одной стороны, и влияния рынка на экономику и социальную жизнь – с другой стороны.

Структура системы – взаиморасположение и связь элементов системы.

Субъект познания – человек или сообщество людей, все человечество в целом, творчески относящиеся к объекту познания.

Субъект (орган) управления – система, осуществляющая сбор, накопление, обработку и передачу информации и формирование управляющих сигналов.

Теория познания (гносеология) – один из фундаментальных разделов философии, изучающий закономерности и возможности познания, отношения знания (ощущений, представлений, понятий) к объективной реальности, исследующая ступени и формы процесса познания, условия и критерии его достоверности и истинности.

Технологические продуктовые инновации – см. **Инновации технологические продуктовые**.

Технологические процессные инновации – см. **Инновации технологические процессные**.

Технология управления – совокупность методов и процессов, необходимых для достижения цели управления.

Технопарк – организация, осуществляющая формирование территориальной инновационной среды с целью развития предпринимательства в научно-технической сфере путем создания производственной, эксперимен-

тальной, информационной, финансовой и иной базы для коммерческого освоения научных знаний, изобретений, ноу-хау и наукоемких технологий.

Тренд – систематическая компонента, характеризующая основную (долгосрочную) тенденцию ряда, и компоненту, отражающую периодические (сезонные) колебания.

Прогнозирующие тренды Демарка – по особым правилам построенные тренды, используемые в качестве индикатора интервалов с возможно благоприятной инвестиционной ситуацией.

Три основных закона диалектики – 1) закон единства и борьбы противоположностей; 2) закон перехода количественных изменений в качественные; 3) закон отрицания отрицания.

Управление – воздействие, вызывающее изменение состояния целеустремленной системы, ведущее к достижению ее цели.

Управление по возмущению – устранение или уменьшение вызванного возмущением отклонения регулируемой величины от требуемого значения путем измерения этого возмущения, его функционального преобразования и выработки соответствующего управляющего воздействия.

Управление по отклонению – устранение или уменьшение отклонения регулируемой величины от заданного значения путем измерения этого отклонения и использования его для выработки управляющего воздействия, возвращающего систему в первоначальное состояние.

Факторный анализ – раздел многомерного статистического анализа. Главная задача факторного анализа заключается в снижении размерности исследуемого многомерного признака.

Философия – форма общественного сознания, мировоззрение, система идей, взглядов на мир и на место в нем человека.

Функция регрессии – аппроксимирующая функция, соответствующая исследуемой зависимости.

Центр трансфера технологий – организация, ориентированная на коммерциализацию научных результатов и технологических разработок, созданных за счет бюджета в научно-исследовательских отраслевых и академических институтах и вузах.

Цикл операции управления – время от момента получения новой информации, имеющей отношение к объекту управления, до момента принятия управленческого решения.

Экзогенный – внешнего происхождения.

Эксперимент – исследование объектов познания в контролируемых и управляемых условиях (прием диалектического познания).

Эксперт – человек, которого орган, принимающий решение на основе результатов экспертизы, или проводящая экспертизу аналитическая группа считают профессионалом достаточно высокого уровня в вопросе, составляющем объект экспертизы, и чьи оценки и суждения по поводу объекта экспертизы учитываются при принятии решений.

Экспертная оценка – эвристическая оценка, основанная на интуиции, воображении и опыте эксперта.

Эндогенный – внутреннего происхождения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Основы политики Российской Федерации в области развития науки и технологий на период до 2010 года и дальнейшую перспективу (утверждены Приказом Президента РФ от 30.03.02 г. № Пр-576).
2. Постановление Правительства РФ "О концепции инновационной политики Российской Федерации на 1998-2000 годы". – 24 июля 1998 г., № 832.
3. Аверьянов А.Н. Системное познание мира: Методологические проблемы. – М.: Политиздат, 1985. – 263 с.
4. Асатурян В.И. Теория планирования эксперимента: Учеб. пособие для вузов. – М.: Радио и связь, 1983. – 248с.
5. Баканов М.И., Шеремет А.Д. Теория экономического анализа: Учебник. – М.: Финансы и статистика, 1996. – 288 с.
6. Басовский Л.Е. Теория экономического анализа: Учебное пособие. – М.: ИНФРА-М, 2001. – 222 с.
7. Белов В.Г., Смольков В.Г. Исследование систем управления: Учеб. пособие для вузов. – М.: Луч, 2003.
8. Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г. Математико-статистические методы экспертных оценок. – М.: Статистика, 1980. – 186 с.
9. Бурков В.Н., Новиков Д.А. Введение в теорию активных систем. – М.: ИПУ РАН, 1996. – 125 с.
10. Бурков В.Н., Новиков Д.А. Теория активных систем: состояние и перспективы. – М.: СИНТЕГ, 1999. – 128 с.
11. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. – М.: Наука, 1978. – 399 с.
12. Вентцель Е.С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология. – М.: Наука, 1988.
13. Гермейер Ю.Б. Игры с противоположными интересами. М.: Наука, 1976. – 327 с.
14. Демарк Т.Р. Технический анализ – новая наука. – М.: Евро, 2008. – 280 с.
15. Дубров А.М., Мхитарян В.С., Трошин Л.И. Многомерные статистические методы: Учебник. – М.: Финансы и статистика, 1998. – 352 с.
16. Кастельс М. Галактика Интернет: Размышления об Интернете, бизнесе и обществе. – Екатеринбург: У-Фактория, 2004. – 328 с.
17. Литвак Б.Г. Экспертные оценки и принятие решений. – М.: Патент, 1996. – 271 с.
18. Льюнг Л. Идентификация систем: Теория для пользователя. – М.: Наука, 1991. – 431 с.
19. Масленникова Н.П., Желтенков А.В. Менеджмент в инновационной сфере: Учеб. пособие. – М.: ФБК-ПРЕСС, 2005. – 536 с.
20. Месарович М., Такахара Я. Общая теория систем: Математические основы. – М.: Мир, 1978. – 311 с.
21. Михайлов Л.М., Мишин В.М., Сисюк А.Я. Исследование систем управления: Учебное пособие для вузов. – М.: Экзамен, 2009. – 189 с.

22. Мишин В.М. Исследование систем управления: Учебник для вузов. – М.: Юнити, 2010. – 527 с.
23. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа: Учеб. пособие. – М.: Наука, 1981. – 488 с.
24. Мухин В.И. Исследование систем управления: Учебник. – М.: Экзамен, 2006. – 479 с.
25. Рабочая книга по прогнозированию / Отв. ред. Бестужев-Лада И.В. – М.: Мысль, 1982. – 430 с.
26. Советов Б.Я. Моделирование систем: Учебник для вузов. – М.: Высш. шк., 2001. – 343 с.
27. Совершенствование государственного управления на основе его реорганизации и информатизации. Мировой опыт / Под ред. В.И. Дрожжина. – М.: Эко-Трендз, 2002. – 264 с.
28. Трояновский В.М. Математическое моделирование в менеджменте: Учеб. пособие. – М.: РДЛ, 2000. – 256 с.
29. Уорнер М., Витцель М. Виртуальные организации. – М.: Добрая книга, 2005. – 296 с.
30. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем – искусство и наука. – М.: Мир, 1978. – 418 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
1. ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ РОЛЬ В НАУЧНОЙ И ПРАКТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА	5
Философские аспекты теории познания	5
Субъект и объект познания	5
Диалектика и ее методологические функции	6
Основные принципы диалектического метода познания	6
Процесс познания и законы диалектики	6
Приемы диалектического познания	7
Взаимосвязь диалектики и общенаучных и специальных методов и приемов познания	7
Научное исследование	8
Объект и предмет исследования	9
Идентификация объекта исследования	9
Практическая формула диалектического подхода к исследованию	10
Логический аппарат исследования систем управления	10
Научная и практическая эффективность исследования	11
Функциональная роль исследования в развитии систем управления	11
Вопросы для повторения	11
2. ПРИРОДА И СУЩНОСТЬ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА К ОРГАНИЗАЦИИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	13
Системный подход и системный анализ	13
Ключевые понятия, методология и аппарат общей теории систем	14
Основные задачи общей теории систем	15
Классификация систем	16
Понятие и классификация систем управления	19
Функциональный подход и функциональный анализ	21
Диагностика и тестирование систем управления	22
Процедура выбора метода исследования системы управления	23
Вопросы для повторения	24
3. НАУЧНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ	26
Предпосылки и методологические основы научного прогнозирования	26
Классификация методов прогнозирования	28
Методы экстраполяции	28

Методы экспертных оценок	30
План и прогноз	33
Подготовка рациональных управленческих решений на основе экспертных оценок	33
Вопросы для повторения	34
4. АНАЛОГОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ	35
Аналоговое моделирование и аналоговые модели	35
Математическое моделирование социально-экономических систем	37
Классификация математических моделей	37
Гомеостазис и гомеокинезис	41
Основы теории активных систем	42
Идентификация систем управления	49
Имитационное моделирование систем управления	50
Искусство имитационного моделирования	52
Процесс имитационного моделирования систем управления	53
Вопросы для повторения	55
5. СТАТИСТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ	56
Регрессионный и корреляционный анализ	56
Канонический анализ	59
Метод главных компонент	60
Факторный анализ	60
Дисперсионный анализ	61
Ковариационный анализ	61
Кластерный анализ	61
Дискриминантный анализ	61
Вопросы для повторения	62
6. СОЦИОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ	63
Основы социологической методологии	63
Социологическое исследование проблемно-ориентированных информационно-коммуникационных социально-экономических пространств	64
Социально-экономическое экспериментирование	68
Вопросы для повторения	69
7. УПРАВЛЕНИЕ ИННОВАЦИЯМИ И ИНВЕСТИЦИЯМИ	71
Инновационная концепция производственно-хозяйственной деятельности	71
Инновации и инвестиции	77
Прогнозирующие тренды Демарка	80

Интегральный критерий оценки инвестиционных проектов	82
Анализ инвестиционной привлекательности коммерческих организаций	85
Процедура практического применения интегрального критерия оценки инвестиционных проектов	87
Вопросы для повторения	88
ГЛОССАРИЙ	90
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	101

МЕШКОВ Николай Алексеевич
КРУПНОВ Юрий Александрович

Исследование систем управления:
Управление инновациями и инвестициями

Редактор С. П. Клышинская
Технический редактор О. Г. Завьялова

<http://www.miem.edu.ru/rio/>
rio@miem.edu.ru

Подписано в печать _____.
Формат 60x84/16. Бумага типографская. Печать – ризография.
Усл.-печ. л. 6,75. Уч.-изд. л. 5,96. Тираж 75 экз. Заказ – _____. Изд. № 94.
Московский государственный институт электроники и математики.
109028, Москва, Б. Трехсвятительский пер., 3.
Отдел оперативной полиграфии Московского государственного института
электроники и математики.
113054, ул. М. Пионерская, 12.