

МИНОБРНАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Майкопский Государственный Технологический Университет»

Факультет информационных систем в экономике и юриспруденции

Кафедра информационной безопасности и прикладной информатики

ЧЕФРАНОВ С.Г., САПИЕВ А.З.

**ИДЕНТИФИКАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ
СЛОЖНЫМИ ОБЪЕКТАМИ:
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ,
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И
КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ**

Учебное пособие

Майкоп – 2015

УДК [004:330.4] (07)
ББК 73
Ч-55

Рецензенты:

Заведующий кафедрой статистики и прикладной математики ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ», доктор экономических наук, профессор **Кацко И.А.**, проректор по информатизации, безопасности, развитию и телекоммуникациям **Чундышко В.Ю.**

Чефранов С.Г., Сапиев А.З. ИДЕНТИФИКАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ СЛОЖНЫМИ ОБЪЕКТАМИ: МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ, ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ. Учебное пособие. – Майкоп: изд-во МГТУ, 2015. – 124 стр.

В пособии рассматриваются проблемы применения современных информационных технологий и математического инструментария в задачах идентификации и управления экономикой как сложной многокомпонентной системой, анализируются возможные варианты реализации систем мониторинга и его алгоритмического, программного и аналитического обеспечения.

Учебное пособие предназначено для аспирантов направления 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника».

Представленные материалы представляют интерес для специалистов в области управления социо-эколого-экономическими системами, научных работников, студентов направлений 38.03.04 Государственное и муниципальное управление, 38.03.02 Менеджмент, 09.03.03 Прикладная информатика (Прикладная информатика в экономике).

За стилистику и орфографию ответственность несет автор.

© Чефранов С.Г., Сапиев А.З.,
Майкоп: МГТУ, 2015

ВВЕДЕНИЕ

Сфера применения новых информационных технологий на базе персональных компьютеров и развитых средств коммуникации весьма обширна. Она включает различные аспекты – от обеспечения простейших функций служебной переписки до системного анализа и поддержки сложных задач принятия решений. Персональные компьютеры, лазерная и оптическая техника, средства массовой информации и различного вида коммуникации (включая спутниковую связь) позволяют учреждениям, предприятиям, фирмам, организациям, трудовым коллективам и отдельным специалистам получать в нужное время и в полном объеме необходимую информацию для реализации профессиональных, образовательных, культурных и тому подобных целей.

Аспиранты XXI века должны быть подготовлены теоретически и профессионально к условиям работы в современной экономике, так как от этого зависят масштабы использования информационных технологий во всех аспектах человеческой деятельности и то, какую роль будут играть эти технологии в повышении эффективности труда. Цель учебного пособия – дать аспирантам знания основ прикладной информатики, информатизации и методов решения задач управления в области автоматизированных информационных технологий и информационных систем, показать специфику информационных технологий в различных отраслях экономики, сформировать представления о способах математического моделирования сложных систем экономической природы, развить навыки применения математического и экспертного инструментария в решении практических задач.

ГЛАВА 1. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ

1.1. Информационные системы в управлении экономическими объектами

Информационные системы существовали с момента появления общества, поскольку на любой стадии развития общество требует для своего управления систематизированной, предварительно подготовленной информации. Особенно это касается производственных процессов – процессов, связанных с производством материальных и нематериальных благ, так как они жизненно важны для развития общества.

Потребность в управлении возникает в том случае, когда необходима координация действий членов некоторого коллектива, объединенных для достижения общих целей. Такими целями могут быть: обеспечение устойчивости функционирования или выживания объекта управления в конкурентной борьбе, получение максимальной прибыли, выход на международный рынок и т.д. Цели сначала носят обобщенный характер, а затем в процессе уточнения они формализуются управленческим аппаратом в виде целевых функций.

В соответствии с кибернетическим подходом *система управления* представляет собой совокупность объекта управления, например предприятия, и субъекта управления - управленческого аппарата, который объединяет в себе сотрудников, формирующих цели, разрабатывающих планы, вырабатывающих требования к, принимаемым решениям, а также контролирующих их выполнение. В задачу же объекта управления входит выполнение планов, выработанных управленческим аппаратом, т.е. реализация той деятельности, для которой создавалась система управления.

Оба компонента системы управления связаны *прямой (П) и обратной (О) связями*. Прямая связь выражается потоком директивной информации, направляемой от управленческого аппарата к объекту управления, а обратная представляет собой поток отчетной информации о выполнении принятых решений, направляемый в обратном направлении.

Директивная информация порождается управленческим аппаратом в соответствии с целями управления и информацией о сложившейся экономической ситуации, об окружающей среде. Отчетная информация формируется объектом управления и отражает внутреннюю экономическую ситуацию, а также степень влияния на нее внешней среды (задержки платежей, нарушения подачи энергии, погодные условия, общественно-политическая ситуация в регионе и т.д.). Таким образом, внешняя среда влияет не только на объект управления: она поставляет информацию и управленческому аппарату, решения которого зависят от внешних факторов (состояние рынка, наличие конкуренции, величина процентных ставок, уровень инфляции, налоговая и таможенная политика).

Взаимосвязь информационных потоков (П и О), средств обработки, передачи и хранения данных, а также сотрудников управленческого аппарата, выполняющих операции по переработке данных, и составляет информационную систему экономического объекта.

Возрастание объемов информации в управлении, усложнение её об-

работки повлекло за собой сначала внедрение компьютеров на отдельных операциях, а затем расширение их применения. Традиционная информационная система стала качественно меняться. В управленческом аппарате появилось новое структурное подразделение, единственной функцией которого стало обеспечивать процесс управления достоверной информацией на основе применения средств вычислительной техники. В связи с этим в управлении появились новые информационные потоки, а старые потоки частично изменили свое направление. Часть традиционной информационной системы стала постепенно, но неуклонно трансформироваться в направлении все большей автоматизации обработки информации.

С учетом сферы применения выделяются:

- технические информационные системы;
- экономические информационные системы;
- информационные системы в гуманитарных областях и др.

Экономической информационной системой (ЭИС) называется система, предназначенная для хранения, поиска и выдачи экономической информации по запросам пользователей. С помощью ЭИС может перерабатываться далеко не вся информация, используемая для управления объектом, поскольку на любом предприятии циркулируют огромные информационные потоки, играющие важную роль в принятии решений, но обработка которых с помощью компьютеров невозможна. Причина этого заключается в сложности структуризации информации и формализации процессов ее переработки.

В ЭИС от объекта управления направляется только та часть информации, которую можно систематизировать и обрабатывать с помощью компьютера. Аналогично от управленческого аппарата передается в ЭИС лишь часть директивной информации, которая может быть соответствующим образом переработана и передана объекту управления. Доля информации, обрабатываемой в ЭИС, для различных уровней управления колеблется по отношению к общему объему от 10 до 20%. В процессе управления принимаются решения трех категорий: стратегические, тактические и оперативные. В соответствии с этой классификацией управленческий аппарат обычно имеет трехуровневую иерархию: высший, средний и оперативный уровни.

Высший уровень (высшее руководство) определяет цели управления, внешнюю политику, материальные, финансовые и трудовые ресурсы, разрабатывает долгосрочные планы и стратегию их выполнения. В его компетенцию входят анализ рынка, конкуренции, конъюнктуры и поиск альтернативных стратегий развития предприятия на случай выявления угрожающих тенденций в сфере его интересов.

На среднем уровне основное внимание сосредоточено на составлении тактических планов, контроле за их выполнением, слежении за ресурсами и разработке управляющих директив для вывода предприятия на требуемый планами уровень.

На оперативном уровне происходит реализация планов, и составляются отчеты о ходе их выполнения. Руководство здесь состоит, из работников, обеспечивающих управление цехами, участками, сменами, отделами, службами. Основная задача оперативного управления; заключается в

согласовании всех элементов производственного процесса во времени и пространстве с необходимой степенью его детализации.

На каждом из уровней выполняются работы, в комплексе обеспечивающие управление. Эти работы принято называть *функциями*. В зависимости от целей можно выделить функции различной степени общности. Типичными являются следующие функции: планирование, учет, анализ и регулирование. Рассмотрим их содержание, ибо впоследствии все они должны быть трансформированы в компьютерные программы.

Планирование – функция, посредством которой в идеальной форме реализуется цель управления. Планирование занимает значительное место в деятельности высшего руководства, меньшее – на среднем и минимальное – на оперативном уровне. Планирование на высшем уровне управления касается будущих проблем и ориентировано на длительный срок. На среднем уровне планирование осуществляется на более короткий срок, при этом план высшего уровня управления детализируется. Показатели на этом уровне более точные. Оперативное управление предполагает самую детальную проработку плана.

Учет – функция, направленная на получение информации о ходе работы предприятия. Учет в основном осуществляется на оперативном и среднем уровнях управления. На высшем уровне управления учет отсутствует, однако на его основе в полной мере выполняются анализ результатов производства и регулирование его ходом.

Анализ и регулирование – сопоставление фактических показателей с нормативными (директивными, плановыми), определение отклонений, выходящих за пределы допустимых параметров, установление причин отклонений, выявление резервов, нахождение путей исправления создавшейся ситуации и принятие решения по выводу объекта управления на плановую траекторию. Действенным инструментом для выявления причин отклонений является *факторный анализ*, а для поиска путей выхода из создавшейся ситуации – *экспертные системы*.

Современные ЭИС способны предоставлять и обрабатывать информацию для всех уровней управления. Особенный интерес для высшего уровня управления представляют экспертные системы, способные обрабатывать ориентировочную информацию и на этой базе разрабатывать прогнозные планы.

Процесс управления заключается в изменении состояния объекта системы, ведущем к достижению поставленной цели. Цели системы задаются при ее создании и в процессе функционирования все время корректируются в соответствии с изменением внешних условий. Под **целью** понимаются характеристика системы и ее ожидаемое значение, задаваемые субъектом управления. Среди всего многообразия целей можно выделить два основных класса: стратегические и тактические. Они отличаются между собой прежде всего уровнем обобщения и периодом, на который рассчитаны. Существует определенная зависимость между структурой управления и способом разбиения вышестоящих целей на подцели, т.е. процессом декомпозиции целей. И стратегические, и тактические цели могут носить директивный характер. Они возникают в результате деятельности управленческих сотрудников более высокого уровня и называются *траекторными*. Такое название объясняется тем, что заданные

цели отражают желаемую траекторию изменения управляемой системы во времени. В экономике траектория задается в виде совокупности показателей.

Для систем существует понятие *динамического равновесия* – это процесс, характеризуемый некоторой равновесной траекторией. Для выделения ее среди других должен быть задан критерий. Учитывая целенаправленный характер системы, траектория является равновесной тогда, когда она кратчайшим путем ведет к поставленной цели. Если система стремится к равновесию, с одной стороны, и к достижению цели, с другой стороны, то непротиворечивым является случай тождественности равновесия и цели. К функции системы и к структуре относится понятие *устойчивости*. Система с устойчивой структурой может восстанавливать даже существенно нарушенные функции. Нарушение структуры почти неизбежно ведет к потере функциональной устойчивости системы, а часто к ее гибели. Одним из факторов устойчивости структуры является структурная избыточность, что достигается дублированием.

Даже относительно небольшие предприятия являются сложными системами, поскольку обладают непростой иерархической структурой с многочисленными взаимосвязями между объектом управления и управляющей системой. Процесс управления характеризуется многофункциональностью, которая проявляется в особенностях реализации основных функций управления: учета, анализа, планирования и регулирования. Предприятие как система в условиях изменения среды сохраняет свойство целостности и обладает такой характеристикой, как *эмерджентность*. А управление ориентировано на сохранение своего основного качества, поскольку утеря целостности влечет за собой разрушение системы. В экономических системах управление строится на основе экономико-организационных моделей, так как управляющая система должна иметь представление об образе объекта. И поскольку модель в некоторой форме отражает реально протекающие процессы, возникает проблема ее адекватности. Модель всегда отличается деталями от самого объекта, но обязательно имеет с ним нечто общее. Сравнительно простыми являются функциональные модели, описывающие зависимость выхода от входа, более сложными – структурные модели, включающие и функциональный, и структурный аспект. Модели, как и системы, могут быть *вероятностными* и *детерминированными*. ЭИС обычно представляет собой детерминированную модель системы управления, отражая происходящие процессы через призму своих технологий. Именно поэтому ЭИС является сложной системой.

В связи с большим количеством функциональных особенностей для ЭИС может быть выделено множество различных классификационных признаков. Так, в соответствии с уровнем применения и административным делением можно различать ЭИС, предприятия, района, области и государства.

В экономике с учетом сферы применения выделяются:

- банковские информационные системы;
- информационные системы фондового рынка;
- страховые информационные системы;
- налоговые информационные системы;
- информационные системы промышленных предприятий и органи-

заций (особое место по значимости и распространенности в них занимают бухгалтерские информационные системы)

- статистические информационные системы и др.

Понятие системы, накладываясь на реальную действительность, очерчивает какую-то ее часть, что позволяет изучать свойства этой части и представлять ее в виде информационных и других моделей. Используя системный подход, можно сказать, что ЭИС, как и всякая другая система, состоит из элементов (или подсистем), находящихся в определенных отношениях друг с другом. Множество этих отношений совместно с элементами образуют структуру системы. Таким образом, *ЭИС* – это часть реальной действительности, представленная в виде множества элементов и отношений между ними.

Признаки структуризации системы, т.е. ее декомпозиции на составные части, задаются людьми в соответствии со здравым смыслом и в зависимости от стоящих перед ними задач. Наиболее общим разделением подсистем ЭИС является выделение обеспечивающей и функциональной частей.

Обеспечивающая часть ЭИС состоит из информационного, технического, программного, организационного, правового и других видов обеспечения.

Информационное обеспечение. Информация столь же необходима управленческому аппарату, как объекту управления – сырье и ресурсы. Она формируется в результате обработки специфического сырья, известного под названием *данные*. Последние отражают конкретные финансово-хозяйственные факты, состояние или процессы и имеют собственный материальный носитель (бухгалтерские и финансовые документы, сигналы, поступающие от датчиков, дисплеи, магнитные носители и т.д.). Любая система управления имеет дело с двумя видами информации: внешней (информация о внешней среде) и внутренней (циркулирующей между управленческим аппаратом и объектом управления).

Для *внешней информации* характерны приблизительность, неточность, обрывистость, противоречивость. В основном она касается состояния рынка и конкурентов, прогнозов процентных ставок и цен, налоговой политики и политической ситуации. По своей природе такая информация носит вероятностный характер, и поэтому ее обработка стандартными программными средствами затруднена. Это потребовало создания особых информационных систем, получивших название *экспертных*. Такие системы способны давать точные выводы на основе недетерминированной информации.

Внутренняя информация возникает в самой системе управления и отражает в различные временные интервалы развития объекта управления, его финансово-хозяйственное состояние и директивные цели на случай отклонений от установленных параметров. Как правило, эти данные измеряются, и в управленческих документах фиксируется точная информация. В зависимости от уровня управления используются различные виды информации. Так, для высшего руководства, разрабатывающего стратегию деятельности, применяется в основном внешняя и в меньшем объеме внутренняя информация. На оперативном уровне используется только внутренняя, а на среднем – большей частью внутренняя и частично – внешняя. Эти виды инфор-

мации хранятся на своих носителях, составляя информационную базу, на основе которой функционирует ЭИС. *Информационная база* состоит из двух взаимосвязанных частей: *внемашинной* и *внутримашинной*.

К *внемашинной* относится та часть, которая обслуживает систему управления в виде, воспринимаемом человеком без каких-либо технических средств, например документы (наряды, акты, накладные, счета или регистры, ведомости и т.д.).

Внутримашинная информационная база содержится на машинных носителях и состоит из файлов. Она может быть создана либо как множество локальных, т.е. независимых, файлов, каждый из которых отражает некоторое множество однородных управленческих документов (например, накладных), либо как база данных. Разница состоит в том, что при создании базы данных файлы не являются независимыми, ибо структура одних файлов (состав полей) зависит от структуры других. Это служит причиной несоответствия структуры файлов базы данных структуре управленческих документов, на основе которых эти файлы создаются. Файлы базы данных разрабатываются с соблюдением определенных принципов и ориентацией на одну из моделей базы данных (реляционную, иерархическую, сетевую). Файлы обрабатываются с помощью специального программного обеспечения – систем управления базами данных (СУБД).

Все документы, имеющие отношение к ЭИС, а также файлы *внутримашинной* информационной базы можно разбить на входные и результатные.

Входные документы, а значит, и получаемые на их основе файлы, в свою очередь, делятся на оперативные, где отражаются факты финансово-хозяйственной деятельности предприятия, и условно-постоянные, где указаны материальные, трудовые, технологические и прочие нормы и нормативы, а также все справочные данные (наименования, фамилии и др.).

Выходные документы и файлы также имеют свою классификацию. Они делятся на те, которые предназначены для применения конечным пользователем, для использования информационной системой при решении других задач (транзита) и решении задач в последующий период. Кроме того, существуют вспомогательные, корректировочные файлы и рабочие, уничтожающиеся после каждого решения задачи.

Состав *внутримашинной* базы определяется исходя из информационных потребностей каждого уровня управленческого аппарата.

Техническое обеспечение. Технические возможности ЭИС определяются рядом обеспечивающих подсистем, к которым относятся подсистемы технического обеспечения, организационного обеспечения и др.

Технические средства служат основой построения ЭИС. Мощность этих средств в значительной мере определяет состав решаемых задач управления. К техническим средствам ЭИС – *техническое обеспечение* – относятся компьютеры, средства коммуникаций и оргтехника.

Весь компьютерный парк условно можно разделить на два класса: персональные и высокопроизводительные компьютеры. Последние необходимы для создания больших хранилищ данных и обеспечения доступа к

ним. К таким компьютерам предъявляются высокие требования к надежности при круглосуточной работе, к защите данных и производительности. Одна из наиболее известных фирм, выпускающая машины такого класса – Tandem Computers, ориентируется на безостановочную обработку данных высокой степени важности в реальном масштабе времени.

Компьютеры могут объединяться в вычислительные сети. В локальных вычислительных сетях (ЛВС) известно несколько режимов работы. Наиболее простой режим не предполагает специально выделенного компьютера, ресурсы которого распределяются между другими машинами. Каждая ЭВМ имеет свои собственные ресурсы и ресурсы, предоставляемые другим компьютерам. Второй режим предусматривает выделение отдельного компьютера для обслуживания сетевых программ и других компьютеров. Только на этой машине могут находиться общие программы и базы данных. Такой компьютер называется *файл-сервером*. Третий режим также предполагает выделение отдельного компьютера и известен под названием *клиент-сервер*. В отличие от предыдущего в данном случае находятся не только общие базы данных, но и программы поиска и записи, что позволяет "клиентам" (другим программам, расположенным на удаленных компьютерах), запрашивать не всю информацию из базы данных, а только частично или полностью обработанную сервером. При этом снижается загруженность каналов передачи данных.

ЛВС могут объединяться между собой таким образом, что абоненты одной сети пользуются ресурсами другой.

Перечисленные классы машин и сети ЭВМ могут функционировать только с помощью общесистемного программного обеспечения.

Программное обеспечение. ПО – совокупность программ системы обработки данных и программных документов, необходимых для эксплуатации этих программ. Различают общее и прикладное ПО. В общее ПО включают операционные системы, системы программирования, сервисные программы.

Операционная система – это программа, которая автоматически загружается при включении компьютера и предоставляет пользователю базовый набор команд, с помощью которых можно общаться с компьютером: запустить программу, отформатировать дискету, скопировать файл и т.д.

Системы программирования представляют собой инструментальные средства для квалифицированных пользователей – программистов и непрограммистов. Инструментальные средства программиста определяют информационные технологии, предназначенные для проектирования функционального программного обеспечения. *Функциональное ПО* – это программная реализация конкретных функций информационного работника с использованием различных информационных технологий, т.е. это настройка автоматизированного рабочего места (АРМ), СУБД, гипертекстов, мультимедиа, экспертных систем, программного комплекса и подсистем ЭИС, построенных с помощью других средств проектирования, на конкретного информационного работника конкретного предприятия учитывающая специфику сложившейся там системы обработки данных. Инструментальные средства непрограммиста определяют информационные технологии, доступные пользователю с любой квалифика-

цией в области вычислительной техники и программирования.

Сервисные программы предоставляют ряд услуг по обеспечению эксплуатации ЭВМ и программного обеспечения.

Для общения пользователя с программным, техническим и информационным обеспечением применяют языки. Языки, общения могут быть формализованными, не полностью или полностью естественными языками. Совокупность языков общения, правил их формализации и терминов, используемых в ЭИС, образует *лингвистическое обеспечение*.

Совокупность мероприятий, регламентирующих функционирование и использование технического, программного и информационного обеспечения и определяющих порядок выполнения действий, приводящих к получению и использованию искомого результата, *образует методическое организационное обеспечение*. В ЭИС они определяют технологический процесс работы системы. Кроме операционных систем для функционирования любой ЭИС необходимы также:

- тестовые и диагностические программы;
- программные средства телекоммуникации;
- программные средства защиты информации от несанкционированного доступа и воздействий;
- программные средства подтверждения целостности передаваемого документа и идентификации подписи автора;
- программный интерфейс с другими компьютерными системами и др.

Организационное обеспечение. Экономическая информационная система включает в себя собственный аппарат управления, обеспечивающий функционирование всех ее подсистем, как единое целое. Такое структурное подразделение, как и всякое другое, должно выполнять:

- сбор первичной информации об объекте управления и окружающей среде на основе использования документов, применения вспомогательных средств или средств автоматической регистрации данных;
- передачу информации курьеру или ее рассылку с помощью локальных, региональных или других сетей;
- хранение и поддержку в работоспособном состоянии коллективно используемой информации в центральной базе данных или распределенной по узлам сети;
- обработку информации на основе централизованной или распределенной технологии.

В современных ЭИС для большинства сотрудников созданы средства. Главные функции персонала ЭИС состоят в разработке :

- юридических и правовых норм для работы управленческого аппарата в условиях компьютеризации;
- документации, регулирующей порядок обмена информацией с другими компьютерными системами, правила выхода из нештатных ситуаций;
- методической документации для подготовки управленческих ра-

ботников в условиях компьютеризации и др.

Как правило, персонал ЭИС состоит из сотрудников отдела разработок, внедрения и сопровождения новых программ, далее – отдела разработки и отдела эксплуатации.

Для разработки новых задач от высшего руководства предприятия поступает следующая информация: перспективные планы развития предприятия, содержащие цели, к достижению которых стремится руководство предприятия, а также бюджетные ограничения на создание новых систем.

На основании этих сведений отдел разработки может предложить решение задач стратегического планирования, анализа и прогнозирования цен, а также консультаций по маркетинговой политике, анализу использования основных фондов, анализу факторов, влияющих на рентабельность, диагнозу финансово-хозяйственного состояния предприятия, анализу сбыта, эффективности предприятия и др.

Средний уровень управления имеет свои информационные потребности: планы на ближайшую перспективу и расчеты материальных и трудовых ресурсов, калькуляции себестоимости продукции, отклонения плановых показателей от фактических и др.

Сотрудников оперативного уровня управления интересует автоматизация выполнения функций на рабочих местах, связанных или непосредственно с производством (склады, цехи, участки), или с управлением (бухгалтерия, отделы, службы). Типичные задачи этого уровня: ведение счетов дебиторов и кредиторов, учет закупок и поступлений, выдача суточных заданий и учет их выполнения, расчет загрузки оборудования, формирование сведений о клиентах, расчет заработной платы и пр.

Отдел эксплуатации планирует свои действия исходя из специфики информационных работ и особенностей средств обработки и передачи данных. В основном в функции этого отдела входят:

- обеспечение безопасности, конфиденциальности и целостности данных (борьба с вирусами, сбоями и несанкционированным доступом, разработка шифров, паролей, кодов);
- администрирование баз данных;
- разработка графиков ввода данных и слежения за их выполнением;
- составление планов-графиков текущего ремонта оборудования и обслуживания компьютеров.

Рассмотренные характеристики составляющих ЭИС весьма относительны, так как в компьютерном мире развитие происходит быстрыми темпами. Меняются поколения компьютеров, системного и прикладного программного обеспечения. В результате изменяются содержание, название и функции информационных систем, а границы проникновения компьютеров в сферу человеческой деятельности остаются относительно постоянными. Существует порог, после которого всякая машина бессильна, – это творчество и интуиция. А без этой чисто человеческой черты не может существовать и успешно функционировать никакая система управления.

Правовое обеспечение ЭИС. Оно представляет собой совокупность

норм, выраженных в нормативных актах, устанавливающих и закрепляющих организацию этих систем, их цели, задачи, структуру, функции и правовой статус ЭИС. Правовое обеспечение ЭИС осуществляет правовое регулирование разработки ЭИС и взаимоотношения разработчика и заказчика. Правовое обеспечение этапа функционирования ЭИС определяет ее статус в процессе управления, обеспечение информацией процесса принятия решения и правовое обеспечение информационной безопасности функционирования ЭИС. Правовое обеспечение включает общую и специальную части. Общая содержит нормативные документы, регламентирующие деятельность ЭИС, а специальная осуществляет юридическую поддержку принятия решений. В настоящее время на российском рынке коммерческих юридических баз данных существует более двадцати продуктов, которые могут осуществлять правовую поддержку принятия решений и могут быть легко встроены в ЭИС.

Функциональная часть ЭИС. Функциональная часть фактически является моделью системы управления объектом. В ходе декомпозиции функциональная часть разбивается на подсистемы, конкретный состав которых определяется признаком декомпозиции. Но поскольку сложная система всегда многофункциональна, ЭИС может быть декомпозирована по разным признакам. Применительно к системам управления признаком структуризации могут служить функции управления объектом, в соответствии с которыми ЭИС состоит из функциональных подсистем. Это один из распространенных признаков декомпозиции систем управления, который не всегда удовлетворяет проектировщиков ЭИС. Поэтому разработаны и другие системы управления, используемые, как правило, в комбинации с функциональным признаком. К ним относятся:

- уровень управления (высший, средний, оперативный);
- вид управляемого ресурса (основные фонды, материальные, трудовые, финансовые и информационные ресурсы);
- сфера применения (банковские информационные системы, статистические, налоговые, бухгалтерские, фондового рынка, страховые и т.д.);
- функции управления и период управления.

Выбор признаков декомпозиции ЭИС зависит от специфики объекта управления и целей ее создания.

Трансформация целей управления в функции, а функций – в подсистемы ЭИС позволяет проводить дальнейшую декомпозицию. Если подсистемы реализуют некоторые отделенные друг от друга функции управления, то каждую из них можно делить на более детальные подфункции или, как их еще называют, задачи (или комплексы задач).

Цель решения задачи может быть сформулирована двояко:

- построить, получить или отождествить объект, отвечающий некоторым критериям (*задача на нахождение*);
- доказать по установленным правилам правильность построения или отождествления некоторого объекта (*задача на доказательство*).

В задачах "на нахождение" поиск неизвестной процедуры является це-

лю, ибо с ее помощью происходят поиск и отождествление неизвестного объекта с предъявленными к нему требованиями. После того как задача "на нахождение" решена, т.е. найдена соответствующая информационная технология составления программы поиска или расчета, термин "задача" не исчезает, а применяется и далее в процессе многоразового использования найденной процедуры. Задача из статуса "на нахождение" переходит в статус "на доказательство".

В задачах "на доказательство" в качестве неизвестного выступает последовательность (цепочка) известных правил, выполнение которых позволяет отождествить объект по заданным критериям. Доказательство заключается в том, чтобы каждый раз при наличии новых исходных данных и уже известных процедур продемонстрировать наличие или отсутствие у определенных объектов тех или иных характеристик. Особенно ярко задача «доказательство» демонстрируется экспертными системами, в которых сам принцип их построения базируется на доказательстве целей.

1.2. Информационные технологии и их классификация

Применение информационных технологий управления позволило представить в формализованном виде, пригодном для практического использования, концентрированное выражение научных знаний и практического опыта для реализации и организации социальных процессов. При этом предполагается экономия затрат труда, времени и других материальных ресурсов, необходимых для осуществления этих процессов. Поэтому они играют важную стратегическую роль, которая постоянно возрастает.

Структура конкретной информационной технологии управления для своей реализации предполагает наличие трех компонент:

- комплекса технических средств, состоящего из средств вычислительной, коммуникационной и организационной техники;
- системы программных средств, состоящей из системного (общего) и прикладного программного обеспечения;
- системы организационно-методического обеспечения, включающей инструктивные и нормативно-методические материалы по организации работы управленческого и технического персонала в рамках конкретной АИТУ обеспечения управленческой деятельности.

Автоматизированные информационные технологии *по способу реализации* в автоматизированной информационной системе делятся на традиционные и новые. Традиционные АИТУ существовали в условиях централизованной обработки данных и до массового использования персональных компьютеров были ориентированы главным образом на снижение трудоемкости процессов формирования регулярной отчетности. Новые информационные технологии связаны с информационным обеспечением процесса управления в режиме реального времени.

Новая информационная технология – это технология, которая основывается на применении компьютеров, активном участии пользователей (непрофессионалов в области программирования) в информационном процессе, высоком уровне дружественного пользовательского интерфейса, широком применении пакетов прикладных программ общего и проблемного направле-

ния, использовании режима реального времени и доступа пользователя к удаленным базам данных и программам благодаря вычислительным сетям ЭВМ.

По степени охвата задач управления автоматизированные информационные технологии подразделяются на следующие группы:

- электронная обработка данных;
- автоматизация функции управления;
- поддержка принятия решений;
- электронный офис;
- экспертная поддержка.

По классу реализуемых технологических операций АИТУ можно разделить на:

- системы с текстовым редактором;
- системы с табличным процессором;
- системы управления базами данных;
- системы с графическими объектами;
- мультимедийные системы;
- гипертекстовые системы.

По типу пользовательского интерфейса автоматизированные информационные технологии делятся на:

- пакетные (централизованная обработка);
- диалоговые;
- сетевые (многопользовательские).

По способу построения сети АИТУ можно разделить на:

- локальные;
- многоуровневые;
- распределенные.

По обслуживаемым предметным областям автоматизированные информационные технологии подразделяются на технологии:

- бухгалтерского учета;
- банковской деятельности;
- налоговой деятельности;
- страховой деятельности и т.д.

Потребность в аналитической работе при переходе к рынку, в условиях образования новых организационных структур, функционирующих на основе различных форм собственности, неизмеримо возрастает. Эта задача решается путем совершенствования интегрированной обработки информации, когда новая информационная технология начинает включать в работу базы знаний. В связи с бурным развитием телекоммуникационного сервиса и возможностью доступа к удаленным информационным ресурсам всех стран и континентов произошло смещение акцентов в формулировании критериев эффективности автоматизированных систем и технологий. Если в условиях административно-командной системы основной упор делался на выявление затрат на машинную обработку информации, то в настоящее время актуальны прежде всего:

- оперативное принятие решений;

- степень адекватности аналитических данных реальным процессам;
- возможность использования экономико-математических методов и моделей для анализа конкретных финансово-производственных ситуаций.

Такая постановка вопросов привносит в практику предпринимательства и хозяйствования научно-исследовательский аспект, требует новых научно обоснованных решений, подходов и квалифицированных кадров.

Зарубежные специалисты выделяют пять основных тенденций развития информационных технологий управления:

- к изменению характеристик информационного продукта, который все больше превращается в гибрид между результатом расчетно-аналитической работы и специфической услугой, предоставляемой индивидуальному пользователю персонального компьютера;
- к параллельному взаимодействию логических АИТУ, совмещению всех типов информации (текста, графики, цифр, звуков) с ориентацией на одновременное восприятие человеком посредством органов чувств;
- к ликвидации всех промежуточных звеньев на пути от источника информации к ее потребителю (например, становится возможным непосредственное общение автора и читателя, продавца и покупателя, певца и слушателя, ученых между собой, преподавателя и обучающегося, специалистов через систему видеоконференций, электронную почту и т.п.);
- к глобализации информационных технологий в результате использования спутниковой связи и всемирной сети *Internet*;
- к конвергенции, рассматриваемой как последняя черта современного процесса развития АИТУ, которая заключается в стирании различий между сферами материального производства и информационного бизнеса, в максимальной диверсификации деятельности фирм, взаимопроникновении различных отраслей промышленности, финансового сектора и сферы услуг.

Экономическая информационная система по своему составу напоминает предприятие по переработке данных и производству выходной информации. Как и в любом производственном процессе, в ЭИС присутствует технология преобразования исходных данных в результатную информацию. Понятие **технология** определяется как система взаимосвязанных способов обработки материалов и приемов изготовления продукции в производственном процессе.

Под **информационной технологией (ИТ)** понимается система методов и способов сбора, накопления, хранения, поиска и обработки информации на основе применения средств вычислительной техники.

Упорядоченная последовательность взаимосвязанных действий, выполняющихся с момента возникновения информации до получения результата, **называется технологическим процессом**.

Решение экономических и управленческих задач всегда тесно связано с выполнением ряда операций по сбору необходимой для решения этих задач информации, переработке ее по некоторым алгоритмам и выдаче лицу, принимающему решение (ЛПР), в удобной форме. Очевидно, что технология принятия решений всегда имела информационную основу, хотя обработка данных и осуществлялась вручную. Однако с внедрением средств вычислительной техники в

процесс управления появился специальный термин *информационная технология*.

Предметная технология представляет собой последовательность технологических этапов по модификации первичной информации в результатную. Например, технология бухгалтерского учета предполагает поступление первичной документации, которая трансформируется в форму бухгалтерской проводки. Последняя, изменяя состояние аналитического учета, приводит к изменению счетов синтетического учета и далее баланса.

Сегодня можно говорить об обеспечивающих ИТ (ОИТ) и функциональных ИТ (ФИТ).

Обеспечивающие ИТ – технологии обработки информации, которые могут использоваться как инструментарий в различных предметных областях для решения различных задач. Информационные технологии обеспечивающего типа могут быть классифицированы относительно классов задач, на которые они ориентированы. Обеспечивающие технологии базируются на совершенно разных платформах, что обусловлено различием видов компьютеров и программных сред, поэтому при их объединении на основе предметной технологии возникает проблема системной интеграции. Она заключается в необходимости приведения различных ИТ к единому стандартному интерфейсу.

Функциональная ИТ представляет собой такую модификацию обеспечивающих ИТ, при которой реализуется какая-либо из предметных технологий. Предметная технология и информационная технология влияют друг на друга. Так, например, наличие пластиковых карточек как носителя финансовой информации принципиально меняет предметную технологию, предоставляя такие возможности, которые без этого носителя просто отсутствовали. С другой стороны, предметные технологии, наполняя специфическим содержанием ИТ, акцентируют их на вполне определенные функции. Такие технологии могут носить типовой характер или уникальный, что зависит от степени унификации технологии выполнения этих функций.

Классификация ИТ по типу пользовательского интерфейса позволяет говорить о системном и прикладном интерфейсе. И если последний связан с реализацией некоторых функциональных ИТ, то системный интерфейс – это набор приемов взаимодействия с компьютером, который реализуется операционной системой или ее надстройкой. Современные операционные системы поддерживают командный, WIMP- и SILK-интерфейсы. В настоящее время поставлена проблема создания общественного интерфейса (social interface).

Командный интерфейс – самый простой. Он обеспечивает выдачу на экран системного приглашения для ввода команды. Например, в операционной системе MS-DOS приглашение выглядит как C:\>, а в операционной системе UNIX – это обычно знак доллара.

WIMP-интерфейс расшифровывается как Windows (окно) Image (образ) Menu (меню) Pointer (указатель). На экране высвечивается окно, содержащее образы программ и меню действий. Для выбора одного из них используется указатель.

SILK-интерфейс расшифровывается – Spich (речь) Image (образ) Language (язык) Knowledge (знание). При использовании SILK-интерфейса

на экране по речевой команде происходит перемещение от одних поисковых образов к другим по смысловым семантическим связям.

Общественный интерфейс будет включать в себя лучшие решения WIMP- и SILK-интерфейсов. Предполагается, что при использовании общественного интерфейса не нужно будет разбираться в меню. Экранные образы однозначно укажут дальнейший путь. Перемещение от одних поисковых образов к другим будет проходить по смысловым семантическим связям.

Операционные системы (ОС) делятся на однопрограммные, многопрограммные и многопользовательские. К однопрограммным операционным системам относятся, например, MS-DOS и др. Многопрограммные операционные системы, например UNIX (XENIX), Windows, начиная с версии 3.1, DOS 7.0, OS/2 и др., позволяют одновременно выполнять несколько приложений. Различаются они алгоритмом разделения времени. Если однопрограммные системы работают или в пакетном режиме, или в диалоговом, то многопрограммные могут совмещать указанные режимы. Таким образом, эти системы обеспечивают пакетную и диалоговую технологии.

Многопользовательские системы реализуются сетевыми операционными системами. Они обеспечивают удаленные сетевые технологии, а также пакетные и диалоговые технологии для общения на рабочем месте. Все три типа информационных технологий находят самое широкое распространение в экономических информационных системах.

Большинство обеспечивающих и функциональных ИТ могут быть использованы управленческим работником без дополнительных посредников (программистов). При этом пользователь может влиять на последовательность применения тех или иных технологий. Таким образом, с точки зрения участия или неучастия пользователя в процессе выполнения функциональных ИТ все они могут быть разделены на пакетные и диалоговые.

Экономические задачи, решаемые в *пакетном режиме*, характеризуются следующими свойствами:

- алгоритм решения задачи формализован, процесс ее решения не требует вмешательства человека;
- имеется большой объем входных и выходных данных, значительная часть которых хранится на магнитных носителях;
- расчет выполняется для большинства записей входных файлов;
- большое время решения задачи обусловлено большими объемами данных; регламентность, т.е. задачи решаются с заданной периодичностью.

Диалоговый режим является не альтернативой пакетному, а его развитием. Если применение пакетного режима позволяет уменьшить вмешательство пользователя в процесс решения задачи, то диалоговый режим предполагает отсутствие жестко закрепленной последовательности операций обработки данных (если она не обусловлена предметной технологией).

Пользовательский интерфейс включает в себя три понятия: общение приложения с пользователем; общение пользователя с приложением — язык общения. Язык общения определяется разработчиком программного приложения. Свойствами интерфейса являются: конкретность и нагляд-

ность. Наиболее распространенный ранее командный интерфейс имел ряд недостатков (многочисленность команд, отсутствие стандарта для приложений и т.д.), что ограничивало круг его применения. Для преодоления этих недостатков были предприняты попытки его упростить (например, Norton Commander (NC)). Однако настоящим решением проблемы стало создание графической оболочки для операционной системы. В настоящее время практически все распространенные операционные системы используют для своей работы графический интерфейс. Новшеством были применение мыши, выбор команд из меню, предоставление программам отдельных окон, использование для обозначения программ образов в виде пиктограмм.

Удобство интерфейса и богатство возможностей делают Windows оптимальной системой для повседневной работы. Приложения, написанные под Windows, используют тот же интерфейс, поэтому его единообразие сводит к минимуму процесс обучения работе с любым приложением Windows.

Одной из важных функций интерфейса является формирование у пользователя одинаковой реакции на одинаковые действия приложения, их согласованность. Согласование должно быть выполнено в трех аспектах: *физическом*, который относится к техническим средствам (пока отсутствует); *синтаксическом*, который определяет последовательность и порядок появления элементов на экране (язык общения) и последовательность запросов (язык действий); *семантическом*, который обусловлен значениями элементов, составляющих интерфейс. Согласованность интерфейса экономит время пользователя и разработчика. Для пользователя уменьшается время изучения, а затем использования системы, сокращается число ошибок, появляется чувство комфортности и уверенности. Разработчику согласованный интерфейс позволяет выделить общие блоки интерфейса, стандартизировать отдельные элементы и правила взаимодействия с ними, сократить время проектирования новой системы.

Разработка пользовательского интерфейса состоит из проектирования панелей и диалога. Панель приложения разделена на три части: меню действий, тело панели и область функциональных клавиш

Преимущество использования меню *действий* (и выпадающего меню) заключается в том, что эти действия наглядны и могут быть запрошены пользователем установкой курсора, функциональной клавишей, вводом команды либо каким-то другим простым способом. На цветном экране меню действий обычно имеет другой цвет по отношению к цвету панели. Меню действий содержит объекты, состоящие из одного или нескольких слов. Два последних из них резервируются для действий «выход» «справка». Размещаются объекты слева направо по мере убывания частоты их использования. Возможны системы с многоуровневой системой выпадающих меню, но оптимальное число уровней – три, так как иначе могут появиться трудности в понимании многоуровневых меню.

Тело панели содержит элементы тела панели: разделители областей идентификатор и заголовок панели; инструкцию; заголовки столбца, группы, поля; указатель протяжки; области сообщений и команд; поля ввода выбора.

Область функциональных клавиш – необязательная часть, показывающая соответствие клавиш и действий, которые выполняются при их нажатии. В области функциональных клавиш отображаются только те дей-

ствия, которые доступны на текущей панели. Для указания текущей позиции на панели используется курсор выбора. Для более быстрого взаимодействия можно предусмотреть функциональные клавиши, номер объекта выбора, команду или мнемонику.

Разбивка панели на области основана на принципе «объект – действие». Этот принцип разрешает пользователю сначала выбрать объект, тем произвести действия с этим объектом, что минимизирует число жимов, упрощает и ускоряет обучение работе с приложениями и создан для пользователя комфорт. Если панель располагается в отдельной ограниченной части экрана, то она называется *окном*, которое может быть первичным или вторичным. В первичном окне начинается диалог, и ее в приложении не нужно создавать другие окна, окном считается вес» экран. Первичное окно может содержать столько панелей, сколько надо для ведения диалога. Вторичные же окна вызываются из первичных. В них пользователь ведет диалог параллельно с первичным окном. Часто вторичные окна используются для подсказки. Первичные и вторичные окна имеют заголовок в верхней части окна. Пользователь может переключаться из первичного окна во вторичное и наоборот. Существует также понятие «всплывающие окна», которые позволяют улучшить диалог пользователя с приложением, ведущийся из первичного или вторичного окна.

Когда пользователь и ЭВМ обмениваются сообщениями, диалог движется по одному из путей приложения, т.е. пользователь перемещается по приложению, выполняя конкретные действия. При этом действие не обязательно требует от компьютера обработки информации. Оно может обеспечить переход от одной панели к другой, от одного приложения к другому. Если пользователь перешел к другой панели, и его действия привели к потере информации, рекомендуется требовать подтверждения того, следует ли ее сохранить. При этом пользователю предоставляется шанс сохранить информацию, отменить последний запрос, вернуться на один шаг назад.

Путь, по которому движется диалог, называют навигацией. Он может быть изображен в виде графа, где узлы – действия, дуги – переходы. Диалог состоит из двух частей: запросов на обработку информации и навигации по приложению. Часть запросов на обработку и навигацию является унифицированной. Унифицированные действия диалога – это действия, имеющие одинаковый смысл во всех приложениях. Некоторые унифицированные действия могут быть запрошены из выпадающего меню посредством действия «команда» функциональной клавишей. К унифицированным действиям диалога относятся: «отказ», «команда», «ввод», «выход», «подсказка», «регенерация», «извлечение», «идентификаторы», «клавиши», «справка».

Существующий стандарт закрепляет названия унифицированных действий на английском языке. При переводе на русский названия могут не совпадать в разных приложениях.

1.3. Сетевые информационные технологии

В 60-х гг. появились первые вычислительные сети (ВС) ЭВМ. С появлением микроЭВМ и персональных ЭВМ возникли локальные вычислительные сети. Они позволили поднять на качественно новую ступень управ-

ление производственным объектом, повысить эффективность использования ЭВМ, улучшить качество обрабатываемой информации, реализовать безбумажную технологию, создать новые технологии. Объединение ЛВС и глобальных сетей открыло доступ к мировым информационным ресурсам.

Все ЭВМ, объединенные в сеть, делятся на основные и вспомогательные. Основные ЭВМ – это абонентские ЭВМ (клиенты). Они выполняют все необходимые информационно-вычислительные работы и определяют ресурсы сети. Вспомогательные ЭВМ (серверы) служат для преобразования и передачи информации от одной ЭВМ к другой по каналам связи и коммутационным машинам (host-ЭВМ). К качеству и мощности серверов предъявляются повышенные требования, а в роли хост-машины могут выступать любые ПЭВМ.

Клиент – приложение, посылающее запрос к серверу. Он отвечает за – обработку, вывод информации и передачу запросов серверу. В качестве ЭВМ клиента может быть использована любая ЭВМ.

Сервер – персональная или виртуальная ЭВМ, выполняющая функции по обслуживанию клиента и распределяющая ресурсы системы: принтеры, базы данных, программы, внешнюю память и др. Сетевой сервер поддерживает выполнение функций сетевой операционной системы, терминальный – выполнение функций многопользовательской системы. Сервер баз данных обеспечивает обработку запросов к базам данных в многопользовательских системах.

Host-ЭВМ – ЭВМ, установленная в узлах сети и решающая вопросы коммутации в сети. Коммутационная сеть образуется множеством серверов и host-ЭВМ, соединенных физическими каналами связи, которые называют магистральными. В качестве магистральных каналов используют коаксиальные и оптоволоконные кабели, кабели типа «витая пара».

По способу передачи информации вычислительные сети делятся на сети коммутации каналов, сети коммутации сообщений, сети коммутации пакетов и интегральные сети.

Первыми появились *сети коммутации каналов*. Например, чтобы передать сообщение между клиентами, образуется прямое соединение. Это соединение должно оставаться неизменным в течение всего сеанса. Легкость реализации такого способа передачи информации влечет за собой и его недостатки: низкий коэффициент использования каналов, высокую стоимость передачи данных, увеличение времени ожидания других клиентов.

При *коммутации сообщений*, информация передается порциями, называемыми сообщениями. Прямое соединение обычно не устанавливается, а передача сообщения начинается после освобождения первого канала и так далее, пока сообщение не дойдет до адресата. Каждым сервером осуществляются прием информации, ее сборка, проверка, маршрутизация и передача сообщения. Недостатками коммутации сообщений являются низкая скорость передачи данных и невозможность проведения диалога между клиентами, хотя стоимость передачи и уменьшается.

При *коммутации пакетов* обмен производится короткими пакетами фиксированной структуры. Пакет – часть сообщения, удовлетворяющая не-

которому стандарту. Малая длина пакетов предотвращает блокировку линий связи, не дает расти очереди в узлах коммутации. Это обеспечивает быстрое соединение, низкий уровень ошибок, надежность и эффективность использования сети. Но при передаче пакета возникает проблема маршрутизации, которая решается программно-аппаратными методами. Наиболее распространенными способами являются фиксированная маршрутизация и маршрутизация способом кратчайшей очереди. Фиксированная маршрутизация предполагает наличие таблицы маршрутов, в которой закрепляется маршрут от одного клиента к другому, что обеспечивает простоту реализации, но одновременно и неравномерную загрузку сети. В методе кратчайшей очереди используется несколько таблиц, в которых каналы расставлены по приоритетам. Приоритет-функция, обратная расстоянию до адресата. Передача начинается по первому свободному каналу с высшим приоритетом. При использовании этого метода задержка передачи пакета минимальная.

В настоящее время разработаны программно-аппаратные средства маршрутизации. Повторитель (repeater) – самый простой тип устройства для соединения однотипных ЛВС, он ретранслирует все принимаемые пакеты из одной ЛВС в другую. Устройство связи, позволяющее соединять ЛВС с одинаковыми и разными системами сигналов, называется мостом. Устройство связи, аналогичное мосту (маршрутизатор), выполняет передачу пакетов в соответствии с определенными протоколами, обеспечивает соединение ЛВС на сетевом уровне. Шлюз – устройство соединения ЛВС с глобальной сетью.

Сети, обеспечивающие коммутацию каналов, сообщений и пакетов, называются *интегральными*. Они объединяют несколько коммутационных сетей. Часть интегральных каналов используется монополюсно, т.е. для прямого соединения. Прямые каналы создаются на время проведения сеанса связи между различными коммутационными сетями. По окончании сеанса прямой канал распадается на независимые магистральные каналы. Интегральная сеть эффективна, если объем информации, передаваемой по прямым каналам, не превышает 10-15%.

При разработке сетей ЭВМ возникает задача согласования взаимодействия ЭВМ клиентов, серверов, линий связи и других устройств. Она решается путем установления определенных правил, называемых *протоколами*. Реализацию протоколов совместно с реализацией управления серверами называют сетевой ОС. Часть протоколов реализуется программно часть - аппаратно. Для стандартизации протоколов была создана Международная организация по стандартизации (МОС) – ISO. Она ввела понятие архитектуры открытых систем, что означает возможность взаимодействия систем по определенным правилам, хотя сами системы могут быть созданы на различных технических средствах. Основой архитектуры с закрытых систем является понятие уровня логической декомпозиции сложной информационной сети. Система разбивается на ряд подсистем, или уровней, каждый из которых выполняет свои функции. ISO установил семь таких уровней.

Первый уровень, *физический*, определяет некоторые физические ха-

рактеристики канала. Это требования к характеристикам кабелей разъемов (RS, EIA, X.21) и электрическим характеристикам сигнала (например, модель V.22 бис обеспечивает скорость передачи данных 2400 бод). В 1994 г. в Европе утвержден стандарт V.32 для работы на любых каналах. В нем определены десять процедур, по которым модем после тестирования линии (первоначально по стандарту V.21) выбирает соответствующие качеству линии несущие частоты и полосу пропускания (11 комбинаций) и пр. По типу характеристик сети делятся на аналоговые (V.21 и др.), например обычная телефонная сеть, и цифровые, для которых разработан стандарт ISDN, распространенный за рубежом.

Второй уровень, *канальный*, управляет передачей данных между двумя узлами сети. Он обеспечивает контроль корректности передачей сблокированной информации. Каждый блок снабжается контрольной суммой. В последних разработках этот контроль перемещается в аппаратную среду. Модем, работающий по одному из протоколов коррекции ошибок и обнаруживший таковую, запрашивает перепередачу. Для повышения скорости обмена осуществляется сжатие данных по типу архивации с применением тех же алгоритмов, например алгоритма, используемого в архиваторе ARC, или алгоритма Зимпеля в архиваторе PKZIP. При получении сообщения оно разворачивается. Длина передаваемого блока может меняться в зависимости от качества канала. В настоящее время используются Протоколы V.42 бис (CCITT), MNP5, MNP7.

Третий уровень, *сетевой*, обеспечивает управление потоком, маршрутизацию. Он распространяется на соглашения о блокировании данных и адресации. По одному каналу может передаваться информация с нескольких модемов для увеличения его загрузки. К этому уровню относятся Протоколы X.25 и X.75 (космический). Для объединения неоднородных сетей различных технологий используется Протокол IP.

Четвертый уровень, *транспортный*, отвечает за стандартизацию обмена данными между программами, находящимися на разных ЭВМ сети (ТРО.ТP1).

Пятый уровень, *сеансовый*, определяет правила диалога прикладных программ, рестарта, проверки прав доступа к сетевым ресурсам.

Шестой уровень, *представительный*, определяет форматы данных, алфавиты, коды представления специальных и графических символов (ASCII, EBCDIC, ASN.1, X.409).

Седьмой уровень, *прикладной*, определяет уровень услуг. Например, Протокол X.400 связан со стандартизацией электронной почты. Известны такие технические средства, как телекс, телефакс, видеотекс, телетекс и др. При этом телекс поддерживает стандарт скорости передачи информации, принятый в 1988 г. в 50 бод. Телетекс обеспечивает уже 1200 бод.

Стандартизация распространяется на логический уровень передаваемой информации. Прежде всего – это стандарт на форму передаваемых документов. В банковской системе распространен стандарт SWIFT. Он опре-

деляет расположение и назначение полей документа. Принципиальным моментом при использовании этого и других компьютерных стандартов на документацию является официальное признание (де-юре) передаваемого по каналам связи документа юридически полноценным.

Каждый уровень решает свои задачи и обеспечивает сервисом расположенный над ним уровень. Правила взаимодействия разных систем одного уровня называют *протоколом*, правила взаимодействия соседних уровней в одной системе – *интерфейсом*. Каждый протокол должен быть прозрачным для соседних уровней. *Прозрачность* – свойство передачи информации, закодированной любым способом, быть понятным взаимодействующим уровням.

Сети делятся на общественные, частные и коммерческие. По рекомендациям ISO для физического уровня определены следующие классы общественных сетей: до 1000 км – средней длины; до 10 000 км – длинные, до 25 000 км – самые длинные наземные; до 80 000 км – магистральные через спутник; до 160 000 км – магистральные международные через два спутника.

Локальные сети делятся на централизованные и одноранговые. Централизованные используют файл-сервер. Рабочие станции не контактируют друг с другом. Число пользователей более десяти. В одноранговых сетях сетевое управление таково, что каждый узел может выступать и как рабочая станция, и как файл-сервер. Рабочие станции можно объединить и совместно использовать базы на файл-сервере. Такие сети недорогие, но число пользователей невелико. К наиболее распространенным локальным сетевым ОС относят: UNIX – для создания средних и больших сетей с сотнями пользователей; NetWare 3.11 – для создания средних сетей от 201 до 100 пользователей в пределах одного здания; VINES – для создания больших распределенных ЛВС; LAN Manager – для средних и больших сетей с числом пользователей от 25 до 200.

Не менее распространенной стала технология компьютерного способа пересылки и обработки информационных сообщений, обеспечивающая оперативную связь между руководством рабочих групп, сотрудниками, учеными, деловыми людьми, бизнесменами и всеми желающими. Такая технология получила название электронной почты.

Электронная почта – специальный пакет программ для хранения и пересылки сообщений между пользователями ЭВМ. Посредством электронной почты реализуется служба безбумажных почтовых отношений.

Она является системой сбора; регистрации, обработки и передачи любой информации (текстовых документов, изображений, цифровых данных, звукозаписи и т.д.) по сетям ЭВМ и выполняет такие функции, как редактирование документов перед передачей, их хранение в специальном банке; пересылка корреспонденции; проверка и исправление ошибок, возникающих при передаче; выдача подтверждения о получении корреспонденции адресатом; получение и хранение информации в своем «почтовом ящике»; просмотр полученной корреспонденции.

«**Почтовый ящик**» – специально организованный файл для хранения корреспонденции. Почтовый ящик состоит из двух корзин: отправления и по-

лучения. Любой пользователь может обратиться к корзине получения другого пользователя и сбросить туда информацию. Но просмотреть ее он не может. Из корзины отправлений почтовый сервер забирает информацию для рассылки другим пользователям. Каждый почтовый ящик имеет сетевой адрес. Для пересылки корреспонденции можно установить связь с почтовым ящиком адресата в режиме on-line. Более распространенным методом является выделение отдельных компьютеров в качестве почтовых отделений, называемых *почтовыми серверами*. При этом все компьютеры получателей подключены к ближайшему почтовому серверу, получающему, хранящему и пересылающему дальше по сети почтовые отправления, пока они не дойдут до адресата. Отправка адресату осуществляется по мере его выхода на связь с ближайшим почтовым сервером в режиме on-line. Примером может служить сеть Relcom. Пользователь передает сообщение вместе с адресом по телефонному каналу через модем на ближайший почтовый сервер в режиме on-line. Сообщение регистрируется, ставится в очередь и по первому свободному каналу передается на следующий почтовый сервер, пока адресат не заберет его в свой почтовый ящик. Почтовые серверы реализуют следующие функции: обеспечение быстрой и качественной доставки информации, управление сеансом связи, проверка достоверности информации и корректировка ошибок, хранение информации до востребования и извещение пользователя о поступившей в его адрес корреспонденции, регистрация и учет корреспонденции, проверка паролей при запросах корреспонденции, поддержка справочников с адресами пользователей.

Пересылка сообщений пользователю может выполняться в индивидуальном, групповом и общем режимах. При индивидуальном режиме адресатом является отдельный компьютер пользователя и корреспонденция содержит его адрес. При групповом режиме корреспонденция рассылается одновременно группе адресатов. Эта группа может быть сформирована по-разному. Почтовые серверы имеют средства распознавания группы. Например, в качестве адреса может быть указано: «получить всем, интересующимся данной темой» или указан список рассылки. В общем режиме корреспонденция отправляется всем пользователям - владельцам почтовых ящиков. Посредством двух последних режимов можно организовать телеконференцию, электронные доски объявлений. Во избежание перегрузки почтовых ящиков в почтовых серверах хранятся справочники адресов, содержащих фильтры для групповых и общих сообщений.

Электронная почта поддерживает текстовые процессоры для просмотра и редактирования корреспонденции, информационно-поисковые системы для определения адресата, средства поддержания списка рассылаемой информации, средства предоставления расширенных видов услуг: факс, телекс и т.д.

Электронная почта может быть организована в локальной сети внутри предприятия для обеспечения внутреннего обмена информацией.

Большинство глобальных сетей ЭВМ поддерживают электронную почту. В современных интегрированных пакетах используется объектно-ориентированная технология, а работа пользователя сводится к работе с меню. Почтовый ящик дополняется корзиной для мусора, куда пользователь может поместить ненужную корреспонденцию. Однако в случае необходимости он может оттуда ее забрать или окончательно выбросить.

Электронная почта применяется во всех деловых сферах, сокращая время организации сделок. Электронная почта проникает и на бытовой уровень, становясь средством общения соседей из одного дома, улицы, разных стран.

Сетевые технологии позволяют создавать геосистемы для доступа любым мировым хранилищам информации любых типов.

ГЛАВА 2. АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ОБЛАСТИ ВНЕДРЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

2.1. Инжиниринговый подход к созданию полной бизнес-модели компании

Практика выработала ряд подходов к проведению организационного анализа, но наибольшее распространение получил инжиниринговый подход. Организационный анализ компании при таком подходе проводится по определенной схеме с помощью *полной бизнес-модели компании*. Компания рассматривается как целевая, открытая, социально-экономическая система, принадлежащая иерархической совокупности открытых внешних надсистем (рынок, государственные учреждения и пр.) и внутренних подсистем (отделы, цеха, бригады и пр.). Возможности компании определяются характеристиками ее структурных подразделений и организацией их взаимодействия. На рис. 2.1 представлена обобщенная схема организационного бизнес-моделирования. Построение *бизнес-модели компании* начинается с описания модели взаимодействия с внешней средой по закону единства и борьбы противоположностей, то есть с определения *миссии компании*.

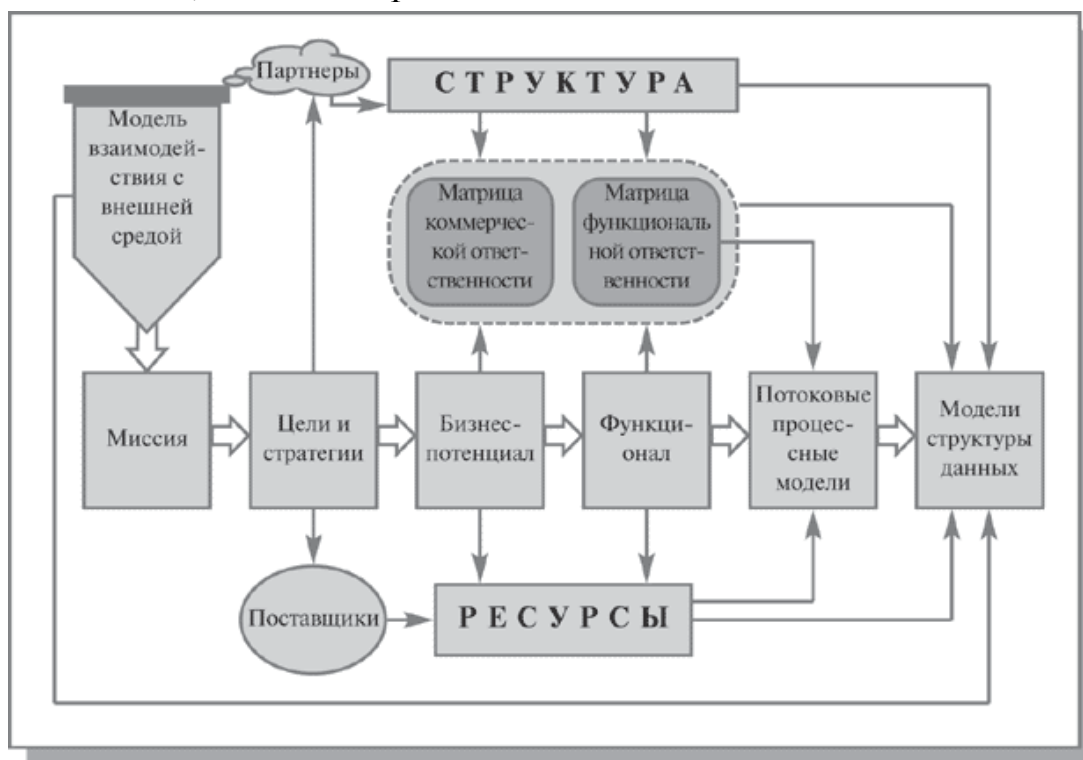


Рис. 2.1. Обобщенная схема организационного бизнес-моделирования

Миссия согласно [ISO-15704] – это деятельность, осуществляемая предприятием для того, чтобы выполнить функцию, для которой оно было учреждено, – предоставления заказчикам продукта или услуги.

Миссия компании по удовлетворению социально-значимых потребностей рынка **определяется как компромисс интересов рынка и компании**. При этом **миссия** как атрибут открытой системы разрабатывается, с одной стороны, исходя из рыночной конъюнктуры и позиционирования компании

относительно других участников внешней среды, а с другой – исходя из объективных возможностей компании и ее субъективных ценностей, ожиданий и принципов. **Миссия является своеобразной мерой** устремлений компании и, в частности, определяет рыночные претензии компании (предмет конкурентной борьбы). Определение *миссии* позволяет сформировать **дерево целей компании** – иерархические списки уточнения и детализации миссии.

Дерево целей формирует **дерево стратегий** – иерархические списки уточнения и детализации способов достижения целей. При этом на корпоративном уровне разрабатываются стратегии роста, интеграции и инвестиции бизнесов. Блок бизнес-стратегий определяет продуктовые и конкурентные стратегии, а также стратегии сегментации и продвижения. Ресурсные стратегии определяют стратегии привлечения материальных, финансовых, человеческих и информационных ресурсов. Функциональные стратегии определяют стратегии в организации компонентов управления и этапов жизненного цикла продукции. Одновременно выясняется потребность и предмет партнерских отношений (субподряд, сервисные услуги, продвижение и пр.). Это позволяет обеспечить заказчикам необходимый продукт требуемого качества, в нужном количестве, в нужном месте, в нужное время и по приемлемой цене. При этом компания может занять в партнерской цепочке создаваемых ценностей оптимальное место, где ее возможности и потенциал будут использоваться наилучшим образом. Это дает возможность сформировать **бизнес-потенциал компании** – набор видов коммерческой деятельности, направленный на удовлетворение потребностей конкретных сегментов рынка. Далее, исходя из специфики каналов сбыта, формируется первоначальное представление об организационной структуре (определяются центры коммерческой ответственности). Возникает понимание основных ресурсов, необходимых для воспроизводства товарной номенклатуры.

Бизнес-потенциал, в свою очередь, определяет **функционал компании** – перечень бизнес-функций, функций менеджмента и функций обеспечения, требуемых для поддержания на регулярной основе указанных видов коммерческой деятельности. Кроме того, уточняются необходимые для этого ресурсы (материальные, человеческие, информационные) и структура компании.

Построение *бизнес-потенциала* и *функционала компании* позволяет с помощью *матрицы проекций* определить **зоны ответственности менеджмента**.

Матрица проекций – модель, представленная в виде матрицы, задающей систему отношений между классификаторами в любой их комбинации.

Матрица коммерческой ответственности закрепляет ответственность структурных подразделений за получение дохода в компании от реализации коммерческой деятельности. Ее дальнейшая детализация (путем выделения центров финансовой ответственности) обеспечивает построение финансовой модели компании, что, в свою очередь, позволяет внедрить систему бюджетного управления. **Матрица функциональной ответственности** закрепляет ответственность структурных звеньев (и отдельных специалистов) за выполнение бизнес-функций при реализации процессов коммерческой деятельности (закупка, производство, сбыт и пр.), а

также функций менеджмента, связанных с управлением этими процессами (планирование, учет, контроль в области маркетинга, финансов, управления персоналом и пр.). Дальнейшая детализация матрицы (до уровня ответственности отдельных сотрудников) позволит получить функциональные обязанности персонала, что в совокупности с описанием прав, обязанностей, полномочий обеспечит разработку пакета должностных инструкций.

Описание *бизнес-потенциала, функционала* и соответствующих матриц ответственности представляет собой **статическое описание компании**. При этом процессы, протекающие в компании пока в свернутом виде (как функции), идентифицируются, классифицируются и, что особенно важно, закрепляются за исполнителями (будущими хозяевами этих процессов).

На этом этапе бизнес-моделирования формируется общепризнанный набор основополагающих внутрифирменных регламентов:

- базовое Положение об организационно-функциональной структуре компании;
- пакет Положений об отдельных видах деятельности (финансовой, маркетинговой и т.д.);
- пакет Положений о структурных подразделениях (цехах, отделах, секторах, группах и т.п.);
- должностные инструкции.

Это вносит прозрачность в деятельность компании за счет четкого разграничения и документального закрепления зон ответственности менеджеров.

Дальнейшее развитие (детализация) бизнес-модели происходит на этапе динамического описания компании на уровне *процессных потоковых моделей*. **Процессные потоковые модели** – это модели, описывающие процесс последовательного во времени преобразования материальных и информационных потоков компании в ходе реализации какой-либо бизнес-функции или функции менеджмента. Сначала (на верхнем уровне) описывается логика взаимодействия участников процесса, а затем (на нижнем уровне) – технология работы отдельных специалистов на своих рабочих местах.

Завершается организационное бизнес-моделирование разработкой **модели структур данных, которая определяет перечень и форматы документов, сопровождающих процессы в компании, а также задает форматы описания объектов внешней среды, компонентов и регламентов самой компании**. При этом создается система справочников, на основании которых получают пакеты необходимых документов и отчетов.

Такой подход позволяет описать деятельность компании с помощью универсального множества управленческих регистров (цели, стратегии, продукты, функции, организационные звенья и др.).

Управленческие регистры по своей структуре представляют собой иерархические классификаторы. Объединяя классификаторы в функциональные группы и закрепляя между собой элементы различных классификаторов с помощью матричных проекций, можно получить *полную бизнес-модель компании*.

При этом происходит процессно-целевое описание компании, позволяющее получить взаимосвязанные ответы на следующие вопросы: зачем-что-где-кто-как-когда-кому-сколько (рис. 2.2).

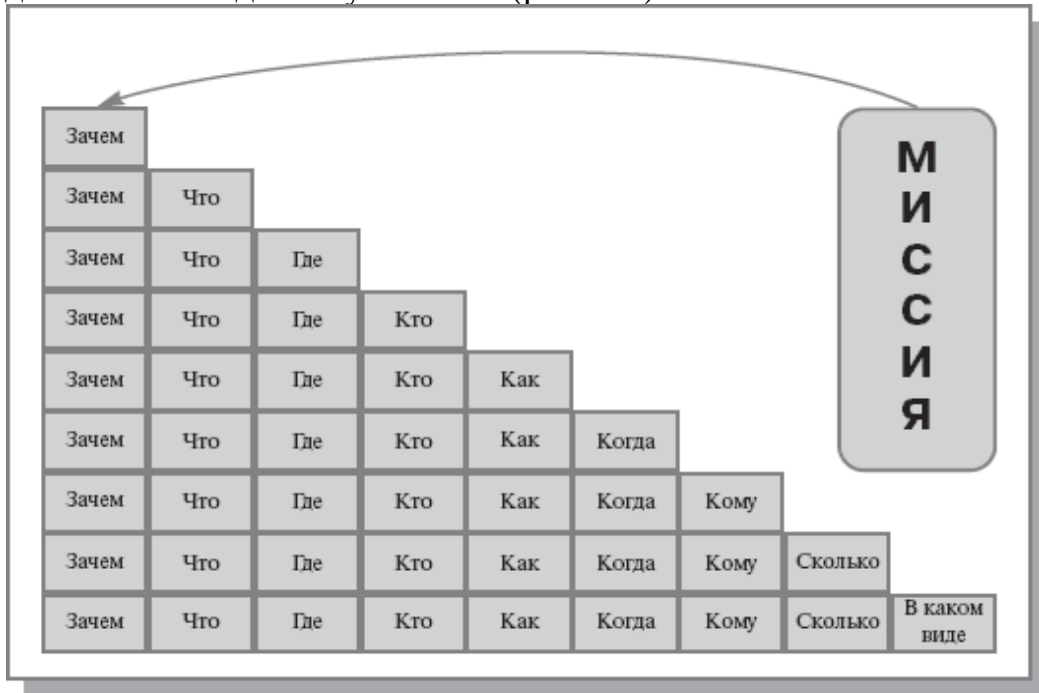


Рис. 2.2. Основные этапы процессно-целевого описания компании

Следовательно **полная бизнес-модель компании** – это совокупность функционально ориентированных информационных моделей, обеспечивающая взаимосвязанные ответы на следующие вопросы: "зачем" - "что" - "где" - "кто" - "сколько" - "как" - "когда" - "кому" (рис. 2.3).

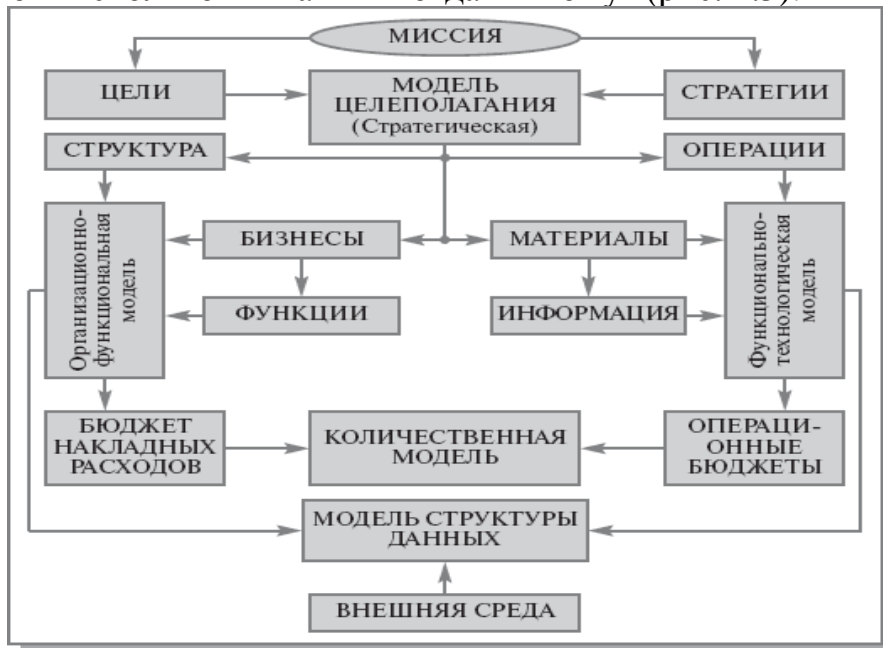


Рис. 2.3. Полная бизнес-модель компании

Таким образом, организационный анализ предполагает построение комплекса взаимосвязанных информационных моделей компании, который включает:

- **Стратегическую модель целеполагания** (отвечает на вопросы: зачем компания занимается именно этим бизнесом, почему предполагает быть конкурентоспособной, какие цели и стратегии для этого необходимо реализовать);
- **Организационно-функциональную модель** (отвечает на вопрос кто-что делает в компании и кто за что отвечает);
- **Функционально-технологическую модель** (отвечает на вопрос что-как реализуется в компании);
- **Процессно-ролевою модель** (отвечает на вопрос кто-что-как-кому);
- **Количественную модель** (отвечает на вопрос сколько необходимо ресурсов);
- **Модель структуры данных** (отвечает на вопрос в каком виде описываются регламенты компании и объекты внешнего окружения).

Представленная совокупность моделей обеспечивает необходимую полноту и точность описания компании и позволяет выработать понятные требования к проектируемой информационной системе.

2.2. Шаблоны организационного бизнес-моделирования

Технология организационного бизнес-моделирования предполагает использование типовых шаблонных техник описания компании.

Шаблон разработки миссии

Как было сказано выше, любая компания с ее микро- и макроокружением представляет собой иерархию вложенных друг в друга открытых, субъектно-ориентированных систем. Компания, с одной стороны, является частью рынка, а с другой отстаивает в конкурентной борьбе собственные интересы. **Миссия** представляет собой результат позиционирования компании среди других участников рынка. Поэтому *миссию компании* нельзя описывать путем анализа ее внутреннего устройства. Для построения модели взаимодействия компании с внешней средой (определение *миссии компании* на рынке) необходимо:

- идентифицировать рынок (надсистему), частью которого является компания;
- определить свойства (потребности) рынка;
- определить предназначение (*миссию*) компании, исходя из ее роли на рынке.

Кроме этого, *миссия*, как было сказано выше, это компромисс между потребностями рынка, с одной стороны, и возможностями и желанием компании удовлетворить эти интересы, с другой. Поиск компромисса может быть выполнен по шаблону, представленному на рис. 2.4.

При разработке модели *миссии компании* рекомендуется:

Описать базис конкурентоспособности компании - совокупность характеристик компании как социально-экономической системы. Например:

- для объекта – уникальность освоенных технологий и исключительность имеющихся в компании ресурсов (финансовых, материальных, информационных и др.)
 - для субъекта – знания и умения персонала и опыт менеджеров.
- Это определяет уникальность ресурсов и навыков компании и формирует позицию "могу".

		надо			
		рыночная конъюнктура	внешняя среда		
			Политика	Экономика	Социал. сфера	Технология
объект	Уникальность технологий				
	Исключительность ресурсов				
	Знания и умения				
хочу					
	Ценности и ожидания				

МИССИЯ

Рис. 2.4. Шаблон разработки миссии (матрица проекций)

Выяснить конъюнктуру рынка, т.е. определить наличие платежеспособного спроса на предлагаемые товары или услуги и степень удовлетворения рынка конкурентами. Это позволяет понять потребности рынка и сформировать позицию "надо".

Выявить наличие способствующих и противодействующих факторов для выбранного вида деятельности со стороны государственных институтов в области политики и экономики.

Оценить перспективу развития технологии в выбранной сфере деятельности.

Оценить возможную поддержку или противодействие общественных организаций.

Сопоставить результаты вышеперечисленных действий с учетом правовых, моральных, этических и др. ограничений со стороны персонала и сформировать позицию "хочу".

Оценить уровень возможных затрат и доходов.

Оценить возможность достижения приемлемого для всех сторон компромисса и сформулировать *Миссию компании* в соответствии с шаблоном, приведенным на рис. 2.5.

Миссия в широком понимании представляет собой основную деловую концепцию компании, изложенную в виде восьми положений, определяющих взаимоотношения компании с другими субъектами:

- что получит Заказчик в части удовлетворения своих потребностей;
- кто, для чего и как может выступать в качестве партнера компании;

- на какой основе предполагается строить отношения с конкурентами (какова, в частности, готовность пойти на временные компромиссы);
- что получит собственник и акционеры от бизнеса;
- что получают от бизнеса компании менеджеры;
- что получит от компании персонал;
- в чем может заключаться сотрудничество с общественными организациями;
- как будут строиться отношения компании с государством (в частности, возможное участие в поддержке государственных программ).



Рис. 2.5. Шаблон разработки миссии

Шаблон формирования бизнесов

В соответствии с разработанной *Миссией компании* определяются социально значимые потребности, на удовлетворение которых направлен бизнес компании.

Разработка *бизнес-потенциала компании* может быть выполнена по Шаблону формирования бизнесов, представленному на рис. 2.6.



Рис. 2.6. Шаблон формирования бизнесов

В результате формируются базовый рынок и базовый продукт, детализация которых определяет предложения компании глазами покупателей (товарные группы) и однородные по отношению к продуктам компании группы покупателей (сегменты рынка). С помощью матричной проекции (рис. 2.7) устанавливается соответствие между сформированными товарными группами и сегментами рынка и определяется список бизнесов компании (на пересечении строк и столбцов находятся бизнесы компании).

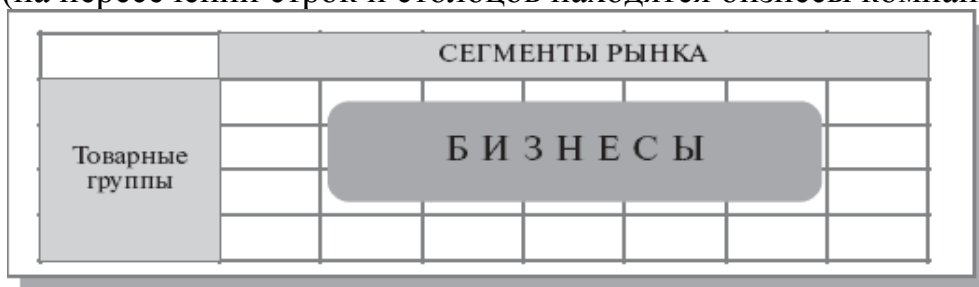


Рис. 2.7. Шаблон формирования бизнесов (матрица проекций)

Шаблон формирования функционала компании (основных бизнес-функций)

На основании списка бизнесов, с помощью матричной проекции (рис. 2.8) формируется классификатор бизнес-функций компании.



Рис. 2.8. Шаблон формирования основных бизнес-функций

Для формирования основных функций менеджмента компании сначала разрабатываются и утверждаются два базовых классификатора – "Компоненты менеджмента" (перечень используемых на предприятии инструментов/контуров управления) и "Этапы управленческого цикла" (технологическая цепочка операций, последовательно реализуемых менеджерами при организации работ в любом контуре управления). Далее аналогично, с помощью *матрицы проекций*, формируется список основных функций менеджмента. На рис. 2.9 приведены примеры классификаторов, на основании которых построена матрица – генератор основных функций менеджмента.

Представленные матричные проекции (рис. 2.8, рис. 2.9) позволяют формировать функции любой степени детализации путем более подробного описания как строк, так и столбцов матрицы.

Шаблон формирования зон ответственности за функционал компании
 Формирование зон ответственности за функционал компании выполняется с помощью матрицы организационных проекций (рис. 2.10).

Матрица организационных проекций представляет собой таблицу, в строках которой расположен список исполнительных звеньев, в столбцах – список функций, выполняемых в компании. Для каждой функции определяется исполнительное звено, отвечающее за эту функцию.

Этапы управленческого цикла	Компоненты менеджмента						
	Структуры	Логистика	Финансы	Экономика	Учет	Маркетинг	Персонал
Сбор информации							
Выработка решений							
Реализация							
Учет							
Контроль							
Анализ							
Регулирование							

ФУНКЦИИ МЕНЕДЖМЕНТА (основные)

Рис. 2.9. Шаблон формирования основных функций менеджмента

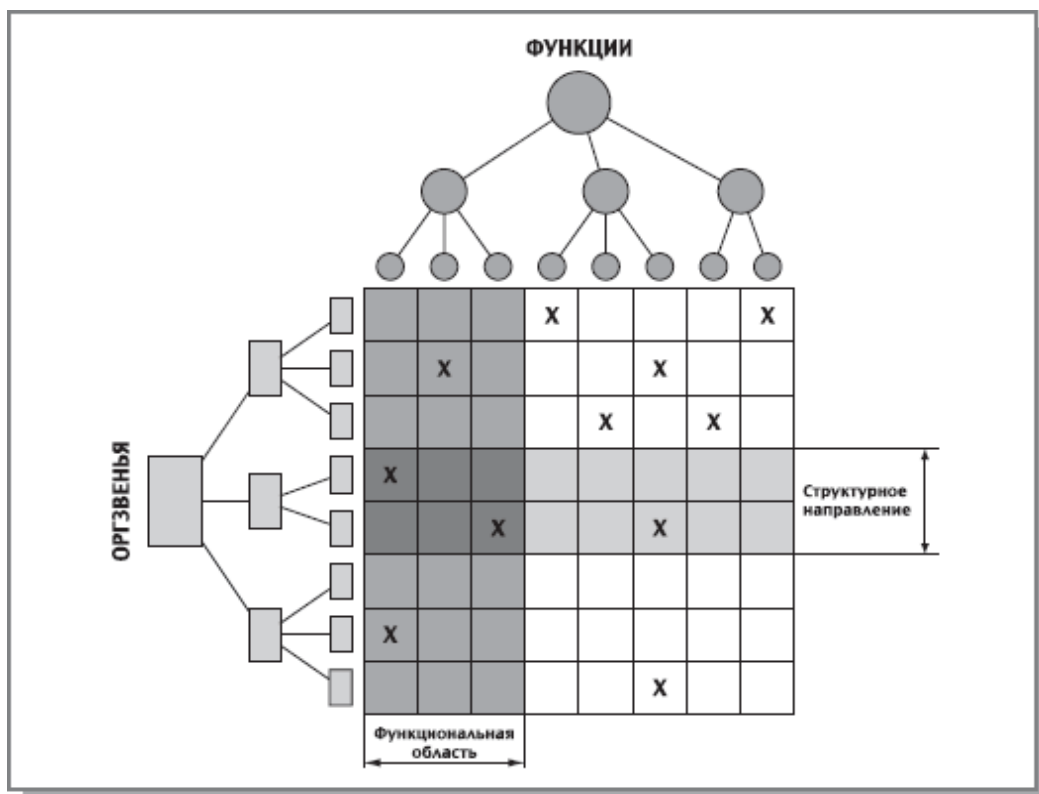


Рис. 2.10. Шаблон распределения функций по организационным звеньям

Заполнение такой таблицы позволяет по каждой функции найти исполняющие ее подразделения или сотрудника. Анализ заполненной табли-

цы позволяет увидеть "пробелы" как в исполнении функций, так и в загруженности сотрудников, а также рационально перераспределить все задачи между исполнителями и закрепить как систему в документе "Положение об организационной структуре".

Положение об организационной структуре – это **внутрифирменный документ, фиксирующий: продукты и услуги компании, функции, выполняемые в компании, исполнительные звенья, реализующие функции, распределение функций по звеньям.**

Таблица проекций функций на исполнительные звенья может иметь весьма большую размерность. В средних компаниях это, например, 500 единиц – 20 звеньев на 25 функций. В больших компаниях это может быть 5 000 единиц – 50 звеньев на 100 функций.

Аналогично строится *матрица коммерческой ответственности.*

Шаблон потокового процессного описания

Шаблон потокового процессного описания приведен на рис. 2.11. Такое описание дает представление о процессе последовательного преобразования ресурсов в продукты усилиями различных исполнителей на основании соответствующих регламентов.

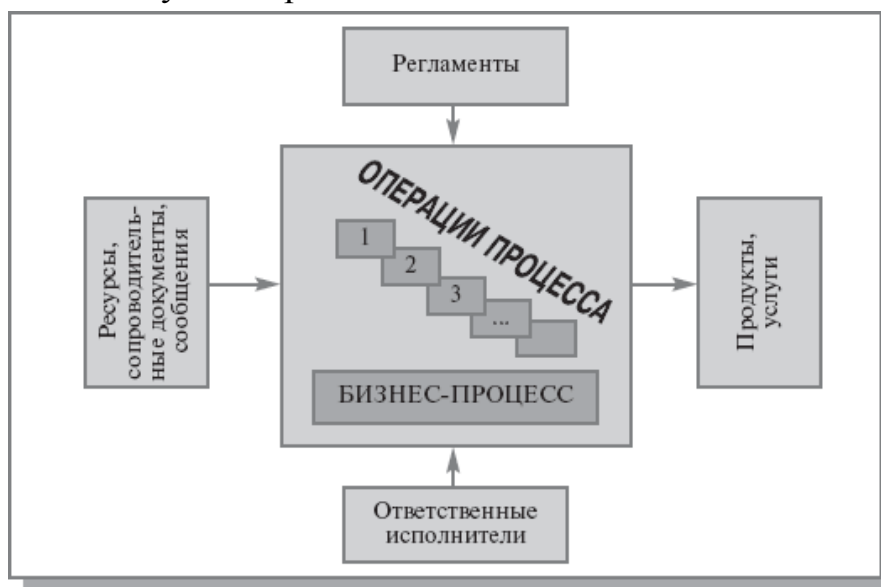


Рис. 2.11. Потоквая процессная модель

2.3. Построения организационно-функциональной модели компании

Организационно-функциональная модель компании строится на основе функциональной схемы деятельности компании рис. 2.12.

На основании *миссии* формируются цели и стратегии компании. С их помощью определяется необходимый набор продуктов и, как следствие – требуемые ресурсы. Воспроизводство продукции происходит за счет переработки ресурсов в основном производственном цикле. Его компоненты формируют необходимые бизнес-функции для поставки ресурсов, производства продуктов и их распределения в места реализации. Для управления указанным процессом воспроизводства формируется совокупность компо-

ментов менеджмента, которая порождает набор функций управления. Для поддержания процессов воспроизводства и управления формируются наборы соответствующих функций обеспечения (охраны, технического оснащения, профилактики и ремонта и пр.). Такой подход позволяет описать предприятие с помощью универсального множества управленческих регистров (цели, стратегии, продукты, функции, организационные звенья и пр.). Управленческие регистры представляют собой иерархические классификаторы. Объединяя классификаторы в функциональные группы и закрепляя между собой элементы различных классификаторов с помощью матричных проекций, можно получить модель организационной структуры компании.

Для построения организационно-функциональной модели используется всего два типа элементарных моделей.

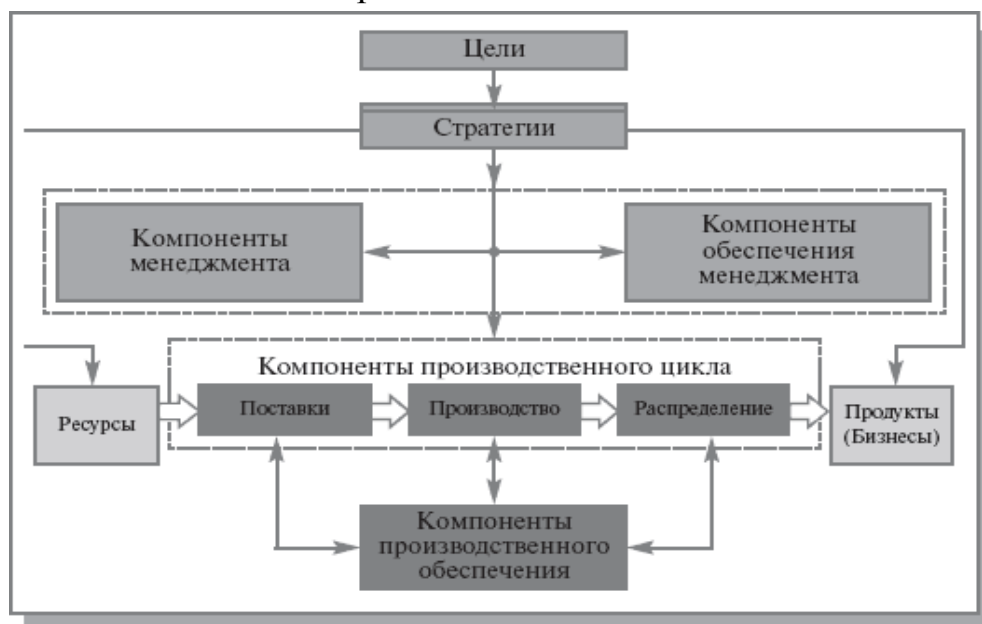


Рис. 2.12. Функциональная схема компании

Древовидные модели (классификаторы) – точные иерархические списки выделенных объектов управления (организационных звеньев, функций, ресурсов, в том числе исполнительных механизмов для бизнес-процессов, документов и их структуры, и т.п.). Каждый элемент классификатора может быть дополнительно охарактеризован рядом атрибутов: тип, шкала, комментарий и т.п. Фактически, классификаторы представляют собой набор управленческих регистров, содержащих, в основном, неколичественную информацию, совокупность которых задает систему координат для описания деятельности компании. Количество таких списков-классификаторов определяется целью построения модели.

Матричные модели – это проекции, задающие систему отношений между классификаторами в любой их комбинации. Связи могут иметь дополнительные атрибуты (направление, название, индекс, шкала и вес).

В начальной модели применяется всего несколько классификаторов предметной области:

- основные группы продуктов и услуг компании;
- ресурсы, потребляемые компанией в ходе своей деятельности;

- функции (процессы), поддерживаемые в компании;
- организационные звенья компании.

В классификаторе функций обычно выделяют три базовых раздела:

- основные функции – непосредственно связанные с процессом преобразования внешних ресурсов в продукцию и услуги предприятия;
- функции менеджмента – или функции управления предприятием;
- функции обеспечения – поддерживающие производственную, коммерческую и управленческую деятельность.

Главной функцией компании является предоставление продуктов и услуг, поэтому сначала производится формальное описание, согласование и утверждение руководством предприятия перечня его бизнесов (направлений коммерческой деятельности), продукции и услуг. Из этого классификатора внешним контрагентам должно быть понятно, чем предприятие интересно рынку, а для внутренних целей – для чего нужен тот или иной *функционал компании*.

В результате этих операций производится идентификация *функционала* и создается единая терминология описания функций предприятия, которая должна быть согласована всеми ведущими менеджерами. При составлении классификатора оргзвеньев важно, чтобы уровень детализации функций соответствовал уровню детализации звеньев. После формирования всех базовых классификаторов с помощью матричных проекций производится их закрепление за оргзвеньями предприятия:

Процесс формирования *матрицы проекций* функций на оргзвенья на практике напоминает игру в крестики-нолики (рис. 2.10).

По строчкам таблицы указываются подразделения, по столбцам – функции, составляющие содержание процесса управления или бизнес-процесса в данной компании. На пересечениях функций и подразделений, которые ответственны за выполнение функции, ставится крестик. Для проекций большой размерности используется механизм расстановки связей между двумя классификаторами, представленных списками.

Стандартная практика построения моделей организационно-функциональной структуры компаний поддерживает два уровня детализации:

- агрегированную модель;
- детализированную модель.

Агрегированная модель – модель организационной структуры, учетные регистры которой имеют ограничение по степени детализации до 2-3 уровней.

Целью построения данной модели является предоставление информации об организационной структуре высшим руководителям компании для проведения стратегического анализа, анализа соответствия данной структуры стратегии и внешнему окружению компании. Модель может также предоставляться внешним пользователям (например, потенциальным инвесторам как иллюстрация к бизнес-плану, крупным клиентам и др.).

Детализированная модель – модель организационной структуры, детализация учетных регистров которой производится на более глубоких

уровнях, чем в агрегированной модели. Степень детализации в модели обусловлена конкретными потребностями компании (создание определенных организационных регламентов).

Целью построения данной модели является предоставление информации о распределении функциональных обязанностей между подразделениями компании, а также об организации бизнес-процессов в компании. Построение детализированной модели позволяет создавать различные внутрифирменные регламенты: Положения об организационной структуре рис. 2.13.



Рис. 2.13. *Схема создания Положения об организационно-функциональной структуре компании*

2.4. Инструментальные средства организационного моделирования

Применение современных технологий для организационного моделирования позволяет значительно ускорить организационное проектирование. В начале 1990-х годов на Западе появились первые программы для решения задач, связанных с организационными проблемами управления предприятием. Orgware – новый класс программ – был ориентирован на решение задач систематизации, хранения и обработки "неколичественной" информации об организации бизнеса, которые раньше не имели адекватной компьютерной поддержки.

Первый российский продукт – БИГ-Мастер – был создан как компьютерный инструмент для поддержки определенной концепции управления предприятием, получившей название регулярного менеджмента. Главной задачей orgware был переход к строго документированным процедурам и регламентам деятельности. В основу компьютерной парадигмы регулярного менеджмента был положен следующий подход: "Надо создавать не систему взаимосвязанных документов, а систему взаимосвязанных информационных моделей предприятия, которые и будут порождать требуемые документы".

Концептуальной основой БИГ-Мастера стал современный процессный подход к организации деятельности компании. На верхнем уровне система процессов обычно описывается деревом функций – для его обозначения часто используется термин *функционал*. Функции здесь рассматриваются в качестве "свернутых" процессов. Все процессы-функции, как минимум, должны быть определены (т.е. идентифицированы как вид деятельности, имеющий некую цель и результаты) и классифицированы по видам (основные, обеспечивающие, процессы управления). Также должны быть распределены ответственность и полномочия для управления процессами на регулярной основе. На этом уровне для описания компании в БИГ-Мастере применяются два типа моделей: *древовидные модели (классификаторы)* и *матричные модели (проекция)*.

На нижнем уровне выделенные ("ключевые") процессы могут быть описаны как технологическая последовательность операций (для получения требуемых результатов). Для этого применяются *потокосые модели* бизнес-процессов, назначение которых – описание горизонтальных отношений в организации, связывающих между собой описанные ранее объекты посредством информационных и материальных потоков. Для структурного анализа и проектирования процессов, описываемых *потокосыми моделями*, БИГ-Мастер поддерживает методологию SADT (IDEF). Наличие механизма матричных проекций позволяет определить и описать процессы компании как целостную взаимосвязанную систему.

За счет иерархической структуры классификаторов бизнес-модель одновременно содержит отношения "функция-исполнитель" всех степеней детализации, что позволяет с помощью встроенного генератора отчетов настраивать "разрешение" взгляда на компанию применительно к конкретной управленческой задаче. Система проекций позволяет отразить в отчете любые дополнительные свойства, относящиеся к данному объекту (например, квалификационные требования для персонала, задействованного в процессе). Кроме того, взгляд на компанию может быть связан с любой "координатой отчета" – например, от документа или сотрудника – в каких процессах и как они участвуют и т.п.

Классификаторы, проекции и *потокосые модели* бизнес-процессов поддерживаются различными способами их визуализации. Для классификаторов – в виде списков и деревьев (орграфов), для проекции – в виде связанных списков и транспонируемых матриц, а для *потокосых моделей* бизнес-процессов – в виде диаграмм IDEF0 (IDEF3) и текстового описания, что облегчает понимание задач участниками процессов. При этом конструирование самих *потокосых моделей* происходит в привычных табличных формах.

В модели возможно формирование неограниченного количества новых классификаторов, проекций и *потокосых моделей*, а, следовательно, отчетов и документов для описания и, что особенно важно, создания регламентов деятельности компании.

Наличие в БИГ-Мастере нескольких инструментов моделирования является чрезвычайно полезным. *Матричные модели* поддерживают вертикальную интеграцию – подробное системно-целевое описание компании, выстроенное по иерархии управления и исполняемым функциям. В процессной модели преобладает функционально-технологический подход – горизонтальная интеграция бизнес-операций по процедурам. Все вышеперечисленные возможности БИГ-Мастера делают его удобным инструментальным средством организационного моделирования.

ГЛАВА 3. АДАПТАЦИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТАРИЯ УПРАВЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

3.1. Адаптация методов экспертного анализа к задачам управления экономическими системами

Процессы, происходящие в экономических системах, характеризуются высокой динамичностью и, что особенно существенно, субъективностью. Это обстоятельство значительно усложняет процедуры формализации, выявление и использование в практических целях закономерностей развития данных объектов. В связи с этим, наиболее адекватным аппаратом анализа такого рода систем является когнитивный анализ, опирающийся на широкое использование экспертных процедур.

По форме представления различают количественные и качественные данные. Получаемая с помощью экспертов информация, как правило, является лингвистической. Например, «хороший»-«плохой» (инвестиционный климат), «высокие»-«низкие» (доходы населения). Поскольку для дальнейшей обработки пригодны лишь числовые данные, требуется формализация качественной информации. Методам перевода качественной информации в количественную уделяется достаточно много внимания в рамках теории нечетких множеств.

Для анализа адекватности этих методов рассмотрим подробнее некоторые из них.

Пусть лингвистическая переменная принимает для экспертов n значений (например, переменная «доходы населения» принимает значения «высокие», «средние», «низкие»). Экспертам, общее количество которых равно N , предложено дать относительную численную оценку указанным значениям лингвистической переменной. В результате выполнения данной процедуры будем иметь матрицу размера $n \times N$ (таблица 3.1). Разброс данных таблицы, проявляемый в обоих ее измерениях, определяется несколькими причинами.

1. Эксперты могут одинаково оценивать исследуемую переменную, но использовать различный масштаб единиц. В таком случае проводится масштабирование по формуле

$$a_{ik}^n = \frac{a_{ik} - a_{\min k}}{a_{\max k} - a_{\min k}} \quad (3.1)$$

где a_{ik}^n – новое (масштабированное) значение оценки i -ого понятия k -м экспертом, $a_{\max k}$, $a_{\min k}$ – максимальное и минимальное значения использованных k -м экспертом оценок.

Таблица 3.1 - Результаты экспертного опроса (таблица экспертных оценок)

Значения лингвистической переменной	Эксперт 1	Эксперт 2	Эксперт 3	...	Эксперт N
Понятие 1	a_{11}	a_{12}	a_{13}	...	a_{1N}
Понятие 2	a_{21}	a_{22}	a_{23}	...	a_{2N}
Понятие 3	a_{31}	a_{32}	a_{33}	...	a_{3N}
...
Понятие n	a_{n1}	a_{n2}	a_{n3}	...	a_{nN}

2. Мнения экспертов относительно значения одной и той же величины могут различаться за счет их различной информированности, субъективного понимания исследуемого процесса (масштабы различных экспертов одинаковы). В этом случае для выявления объективной оценки переменной достаточно усреднить соответствующие ему значения, полученные от всех экспертов:

$$\bar{\alpha}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \alpha_{ji} \quad (3.2)$$

Перечисленные выше причины могут действовать совместно, то есть когда разброс является следствием одновременно и использования экспертами разных масштабов, и различного понимания исследуемого процесса. В этом случае предлагается использовать следующий метод. Определяем взвешенные средние оценки каждого понятия лингвистической переменной

$$\bar{y}_i(x_1, x_2, \dots, x_N) = \frac{\sum_{j=1}^N x_j a_{ij}}{\sum_{j=1}^N x_j}, \quad i=1,2,\dots,n, \quad (3.3)$$

где x_j – коэффициент масштабирования j -го эксперта (заранее неизвестный). Для определения x_j необходима дополнительная информация. Рассмотрим использование двух видов такой информации. В первом случае можно предложить экспертам, наряду с оцениваемыми понятиями, проверочное, ненулевая оценка которого известна. В качестве x_j в этом случае используются оценки, данные экспертами для проверочного понятия.

Во втором случае дополнительная информация представляется в виде предположений, основанных на знании сущности исследуемых явлений. Масштабирующие коэффициенты x_j можно получить минимизацией функционала следующего вида

$$J = \sum_{i=1}^n \left(\gamma_i \sum_{j=1}^N |x_j a_{ij} - \bar{y}_i(x_1, x_2, \dots, x_N)|^p \right) \rightarrow \min,$$

где γ_i – весовые коэффициенты, зависящие от предполагаемых разбросов в оценках экспертами различных понятий лингвистической переменной; p – показатель, определяющий способ измерения расстояний между значениями лингвистической переменной и зависящий от согласованности мнений экспертов.

С целью исключения тривиального решения $x_j = 0, j=1,2,\dots,N$ прием значение масштабировочного коэффициента какого-либо эксперта, например первого, за единицу, то есть $x_1 = 1$. Тогда задача сводится к приведению (в смысле критерия (3.3)) данных всех остальных экспертов к масштабу выбранного (в нашем случае - первого).

Определение значений приведенных выше коэффициентов требует введения новых внешних критериев.

Нахождение x_j сводится к вычислению частных производных (при $p = 2$)

$$\frac{\partial J}{\partial x_j} = 0, \quad j=1,2,\dots,N$$

и решению полученной системы уравнений. Подставляя полученные значения x_j в формулу (3.3), определим адекватные оценки понятий лингвистической переменной.

Однако последний способ неявно подразумевает постоянство относительных погрешностей, но эксперт может ошибаться не только во сколько-нибудь раз, но и на сколько. Между тем, для этого предположения нет достаточных оснований. Предлагается доработать эту процедуру следующим образом:

Определяем взвешенное среднее оценки каждого понятия лингвистической переменной

$$\bar{y}_i(x_1, x_2, \dots, x_N) = \frac{\sum_{j=1}^N (x_j a_{ij} + b_j)}{\sum_{j=1}^N x_j}, \quad i=1,2,\dots,n, \quad (3.4)$$

где x_j – коэффициент масштабирования j -ого эксперта, b_j – слагаемое, определяющее смещение мнения j -ого эксперта. Корректирующие коэффициенты x_j и b_j можно получить минимизацией функционала следующего вида

$$J = \sum_{i=1}^n (\gamma_i \sum_{j=1}^N |(x_j a_{ij} + b_j) - \bar{y}_i(x_1, x_2, \dots, x_N)|^p) \rightarrow \min. \quad (3.5)$$

Нахождение x_j и b_j сводится к вычислению системы уравнений

$$\begin{cases} \frac{\partial J}{\partial x_j} = 0 \\ \frac{\partial J}{\partial b_j} = 0 \\ j = 1, 2, \dots, n \end{cases}$$

при $p=2$ и численными методами в иных случаях. Подставляя полученные значения x_j и b_j в формулу (3.4), определим адекватные оценки понятий лингвистической переменной.

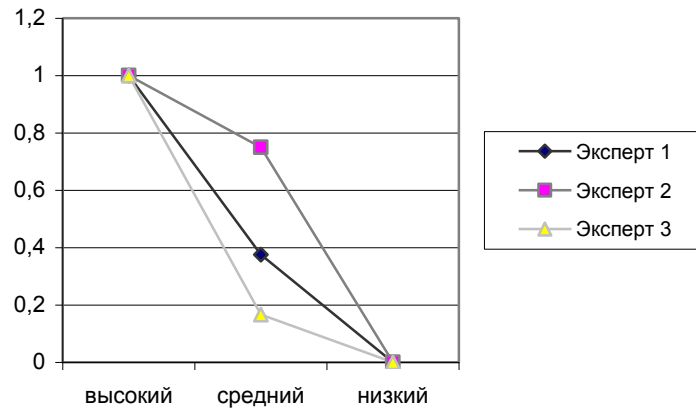
Проиллюстрируем применение данного метода на простом примере. Пусть оценивается значение лингвистической переменной «Уровень доходов населения». Тремя экспертами оценены три понятия: «высокий», «средний», «низкий» (таблица 3.2).

Таблица 3.2 - Пример оценки уровня доходов населения тремя экспертами

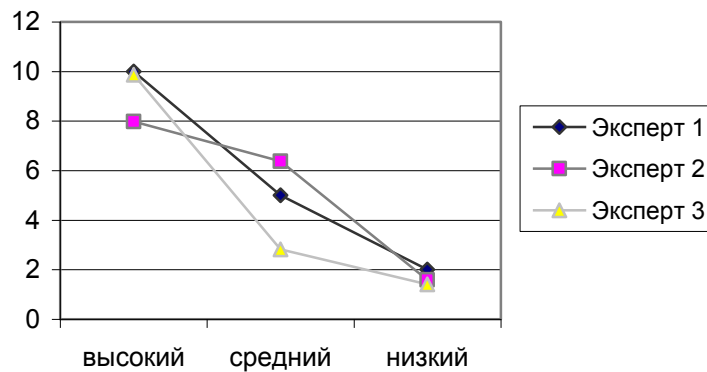
Уровень доходов населения	Эксперт 1	Эксперт 2	Эксперт 3
Высокий	10	5	7
Средний	5	4	2
Низкий	2	1	1

Будем полагать $\gamma_i \equiv 1$, $p = 2$. Численное решение (минимизация (7)) для указанных значений дает результат: $x_1 = 1$, $b_1 = 0$ (по принятому выше соглашению), $x_2 = 1.2258$, $b_2 = 1,5806$, $x_3 = 1.9999$, $b_3 = 0,0809$. Графическая иллюстрация применения операции масштабирования значений, вычисленных по формулам (3.4) и (3.5), приводится на рисунке 3.1.

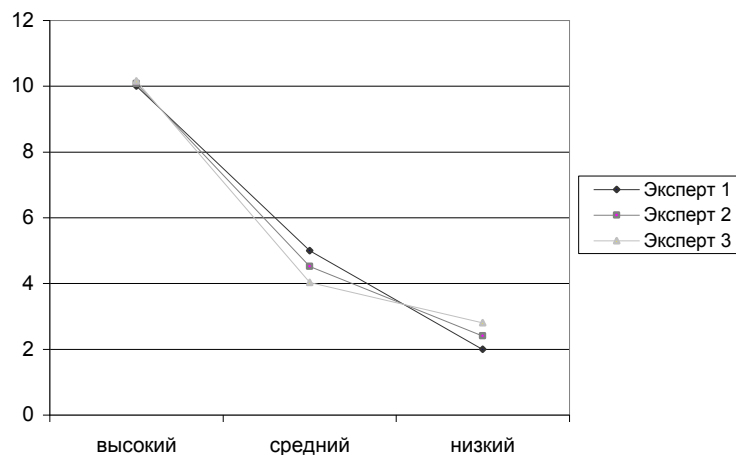
Рассмотренный метод может применяться независимо от способа получения экспертных оценок (непосредственным опросом, методом парных сравнений и т.д.).



а). Применение операции масштабирования



б). Применение метода, определяемого формулой (3.4)



в). Применение метода, определяемого формулой (3.5)

Рисунок 3.1. Проверка результатов согласования по различным алгоритмам

Разработка инструментария и методической основы формирования системы управления региональной экономикой с некоторыми целевыми свойствами опирается на формальное представление, отражающее качественные закономерности ее функционирования. Данное представление, учитывая указанные выше свойства рассматриваемого объекта исследования, достаточно сложно отразить некоторым набором точных, математически строгих зависимостей. В связи с этим, целесообразным является применение подхода, основанного на построении так называемых когнитивных графов.

Когнитивный граф представляет собой некоторую совокупность вершин (концептов), связанных дугами. Каждый из концептов отражает фактор, параметр, характеристику, определяющие состояние элементов системы «региональная экономическая система – подсистема управления». Уровень обобщения знаний, заключенных в совокупности используемых вершин графа определяется возможностью информационного обеспечения, компетентностью экспертов и требуемой степенью детализации подлежащих решению задач.

Связи между отдельными вершинами отражают наличие зависимости между соответствующими факторами, характеристиками. Необходимо отметить, что использование формального графового представления отражает не структуру региональной экономики или какой-либо ее подсистемы, но закономерности их функционирования и взаимодействия. Таким образом, когнитивный граф представляет собой некое абстрактное построение, основанное на агрегировании фрагментарных знаний, опыта и интуиции коллектива экспертов по отношению к субъективно воспринимаемым ими закономерностям развития региональной системы. В этом имеется некоторое отличие от традиционно используемых форм организации работы экспертных комиссий, сводящейся к согласованию между собой экспертных оценок.

В качестве одного из существенных свойств социально-экономических систем выделяют невозможность получения агрегированного, полного знания о ее состоянии. При проведении экспертных опросов это может отразиться в неполноте, фрагментарности результатов, полученных при работе с разными экспертами. Требование снижения субъективности

при принятии управленческих решений вызывает необходимость обобщения, согласования результатов экспертных опросов.

Указанная задача применительно к предмету исследования может рассматриваться в двух аспектах:

- согласование ранговых и иных оценок, полученных по одной и той же совокупности сравниваемых объектов от разных экспертов;
- согласование бинарных оценок (принимающих два возможных значения, например «да» или «нет») при варьировании состава рассматриваемых экспертами объектов.

Комплексное решение перечисленных подзадач расширяет возможности использования соответствующего инструментария на проблемную область данного учебного пособия (минимизация специально построенных функционалов, отражающих смысл решаемой задачи). Суть его состоит в следующем.

Предположим, что n экспертов высказали свое мнение о некоторой характеристике объектов, например, стабильности условий ведения бизнеса в различных регионах (таблица 3.3).

Таблица 3.3 - Примерный вид результатов оценки рангового распределения исследуемой характеристики различными экспертами

	Эксперт 1	Эксперт 2	...	Эксперт n
Объект 1	R_{11}	R_{12}	...	R_{1n}
Объект 2	R_{21}	R_{22}	...	R_{2n}
...
Объект m	R_{m1}	R_{m2}	...	R_{mn}

R_{ij} – интегральная оценка i -го объекта j -м экспертом (полученная, например, после применения формул (3.4)-(3.5)). Если эксперт не оценивал какой-либо объект, то R_{ij} присваивается некоторое априори определенное смысловое значение (например, ноль). Заметим, что в случае указания экспертом оценки лишь одного объекта, она теряет смысл, поскольку, несмотря на задание шкалы сравнения (пятибалльная система), не определены смысловые значения баллов.

Один из возможных подходов к решению задачи согласования может быть синтезирован по ассоциации с идеей интерполяции функций нелинейными сплайнами. Каждому информационному фрагменту, полученному от одного эксперта соответствует свой набор точек (рис. 3.2).

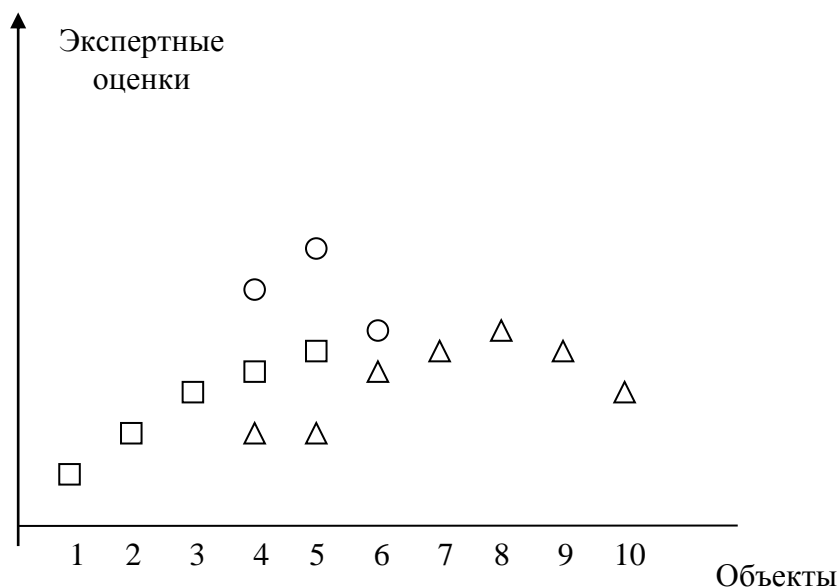


Рисунок 3.2. Иллюстрация способа согласования экспертных оценок при условии неполноты информации;

□, ○, △ – оценки первого, второго и третьего экспертов, соответственно

Соотношения между совокупностями однотипных точек определяют информационное наполнение результатов исследования. При этом, масштаб, в котором выражены данные оценки, может различаться для разных экспертов в силу неопределенности экономического (и иного, определяемого задачей) смысла отдельных значений шкалы. В самом деле, ситуация, наблюдаемая в некотором эталонном регионе, одним экспертом может быть оценена в 5 баллов, другим – 3 балла. Другой причиной расхождения экспертных оценок является сложность объектов, субъективность отражения ситуаций каждым из специалистов. В таком случае, как указывалось выше, получение более достоверных оценок возможно путем усреднения информации по всем экспертам. Аналогичные причины расхождения экспертных оценок указываются и в работе.

Смысл предлагаемого подхода состоит в решении задачи минимизации разброса в экспертных оценках при условии сохранения соотношений между точками одной группы. Этому требованию соответствует проведение процедуры линейного масштабирования.

Обозначим масштабирующие коэффициенты $\alpha_j, j=1,2,\dots,n$. Примем масштаб одного из экспертов за эталон. Без потери общности можем считать таковым масштаб, используемый первым экспертом $\alpha_1 = 1$. Учитывая особенности решаемой задачи, можно произвести более направленный выбор такого эксперта – по его компетентности, находящей отражение в представленной информации (например, количество сравниваемых объектов) или известной априори. Критерий минимизации представляет собой функционал следующего вида:

$$J = \sum_{i=1}^m \sum_{\substack{j=1, \\ R_{ij} \neq 0}}^n \sum_{\substack{k=j+1, \\ R_{ik} \neq 0}}^n \rho(\alpha_j R_{ij}, \alpha_k R_{ik}) \rightarrow \min, \quad (3.6)$$

где суммируются меры ρ , характеризующие попарный разброс оценок, полученных от разных экспертов, а вектор $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n)$ – искомые масштабирующие коэффициенты. В случае выбора в качестве ρ известных мер близости, процедура определения данных коэффициентов аналогична используемому в математической статистике аналитическим приемам (регрессионный анализ). В других случаях перспективным является применение численных методов.

Способом, обеспечивающим более точные оценки совокупности понятий (объектов), является метод парных сравнений. Известно, что эксперт, как и любой человек, лучше замечает разницу, если подлежащие оценке образцы предъявлять ему рядом (например, оттенки различных цветов краски), что составляет основу метода парных сравнений. В нашем случае таким способом может оцениваться влияние управляющих факторов на развитие региональной экономической системы. Классическая постановка данного метода описывается ниже. Эксперт составляет таблицу возможных, по его мнению, качественных соотношений между концептами и устанавливает им «цену» (табл. 3.4).

Очевидно, что набор смысловых отношений и их численная оценка могут меняться от задачи к задаче или принимать иные значения у других экспертов. Таблица 3.4 отражает опыт и интуицию конкретного эксперта. При составлении таблицы M по определению полагается $m_{ii} = 1$, так как объект сравнивается этим показателем сам с собой, и может быть установлено $m_{ji} = \frac{1}{m_{ij}}$. Действительно, если влияние некоторого фактора А в два раза больше влияния В, то, иными словами, «влияние фактора В в два раза меньше, чем А». Легко подсчитать, что число необходимых вопросов к эксперту для получения матрицы M составляет $\frac{n(n-1)}{2}$. Число градаций, возникающее в результате обработки данной таблицы равно j в $\frac{n(n-1)}{2}$ степени, где j – число смысловых отношений.

Таблица 3.4 - Шкала смысловых отношений

№	Смысловое отношение	Цена m_{ij}
1	S_i примерно соответствует значению S_j	1
2	S_i немного больше значения S_j	2
3	S_i больше значения S_j	4

Например, если шкала содержит 5 смысловых отношений (таблица 3.4) и оценивается десять объектов, то общее число различных вариантов равно 5^{50} .

Предположим, что в условиях последнего примера в результате опроса эксперта получена следующая матрица (таблица 3.5) парных сравнений M : на пересечении первой строки и третьего столбца $m_{13} = 4$. Это

значит, что эксперт оценил: «значение интенсивности влияния третьего фактора значительно больше аналогичной величины для 1-го». По диагонали таблицы проставлены 1, так как она отражает отношение элемента к себе. Нижняя часть таблицы взаимна верхней. Элемент j относится к элементу i в обратном отношении, чем i к j .

Для каждого столбца таблицы найдем относительные значения элементов столбцов, обозначив их $\mu_{ij}(x) = \frac{m_{ij}}{\sum_{i=1}^n m_{ij}}$

Таблица 3.5. Пример составления матрицы парных сравнений

Номера объектов	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1,00	0,25	4,00	1,00	0,25	0,50	0,50	0,50	1,00	0,50
2	4,00	1,00	4,00	1,00	4,00	0,50	0,50	0,25	1,00	2,00
3	0,25	0,25	1,00	0,50	0,50	0,25	0,25	0,50	0,25	0,25
4	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
5	4,00	0,25	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
6	2,00	2,00	4,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
7	2,00	2,00	4,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
8	2,00	4,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
9	1,00	1,00	4,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10	2,00	0,50	4,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

В результате расчетов получится следующая таблица 3.6 значений $\mu_{ij}(x), j = 1, n$ (в нашем случае $n=10$).

Таблица 3.6 - Результат применения процедуры масштабирования

Номера объектов	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0.04	0.02	0.11	0.10	0.02	0.05	0.05	0.05	0.10	0.05
2	0.17	0.08	0.11	0.10	0.31	0.05	0.05	0.03	0.10	0.19
3	0.01	0.02	0.03	0.05	0.04	0.03	0.03	0.05	0.02	0.02
4	0.04	0.08	0.06	0.10	0.08	0.11	0.11	0.11	0.10	0.09
5	0.17	0.02	0.06	0.10	0.08	0.11	0.11	0.11	0.10	0.09
6	0.09	0.15	0.11	0.10	0.08	0.11	0.11	0.11	0.10	0.09
7	0.09	0.15	0.11	0.10	0.08	0.11	0.11	0.11	0.10	0.09
8	0.09	0.30	0.06	0.10	0.08	0.11	0.11	0.11	0.10	0.09
9	0.04	0.08	0.11	0.10	0.08	0.11	0.11	0.11	0.10	0.09
10	0.09	0.04	0.11	0.10	0.08	0.11	0.11	0.11	0.10	0.09

Каждый столбец таблицы характеризует степень отношения соответствующих объектов друг к другу, выраженную с различных точек зрения. От столбца к столбцу эти степени несколько отличаются друг от друга. Отличия указывают на ошибочные высказывания в экспертном опросе. Усреднив их значения можно получить более надежную характеристику степени отношения между собой данных объектов:

$$\bar{\mu}_i(x) = \{0.623, 1.295, 0.327, 0.969, 1.042, 1.145, 1.145, 1.239, 1.027, 1.032\}.$$

Полученное соотношение уже может считаться искомой функцией, заданной на множестве данных объектов. В ряде случаев (в рамках теории нечетких множеств) удобнее рассматривать относительную важность объектов. С этой целью следует все полученные значения $\bar{\mu}_i(x)$ разделить на 1.295 (максимальное значение). Окончательно получим

$$\bar{\mu}_i(x) = \{0.482, 1.000, 0.253, 0.749, 0.805, 0.884, 0.884, 0.957, 0.793, 0.797\}.$$

Преимущество данной процедуры в том, что нет необходимости привлекать большое количество экспертов. Вместе с тем, ошибки в высказываниях эксперта могут взаимно компенсироваться при усреднении.

Данные оценки представляют собой обобщенные величины, полученные на основании сравнения многих пар объектов, поэтому они являются более достоверными, чем результат сравнения отдельной пары. Причем, отклонение этого результата от $\mu_{ij}(x), j = 1, n$ косвенно свидетельствует о величине ошибки в мнении эксперта. Само отклонение может рассчитываться с использованием какой либо меры, в качестве которой можно применять известные формулы для вычисления расстояния. В настоящей работе предлагается применить меру таксиста:

$$\rho_{ij}(\mu_{ij}, \bar{\mu}_i) = |\mu_{ij} - \bar{\mu}_i|.$$

Заметим, что применение такого вида мер оправданно, поскольку входящие в формулу величины представлены в одном масштабе. В результате выполнения данного пункта получим таблицу следующего вида:

Таблица 3.7 - Расчет отклонений оценок экспертов

Номера объектов	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0.019	0.039	0.051	0.041	0.039	0.009	0.009	0.009	0.041	0.009
2	0.051	0.039	0.009	0.019	0.191	0.069	0.069	0.089	0.019	0.071
3	0.020	0.010	0.000	0.020	0.010	0.000	0.000	0.020	0.010	0.010
4	0.048	0.008	0.028	0.012	0.008	0.022	0.022	0.022	0.012	0.002
5	0.075	0.075	0.035	0.005	0.015	0.015	0.015	0.015	0.005	0.005
6	0.015	0.045	0.005	0.005	0.025	0.005	0.005	0.005	0.005	0.015
7	0.015	0.045	0.005	0.005	0.025	0.005	0.005	0.005	0.005	0.015
8	0.025	0.185	0.055	0.015	0.035	0.005	0.005	0.005	0.015	0.025
9	0.053	0.013	0.017	0.007	0.013	0.017	0.017	0.017	0.007	0.003
10	0.004	0.054	0.016	0.006	0.014	0.016	0.016	0.016	0.006	0.004

Полученные отклонения на самом деле являются следствием 2-х причин: 1) низкой информированности эксперта (экспертов) об объекте, 2) слишком грубой шкалой смысловых отношений.

Дальнейшее развитие данного метода предполагает полный отказ от шкалы смысловых отношений. В качестве оценок в матрицу парных сравнений будут проставляться величины, природа которых зависит от способа восприятия экспертом проявления свойств исследуемых объектов. В работе предлагается различать 2 способа определения данных величин: эксперт

может указывать «во сколько раз» один объект лучше (хуже) другого или же «на сколько» один объект выше (ниже) другого.

В первом случае легко заметить, что процедура обработки матрицы парных сравнений ничем не отличается от приведенной выше. Второй же случай требует более детального рассмотрения.

При оценке данного явления эксперту трудно опираться на абсолютные величины. Между тем, ему могут быть известны измеренные в некоторой шкале превышения одних объектов над другими. В таблице 3.8 приведены численные значения этих оценок (превышений)

По диагонали в этом случае проставлены нули, потому что объект равен самому себе, нижняя часть взаимна верхней $m_{ij} = -m_{ji}$

Таблица 3.8 - Оценка экспертами взаимных превышений объектов

Номера объектов	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	2	3	1	3	2	5	2	1	4
2	-2	0	2	4	1	3	1	5	3	4
3	-3	-2	0	2	4	4	1	2	3	3
4	-1	-4	-2	0	5	5	1	3	2	5
5	-3	-1	-4	-5	0	3	4	1	1	2
6	-2	-3	-4	-5	-3	0	3	2	3	2
7	-5	-1	-1	-1	-4	-3	0	1	5	3
8	-2	-5	-2	-3	-1	-2	-1	0	3	3
9	-1	-3	-3	-2	-1	-3	-5	-3	0	1
10	-4	-4	-3	-5	-2	-2	-3	-3	-1	0

Основная идея метода парных сравнений состоит в усреднении оценок, при котором компенсируются ошибки в высказываниях эксперта. Каждая i -я строка полученной таблицы характеризует превышения всех объектов над i -м. В отличие от описанного выше метода не требуется приводить оценки к одному масштабу, поскольку при усреднении это происходит автоматически.

Процедура усреднения является ключевой в методе парных сравнений, поэтому необходимо применять ее в соответствии с задачей. Например: применение среднего арифметического оправданно лишь в случаях, когда известно, что ошибка во мнениях эксперта аддитивна, имеет нулевое математическое ожидание и постоянную дисперсию. В случае же мультипликативной ошибки в качестве среднего необходимо брать среднее геометрическое: $\mu_{ij} = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n m_{ij}}$.

Различие в результатах обусловлено наличием в оценках эксперта ошибок. В случае их отсутствия результаты использования любых способов усреднения совпадают.

В случае необходимости получения от экспертов информации о структурных характеристиках ситуации (построении когнитивного графа) возможна еще одна причина возникновения неопределенности и, как следствие, разбросов в оценках. Сложность объекта исследования достаточно высока, поэтому эксперту трудно при установлении влияния одного из выделенных факторов на другой определить, непосредственное ли это влия-

ние или оно является результатом суперпозиции отдельных причинно-следственных связей. В данной работе предлагается процедура более точной идентификации характера зависимостей между концептами графа, а полученные результаты могут при этом иметь численные оценки, определяя, тем самым, большее число градаций интенсивности влияния.

Продемонстрируем сказанное на простом иллюстративном примере. Предположим, с помощью экспертов построен граф (рис. 3.3). Конфигурация связей может быть отражена в табличной форме (табл. 3.9). Условные обозначения: 0 – зависимости нет, либо она несущественна; 1(-1) – связь есть, причем при возрастании влияющего фактора зависимый концепт увеличивает (уменьшает) свое значение.

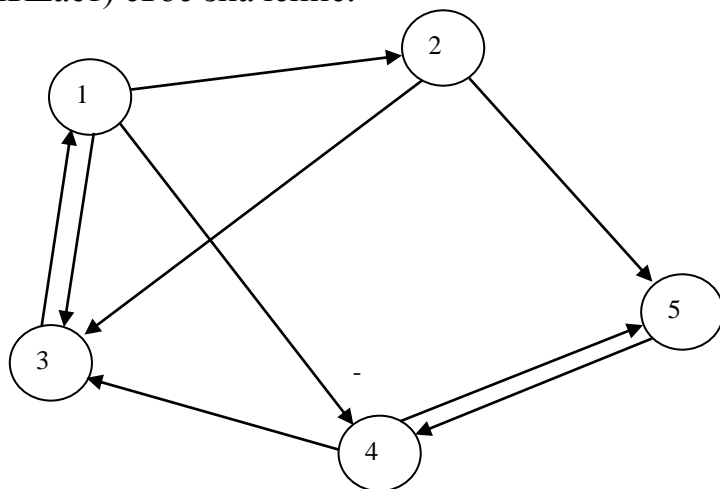


Рисунок 3.3. Иллюстрация вида когнитивного графа
Таблица 3.9 - Табличная форма представления графа

воздействующий \ зависимый	1	2	3	4	5
1	0	1	1	-1	0
2	0	0	-1	0	1
3	1	0	0	0	0
4	0	0	1	0	1
5	0	0	0	1	0

В приведенной таблице по строкам отражена интенсивность влияния соответствующего фактора (концепта) на остальные. Столбцы же характеризуют степень зависимости каждого из факторов от остальных.

Дальнейшая детализация интенсивности причинно-следственных связей возможна на основе уточнения количественных характеристик, указанных в таблице 3.9. Адекватным аппаратом для проведения данной операции является метод парных сравнений. В результате получим таблицу значений, характеризующих интенсивность влияния одних факторов на другие. В случаях использования коллектива экспертов согласование указанных оценок также может производиться на основе минимизации соответствующего задаче функционала, аналогичного (3.4)-(3.5).

Предположим, с помощью экспертов построен граф (рис. 3.4). Кон-

фигурация связей может быть отражена в табличной форме (табл. 3.10).

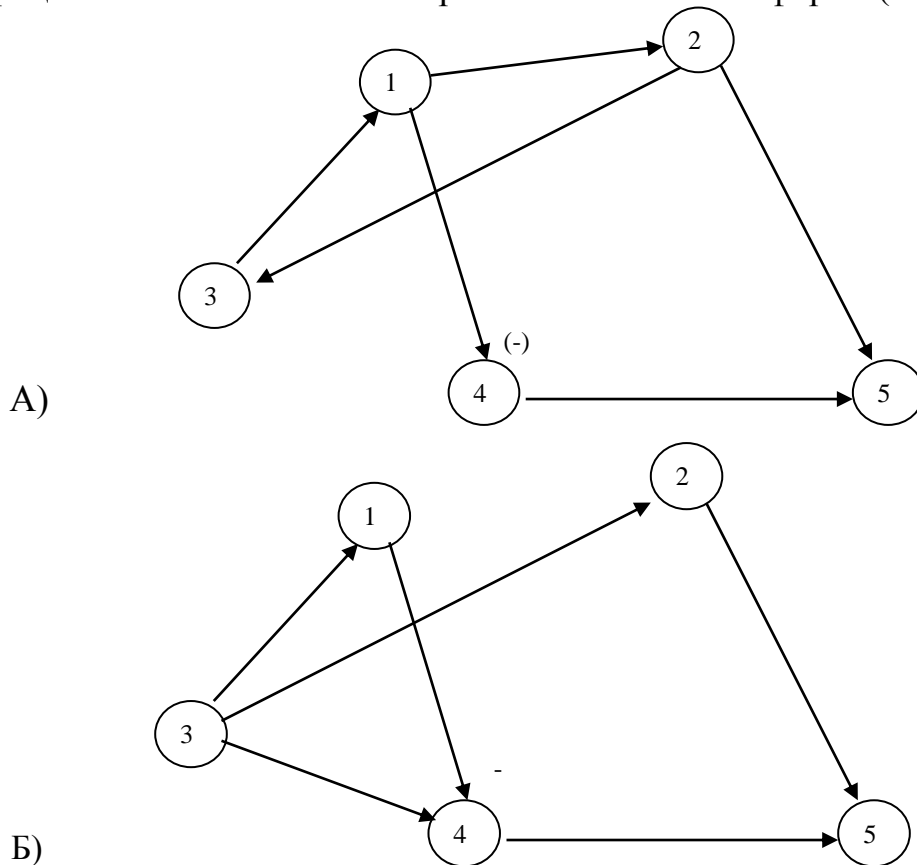


Рисунок 3.4. Иллюстрация вида когнитивного графа, полученного в результате опроса двух экспертов - А) и Б)

Рассмотрение приведенной таблицы по строкам отражает интенсивность влияния соответствующего фактора (концепта) на остальные. Столбцы же характеризуют степень зависимости каждого из факторов от остальных.

Обозначим элементы таблицы 3.10, соответственно, a_{ij} и b_{ij} , $i, j = 1, \dots, 5$ для первого и второго экспертов. Тогда согласованные оценки (x_{ij} , $i, j = 1, \dots, 5$) могут быть определены как средневзвешенная сумма частных значений:

$$x_{ij} = \frac{\alpha \cdot a_{ij} + \beta \cdot b_{ij}}{\alpha + \beta},$$

где α и β – уровни компетентности первого и второго экспертов, соответственно.

Таблица 3.10 - Табличная форма представления графа

Воздействующий фактор \ Зависимый фактор	1	2	3	4	5
	Первый эксперт				
1	0	1	0	-1	0
2	0	0	1	0	1
3	1	0	0	0	0
4	0	0	0	0	1
5	0	0	0	0	0

Второй эксперт					
1	0	0	0	1	0
2	0	0	0	0	1
3	1	1	0	1	0
4	0	0	0	0	1
5	0	0	0	0	0

Условные обозначения: 0 – зависимости нет, либо она несущественна; 1(-1) – связь есть, причем при возрастании влияющего фактора зависимый концепт увеличивает (уменьшает) свое значение.

В общем виде (для случая n экспертов)
$$x_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^n \alpha_k a_{ij}^{(k)}}{\sum_{k=1}^n \alpha_k} .$$

Данные характеристики могут быть оценены как самими участниками экспертного опроса, так и на основе независимых оценок, построенных, например, в соответствии с квалификацией, опытом работы в исследуемой области и другими качествами специалистов. Предположим, что в приводимом примере оценки компетентности экспертов равны, тогда результирующий граф будет определяться таблицей 3.11.

Полученные оценки после обобщения располагаются внутри непрерывного диапазона $[-1,1]$, конкретные их значения (направление – знак и модуль) имеют смысл интенсивности влияния одних концептов на другие.

Другим способом согласования частных когнитивных карт является прямое обобщение – объединение либо пересечение мнений всех экспертов. Характер обобщения определяется в данном случае жесткостью требований, предъявляемых к когнитивной модели условиями задач анализа и управления. В этом случае также возможны промежуточные варианты. Например, связь оставляется (считается существенной), если большинство либо заранее определенное количество экспертов указали на ее наличие.

Таблица 3.11 - Обобщенные оценки взаимосвязей вершин когнитивного графа

Зависимый фактор \ Воздействующий фактор	1	2	3	4	5
1	0	0,5	0	0	0
2	0	0	1	0	1
3	1	0,5	0	0,5	0
4	0	0	0	0	1
5	0	0	0	0	0

Когнитивный анализ предполагает формирование совокупности концептов – вершин графа, состав которых и определяет границы рассматриваемого объекта управления. Помимо этого, граф может включать при необходимости существенные характеристики внешней среды.

К преимуществам такого подхода можно отнести ясность для экспертов процедуры установления взаимосвязей, наглядность представления. Однако, включение в спектр концептов абстрактных понятий и характери-

стик лишает исследователей и практиков возможности установления соответствия между ними и реально существующими объектами – структурными элементами экономических систем.

В связи с этим, в данной работе предлагается использовать двухуровневые графовые модели, верхний уровень которых, по сути, представляет обычный когнитивный граф, нижний уровень (рис. 3.5) – фрагмент структуры региональной экономической системы, адекватно определяющей концепты и взаимосвязи верхнего уровня. Между данными уровнями также устанавливаются связи, которые, однако, определяют не взаимное влияние, а соответствия (показаны на рисунке пунктирными стрелками). Очевидно, одному и тому же концепту верхнего уровня может соответствовать несколько вершин нижнего и наоборот. Построение такого двухуровневого графа осуществляется на основе экспертной информации.

Алгоритм построения должен включать, таким образом, три основных этапа: синтез когнитивного графа, проводимый как независимый этап посредством экспертного опроса, формирование элементного состава экономической системы (возможно, даже не образующего некую структуру), соответствующей задаче, установление соответствия элементов между уровнями. В зависимости от условий решаемой задачи каждый из уровней модели в процессе установления указанных соответствий может потребовать своего расширения.

Полученная двухуровневая когнитивная модель предоставляет более широкие возможности анализа по сравнению с традиционно используемыми. Так, если нижний уровень образован элементами организационной структуры, то известные принципы их построения – единоначалие, отсутствие замкнутых циклов и другие - требуют своего учета и в предлагаемой двухуровневой модели, которая, таким образом, позволяет в явном виде обнаружить противоречивые взаимодействия в рассматриваемой системе, снижающие ее общую эффективность.

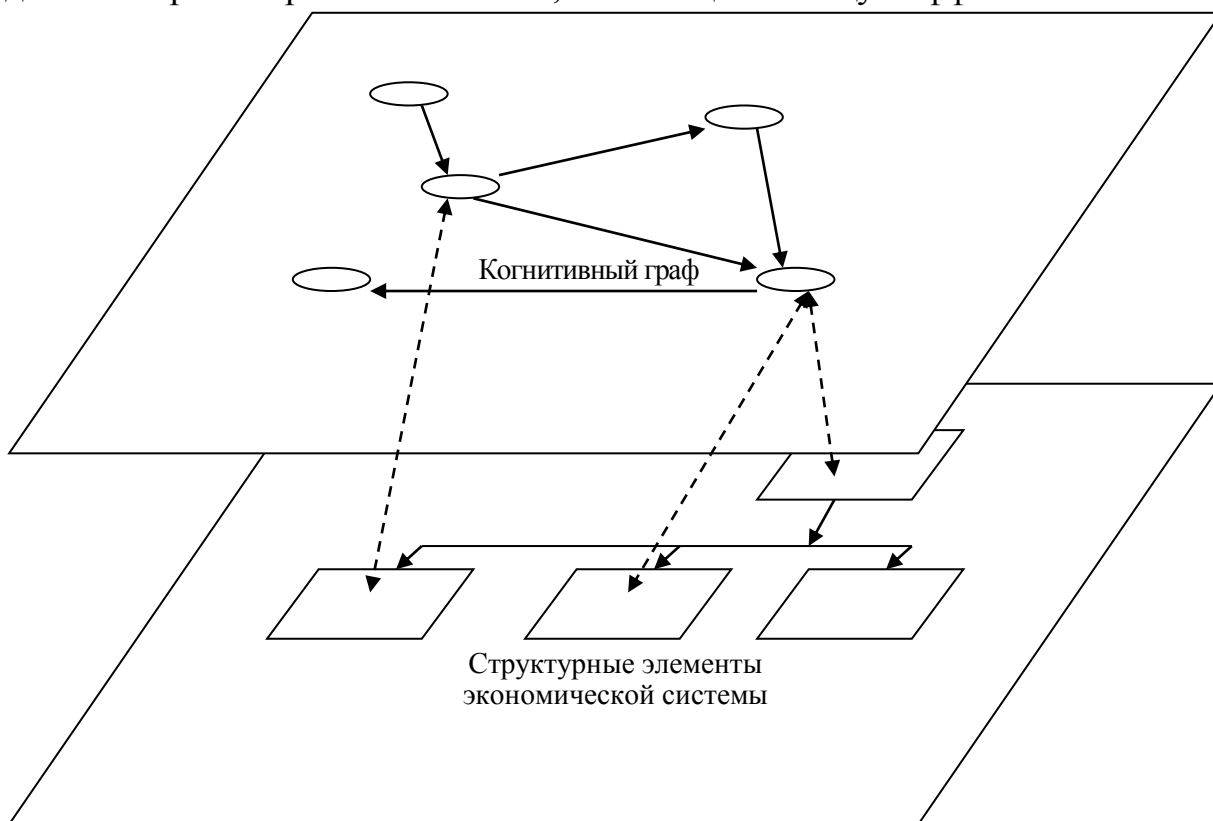


Рисунок 3.5. Иллюстрация вида двухуровневой когнитивной модели

Предлагаемая двухуровневая когнитивная модель представляет собой основу принятия управленческих решений и должна быть встроена в общую методическую схему процесса управления. Итерационный характер данной процедуры (принятия решений) еще более актуализируется в связи с необходимостью поэтапного уточнения совокупности вершин верхнего уровня модели и элементов ее нижнего уровня, определяющих границы объекта и системы управления. Указанная методика может иметь следующий обобщенный вид.

1. Определение целей развития исследуемого объекта. Данный этап может формулироваться как описание образа желаемого состояния системы, дополненного характеристиками целевого состояния, в процедурной форме (типа сценария), включающей набор описаний возможных условий внешней и внутренней среды и адекватные алгоритмы управления. Основными критериями, на основании которых определяется тип целеполагания, являются степень активности системы управления, уровень ее свободы. Предназначением данного этапа методики является конкретизация условий задачи управления региональной экономической системой, а также формирование основы для выделения объекта управления из среды.

2. Идентификация требований, предъявляемых к формализованному описанию процесса управления. Показатели качества построения модели могут иметь смысл критериев (если допускают возможность оценки). Примерами таких критериев являются точность модели, объемы необходимой исходной информации и др. По мнению А.Г. Ивахненко, число используемых критериев должно быть не меньше числа целей, для которых модель построена. Поскольку предлагаемая двухуровневая когнитивная модель выполняет подчиненную роль – служит способом оценки реалистичности, ресурсоемкости и последствий того или иного типа управления, правомерно распространить данный вывод на сам способ моделирования. Это будет означать, что для решения каждой конкретной задачи необходимо построение специализированной двухуровневой модели. На практике это может проявиться в виде повышения сложности и снижения универсальности технологии принятия решений. Унификация в данном случае становится возможной за счет расширения границ исследуемого объекта управления на каждом из двух рассматриваемых уровней. После этого конкретизация будет заключаться в выделении существенного для решаемой задачи подграфа на каждом из сформированных уровней и анализе существенности связей с внешней средой (обеспечение целостности объекта).

3. Формирование совокупности концептов верхнего уровня, отражающих специфику конкретной задачи. Учитывая открытость рассматриваемых социально-экономических систем и характер их функционирования в рыночных условиях, границы исследуемого объекта должны включать не только относящиеся к данному объекту характеристики, но и отражающие состояние внешней среды. Расширение границ исследуемого объекта может быть обусловлено и требованием универсализации графа, подразумевающего возможность его использования и в анализе других типов управленческих задач.

4. Построение моделей отношения элементов верхнего уровня когнитивной модели исследуемой проблемы. Данный этап в силу значитель-

ной размерности и информационной необеспеченности может выполняться с использованием опросов коллектива экспертов.

5. Построение нижнего уровня когнитивной модели, сегментация социально-экономической системы. Основная цель данной процедуры – выделение фактически существующих элементов самой рассматриваемой системы и рыночной среды, в которой она функционирует, проводимое с учетом полученной на верхнем уровне системы концептов. Поскольку практически невозможно обеспечить замкнутость данного уровня при любом масштабе его рассмотрения, под связностью понимается включение тех элементов и групп, которые оказывают непосредственное влияние на функционирование экономической системы. Методическую основу процедуры выделения фрагментов представляет экспертный анализ. При описанном подходе формирование нижнего уровня модели происходит одновременно с установлением соответствия между уровнями.

6. Дополнение нижнего уровня отображением взаимодействий между его вершинами, в результате чего модель учитывает управленческие, организационные, технологические, информационные и иные виды отношений между системными элементами.

7. Формирование системы предположений о возможных изменениях в поведении внешней среды, состоянии системы, управляющих воздействиях. Данный этап создает основу для разработки набора сценарных условий, их анализа с помощью когнитивного графа.

8. Анализ адекватности полученной когнитивной модели. Данный этап может проводиться как на основе действительно необходимой в соответствии с решаемой задачей системой тестовых процедур, так и на основе сопоставления фактических реакций на некоторые уже завершившиеся изменения с полученными в результате моделирования. Возможен и третий подход, суть которого состоит в анализе поведения исследуемой системы в некоторых предельных ситуациях. В случае несоответствия модели реальным процессам необходимо вернуться к пунктам 2-5 в зависимости от причины (слишком жесткие требования к когнитивной модели, недостаточно детальное отражение взаимодействий на одном из уровней графа).

9. Расчет вариантов управления и реакции на него исследуемого объекта. Выполнение данного этапа подразумевает использование полученного двухуровневого когнитивного графа в практических целях.

10. Выбор вариантов развития, в наибольшей степени соответствующих целевым ориентирам, определенным в пункте 1 методики. В случае неудовлетворительного соответствия необходимо вернуться к пункту 1. Причина - слишком жесткие требования, не адекватные возможностям изменения социально-экономической системы и/или потенциалу рассматриваемой управленческой системы.

3.2. Развитие методов исследования динамических характеристик региональных экономических систем

В современных условиях одной из наиболее актуальных проблем общественного развития является достижение состояния устойчивого динамического равновесия социо-экономико-экологической системы. Под

устойчивостью развития в данном случае понимается сбалансированное решение социальных и экономических задач с учетом сохранения благоприятной окружающей среды и природно-ресурсного потенциала в целях удовлетворения потребностей ныне живущего и будущих поколений людей. В обществе устойчивого развития численность населения и объем всей необходимой для его существования экономической инфраструктуры должны быть сбалансированы с экологической емкостью среды.

Устойчивость развития существенным образом зависит от способа функционирования его экономики, представляющей собой сферу, где происходят взаимодействия экономических субъектов в процессах воспроизводства. Воспроизводственные процессы в экономических системах - непрерывное повторение воссоздания ее элементов, отношений между ними и взаимодействий с внешней средой, при котором происходит возобновление в неизменных, расширенных или уменьшающихся масштабах системного продукта, носящее повторяющийся циклический характер. Такого рода системы получили название автопоэтических.

Свойство самовоспроизводства относится не только к экономическим процессам, но и к протекающим в производственно-технологической, социальной и экологической подсистемах. По сравнению с ними, экономическая компонента характеризуется возможностью интенсивного воздействия на другие подсистемы, поэтому предлагаемый в работе аппарат исследования динамических характеристик в контексте устойчивости функционирования излагается применительно к ней.

Уяснение сущности устойчивого развития социально-экономической системы требует уточнения самого понятия устойчивости. Анализ различных толкований данного термина позволяет выделить два основных альтернативных направления: 1) устойчивость – способность систем сопротивляться изменению своего состояния¹; 2) устойчивость - способность приспосабливаться к изменяющейся внешней среде. В первом случае под состоянием, как правило, понимаются структура и параметры – характеристики системы. Второе толкование предполагает большую вариабельность, допуская, что при этом лишь некоторые качественные характеристики экономической системы сохраняются (параметры, структура, выполняемые функции, цели и критерии качества функционирования).

Распространив это определение не только на состояния, но и на процессы, можно рассмотреть устойчивое развитие экономических систем. Применительно к эколого-экономическим взаимодействиям многие исследователи рассматривают устойчивое развитие как сбалансированное развитие общества и природы. Возможны и другие определения устойчивости, учитывающие разнообразные факторы роста и ограниченность ресурсов:

– обеспечение стабильного роста социоприродной системы, не нарушающего ее безопасность и приводящего к повышению качества жизни как настоящих, так и будущих поколений;

¹ Отчет по НИР МГТИ «Разработка теоретических основ устойчивого развития региона: эколого-экономические аспекты», Майкоп, 2003.

– не только выживание, но и позитивное функционирование цивилизации как в настоящем, так и в будущем;

– экономический рост, не приводящий к деградиционным изменениям природной среды;

– развитие, которое удовлетворяет ресурсно-энергетические потребности настоящего поколения, не подвергая риску способность будущих поколений удовлетворять аналогичные потребности.

Общим недостатком вышеприведенных определений является низкая конструктивность – невозможность точной оценки устойчивости текущего состояния социо-эколого-экономической системы, ее перспективных состояний.

Стратегия перспективного развития передовых стран Европы, закрепленная в международном рекомендательном документе "Повестка дня на 21-е столетие" (Рио-де-Жанейро, 1992 г.), предполагает разработку национальных стратегических планов устойчивого развития стран Европы, под которым понимается:

– улучшение качества жизни без выхода за границы способности самовосстановления природной экосистемы;

– комплекс программ, направленных на достижение устойчивого гармонического взаимодействия экологической, экономической и социальной подсистем;

– полифункциональное, междисциплинарное, научно обоснованное представление о достойной жизни человеческого общества и «умном» обращении с потенциальными границами антропогенного влияния: естественными (окружающая природа), социальными (организация, социум) и тайными (человеческая личность как индивид)²;

– приоритет здоровой окружающей среды перед политическими и экономическими рассуждениями;

– приоритет долгосрочного опережающего социального прогнозирования и программирования на основе коэволюции человека и природы. Складываются новые социальные институты, образующие "коллективный мозг" регионов и государств, способный предвосхитить будущее не менее чем на 50-100 лет³;

– такое органическое развитие мира, когда взаимозависимое развитие подсистем согласовывается с неминуемо различными целями каждой из них; гармоническое сочетание целей развития обеспечивает соразмерность жизни всего мира; предусмотрено преодоление катастроф антропогенного и естественного происхождения;

– «умное» и кардинальное, глобальное и локальное ограничение темпов роста социума во всех направлениях на основе использования правовых и экономических механизмов. Переход от концепций постоянного роста (экстенсивное развитие) к концепциям другого качества (интенсивное органическое развитие, универсальный эволюционизм, коэволюция природы и человека и др.);

² Е.Н. Князева, С.П. Курдюмов. Законы эволюции и самоорганизации сложных систем. М., Наука, 1994 – 236 с.

³ Орловский С.П. Стратегия устойчивого развития: понятие и практика. Днепропетровск, 1999.

– не новый тип аскетизма, а переход на новые принципы человеческого потребления, - благоговение перед жизнью во всех её проявлениях и достойная рационально-комфортная жизнедеятельность;

– быстрая "зеленая переориентация" в политике, экономике и общественном устройстве, без острого социального взрыва, на основании сплоченности населения перед общим врагом – экологической катастрофой национального и мирового масштабов;

– качественный переход к новому биотехническому информационному обществу всестороннего гармонического развития.

– равенство всех жителей земного шара при использовании национального и глобального экостранства (полный спектр удельных величин природных ресурсов на каждого человека), без вхождения в зоны режимов с обострением (бифуркационных катастроф);

– развитие с обязательной ренатурализацией природных ресурсов;

– переход от управления последствиями к управлению причинами возникновения глобальных и локальных экологических проблем;

– переход от налогов на труд и его результаты к налогам на природные ресурсы и рабочие места.

Можно также сформулировать идеологическую систему принципов экоустойчивого развития.

Принцип проявленного гуманизма. Не существует фундаментальных запретов для гуманного направления развития разума человека.

Принцип дефицита времени (крайней черты). У всего человечества сегодня нет времени, чтобы действовать методом проб и ошибок. Глобальную экологическую катастрофу для всей планеты современная прогностическая наука предсказывает на 2030-2050 гг.⁴

Принцип эгоцентризма. Только экологически допустимое является выгодным и практически приемлемым.

Принцип стабильности экосистемы. Стабильность природных круговоротов, природно-ресурсного потенциала, биологического разнообразия и т.п.

Принцип рационализации деятельности. Речь идет о направленном ресурсосбережении на всех уровнях общества и его деятельности. Активно внедряются малоотходные (отходов не более 8 %) и безотходные (отходов не более 2 %) наукоемкие технологии.

Принцип оптимизации потребностей. Потребности человека могут расти, но не за счет деградации окружающей природной среды. Качество жизни – это совокупность условий (экономических, социальных, социокультурных, природно-климатических и др.), удовлетворяющих современным требованиям и потребностям человека и соответствующим экологическим критериям.

Принцип равенства использования мировых ресурсов. Природные ресурсы даны человечеству в дар, не оно их создавало. Все люди планеты имеют равное естественно образованное право на её ресурсы⁵.

⁴ Повестка дня на 21-й век. М.: Социально-экологический союз, 1999 – 218 с.

⁵ Орловский С.П. Стратегия устойчивого развития: понятие и практика. Днепропетровск, 1999.

Принцип управляемости социоприродными системами. Экологическая катастрофа преодолима только в том случае, если все страны мира будут придерживаться общей стратегии экологически устойчивого развития. На основе общей мировой стратегии разрабатываются особенные национальные, региональные, муниципальные стратегии развития. Реализация данного принципа обеспечивает как глобальную, так и локальную безопасность и восстановление природной среды обитания человека.

Принцип преемственности развития. Ни одно из поколений не может прервать развития цивилизации на планете. Эстафета поколений обязательно проходит по линии передачи друг другу здоровой природной среды на всей планете.

Принцип историзма экологических катастроф. В современную эпоху произошло изменение характера причин, вызывающих экологические катастрофы. Это изменение ведет за собой увеличение масштабов возможной экологической катастрофы. Сегодня «складываются» различные линии катастроф исторического прошлого: деградация почв, засуха и наступление пустыни, наводнение, сведение лесов, изменение климата и др.

Принцип сеятеля – отдать больше, чтобы получить больше. Приращение животворных сил природы должно опережать рост производства материальных благ, который, в свою очередь, должен опережать рост населения. В каждом продукте природа консервирует часть своей плодотворной силы, ее надо восстанавливать.

Как отмечалось выше, наиболее важной составной частью территориальной воспроизводственной системы является экономическая компонента. Особенность ее состоит в том, что, определяя условия функционирования сложной самоорганизующейся системы, она является также инструментом поддержания на необходимом уровне развития и остальных компонент пирамиды – социальной и экологической. Экономика – источник «энергии», питающей процессы самоорганизации в локальном территориальном образовании. Возвышение потребностей, исчерпание традиционных ресурсов, увеличение численности населения обуславливают решение двуединой задачи: экономического роста и эффективности экономики.

Исследование динамических характеристик процессов воспроизводства тесно связано с категорией экономического роста, который является важнейшей характеристикой общественного производства при любых хозяйственных системах. Экономический рост – это количественное и качественное совершенствование общественного продукта за определенный период времени. Экономический рост означает, что на каждом данном отрезке времени в какой-то степени облегчается решение проблемы ограниченности ресурсов и становится возможным удовлетворение более широкого круга потребностей человека.

В самом же общем виде экономический рост означает количественное и качественное изменение результатов производства и его факторов (их производительности). Свое выражение экономический рост находит в увеличении потенциального и реального валового национального продукта (ВНП), в возрастании экономической мощи нации, страны, региона. Это

увеличение традиционно измеряется двумя взаимосвязанными показателями: ростом за определенный период времени реального ВВП или ростом ВВП на душу населения. Несмотря на наличие критики использования данных показателей в качестве индикаторов устойчивости развития сложных систем, достойная альтернатива пока не сформирована.

Проблемы экономического роста занимают в настоящее время центральное место в экономических дискуссиях, ведущихся представителями разных наций, народов и их правительств. Растущий объем реального производства позволяет в некоторой степени разрешить проблему, с которой сталкивается любая хозяйственная система: ограниченность ресурсов при безграничности человеческих потребностей.

При всей многочисленности и сложности возможных методов стимулирования экономического роста большинство экономистов едины в том, что увеличение темпов экономического роста является весьма непростой задачей. Одной из первоочередных задач, требующих своего решения, является синтез системы диагностики устойчивости процессов развития в сложных территориальных воспроизводственных системах. Очевидно, данная система должна опираться на формальный аппарат, объединяющий средства информационного обеспечения, анализа (моделирования) и интерпретации результатов. С целью формирования концептуально-методических основ разработки указанных подходов проанализируем состояние исследований в сфере моделирования динамики экономических процессов.

Экономика представляет собой сферу, где происходят столкновения экономических интересов субъектов в процессах воспроизводства продукта, капитала, природных ресурсов и т.д. К этим субъектам можно отнести государственные, региональные и муниципальные органы власти, различные специализированные фонды, предприятия, организации различных форм собственности, отраслевой принадлежности и т.п., действующие на отдельно взятой территории, а также домашние хозяйства, экономически активное население (работники и работодатели, покупатели и продавцы, предприниматели, инвесторы и т.п.). Воспроизводственные процессы протекают посредством движения материальных, финансовых и информационных потоков между их участниками.

Как указывалось выше, в контексте данного исследования под воспроизводственным процессом понимается непрерывное повторение воспроизводства элементов экономической системы, отношений между ними и взаимодействий с внешней средой, при котором происходит возобновление системного продукта. Применительно к экономической системе это проявляется в изменении в процессе производства величины интегрального произведенного за некоторый период времени продукта, размера действующего капитала, а в связи с этим и накопленного внутреннего продукта.

Первой моделью процесса общественного воспроизводства (кругооборота ежегодно создаваемых продуктов и доходов) была модель Франсуа Кенэ, показывающая как совокупный годовой продукт, создаваемый в сельском хозяйстве, циркулирует между тремя классами: производителем (крестьяне), землевладельцами и ремесленниками (бесплодным клас-

сом) (рисунок 3.6). Последние производят столько, сколько потребляют, то есть в промышленности доход равен издержкам.



Рисунок 3.6. Модель процесса общественного воспроизводства Ф. Кенэ

Обращение годового продукта обеспечивает возмещение использованных средств в сельском хозяйстве и в промышленности, а также реализует экономические связи между всеми тремя классами.

Кругооборот всей хозяйственной жизни начинается с того, что крестьяне уплачивают землевладельцам ренту, то есть арендную плату за землю. На эти деньги землевладельцы закупают у крестьян зерно, а у ремесленников потребительские товары. Ремесленники весь полученный доход тратят на покупку у крестьян зерна и сырья. Крестьяне расходуют полученный в обороте доход на пищу, посеvy, на закупку у ремесленников потребительских товаров, а также на выплату арендной платы землевладельцам в следующем году, и весь процесс повторяется снова.

Вся экономика, следовательно, может быть представлена в виде направленного графа с тремя узлами (классами общества), в каждый из которых входит товаров на такую же сумму, на которую из него выходит других товаров. В результате экономика находится в устойчивом равновесии, реализующем себя в виде постоянно возобновляющегося ежегодного кругооборота доходов.

Дальнейшее исследование движения материальных и денежных потоков между главными участниками экономических процессов получило свое развитие в работе Б. Райзберга, где он представил укрупненную схему функционирования экономики страны, характеризующую как само хозяйство, так и государственное управление экономикой страны в обобщенном видении (рисунок 3.7).

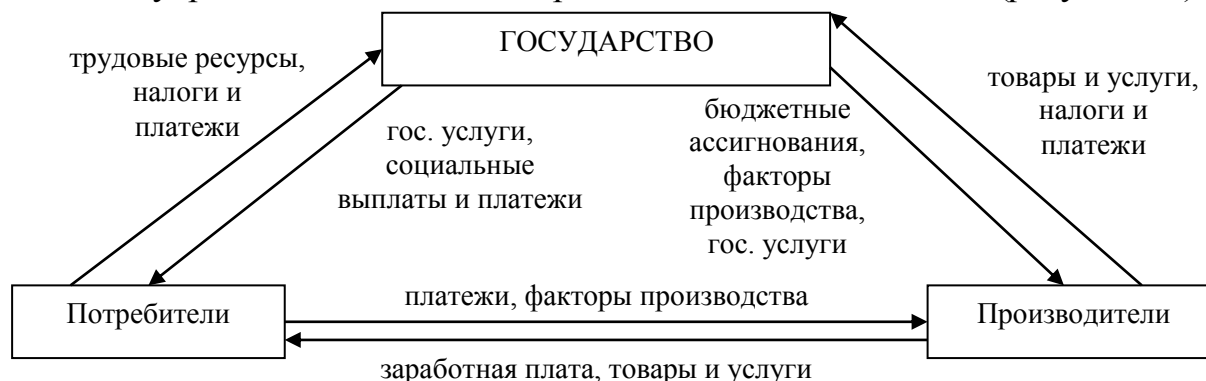


Рисунок 3.7. Укрупненная схема функционирования экономики страны Б. Райзберга

Данная схема функционирования наглядно демонстрирует направленность товарных и денежных потоков, то есть как действует экономическая система в лицах.

Б. Райзберг выделяет следующих главных участников экономических процессов:

1) государство в лице правительства и государственных органов, управляющих хозяйством страны;

2) производители продукции, товаров, услуг в лице предприятий, предпринимателей, частных хозяев;

3) потребители конечного продукта, использующие товары и услуги для удовлетворения собственных потребностей, в лице населения страны, домашних хозяйств.

Как видно из схемы, потребители конечного продукта в лице населения страны и домохозяйств взаимодействуют с производителями путем осуществления платежей за товары и услуги, предоставления факторов производства (трудовые, финансовые и информационные ресурсы), получая взамен заработную плату и другие виды денежных доходов.

Предприятия, фирмы продают часть своих товаров и услуг государству по государственному заказу, финансируемому за счет бюджетных ассигнований. Государство оказывает производителям государственные услуги управленческого характера, финансовую поддержку в виде субсидий или кредитов, взамен предприятия, фирмы уплачивают в государственный бюджет налоги и обязательные платежи.

Взаимодействие государства с населением сводится к предоставлению людям государственных услуг либо в непосредственной форме в виде защиты прав, государственного страхования, охраны, обеспечения безопасности, либо посредством частичной оплаты из бюджета стоимости оказанных населению услуг по культуре, образованию, здравоохранению, экологической защите производителям этих услуг. Кроме того, государственные органы осуществляют отдельные виды социальных выплат людям, нуждающимся в материальной поддержке, и оплачивают труд работников государственных учреждений и других лиц, выполняющих заказы государства. Тем самым, государство реализует ряд функций государственного макроэкономического управления. Со своей стороны население предоставляет государству трудовые ресурсы для работы в государственном аппарате, а также вносит предусмотренные законом налоги и платежи за платные государственные услуги.

Более детализированной является укрупненная схема регионального экономического механизма, представленная в работе А.Г. Гранберга (рисунки 3.8), которая объединяет ряд воспроизводственных процессов, осуществляющихся в регионе и охватывающих движение материальных и финансовых потоков между основными агентами экономики региона: предприятиями, домашними хозяйствами и государственными учреждениями.

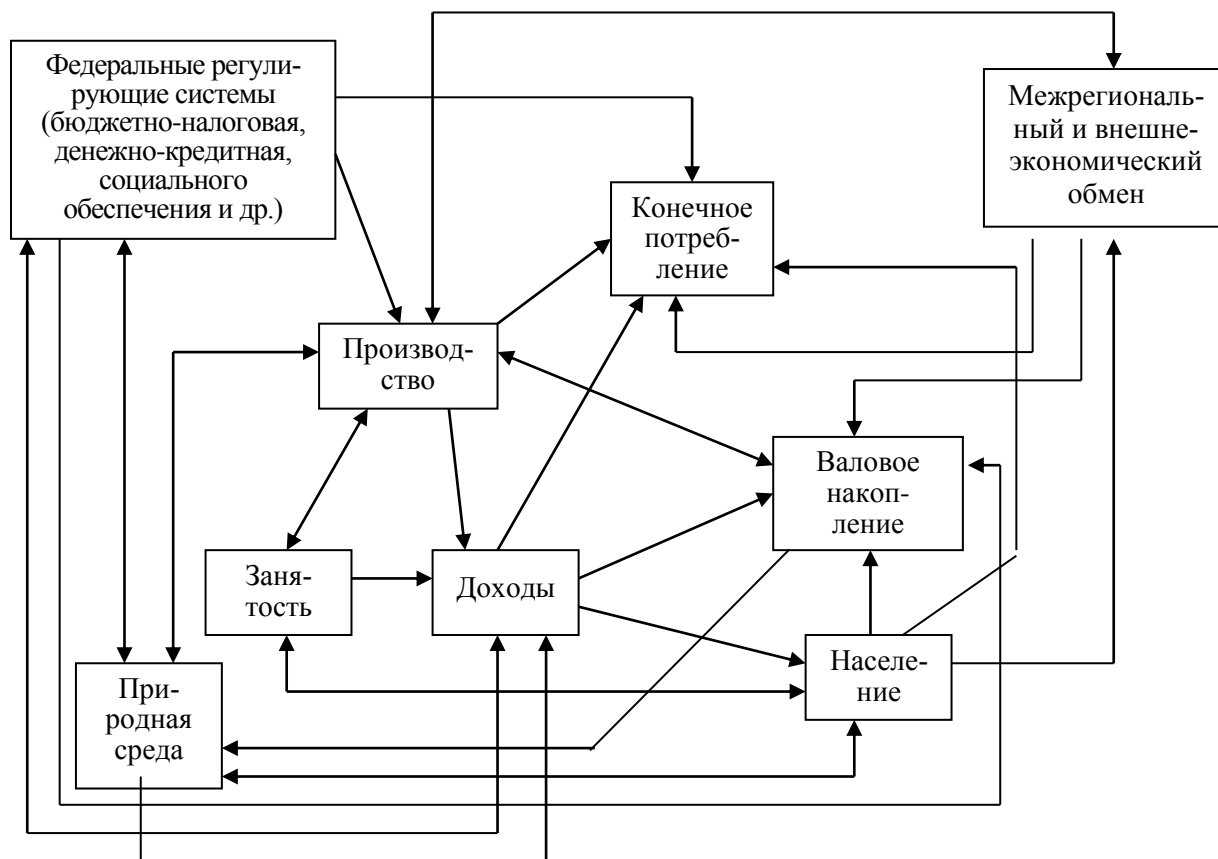


Рисунок 3.8. Укрупненная схема регионального экономического механизма

А. Гранберг отмечает, что значительная часть финансовых потоков проходит через региональный и местные бюджеты и внебюджетные фонды. Так, доходы бюджета субъекта федерации складываются из налогов (собственных и регулирующих), получаемых от предприятий за использование природных ресурсов и от населения, а также из поступлений от федерального бюджета (субвенций, трансфертов и т.п.).

Источниками формирования внебюджетных фондов являются заемные средства, социальные сборы (страховые и т.п.), добровольные взносы. Поступления из федеральных внебюджетных фондов направляются на финансирование социальной сферы (особенно образования, здравоохранения, социального обеспечения, жилищно-коммунального хозяйства), финансовую поддержку производства (главным образом предприятий, находящихся полностью или частично в региональной и муниципальной собственности), инвестиции в региональное хозяйство, охрану окружающей среды.

В работе характеристику цикличности предлагается относить не только к экономическим процессам, но и к структуре региональной экономики (рис. 3.8).

Организационные, производственные и экономические межэлементные связи позволяют выделить целый ряд циклических воспроизводственных структур, в которых обращаются финансовые средства и материальные потоки, характеризующиеся нестационарностью, дискретностью, взаимозависимостью. Под циклической структурой экономики предлагается понимать замкнутую совокупность взаимосвязанных экономическими отношениями элементов, в которой осуществляется круговое движение материальных, финансовых, информационных и иных видов ресурсов, определяющих производство, распределение и присвоение результатов хозяйственной деятельности.

Отсутствие информации о внутреннем строении таких циклических структур (трудоемкость их идентификации) актуализирует разработку адекватных методов анализа. Учитывая цикличность структуры экономики, выделим некоторую совокупность потоков (материальных, финансовых, информационных).

В самом общем виде такую структуру можно описать одним блоком, на вход которого подаются некоторые ресурсы, затем эти ресурсы перерабатываются в соответствии с внутренней структурой системы, и на выходе получаем некоторый продукт, который служит в дальнейшем ресурсом для нового витка в работе системы. Если попытаться усложнить эту модель, приведя ее в соответствие с реальной экономической системой, то мы обнаруживаем, что любая система, в общем случае, состоит из множества элементов, подобных рассмотренному, причем связи между этими элементами могут быть самыми разнообразными (рис. 3.6-3.8).

Таким образом, задача свелась к построению математической модели подобной циклической системы, которая описывала бы все блоки данной системы в их взаимосвязи, формулировке критериев эффективности и определению средств анализа системы в целом.

Технология формализации циклических экономических систем, основанная на знании их структуры, имеет, очевидно, ограниченную область применения, поскольку не всегда удается выделить обособленные элементы циклических экономических систем. Структурные составляющие экономики взаимосвязаны, причем связи эти могут быть самыми разнообразными. Большое количество таких составляющих, их многосвязность являются естественным барьером при построении четких моделей структуры экономических циклов.

Между тем, цикличность и взаимосвязанность элементов дают основания для применения следующего приема исследования системы на устойчивость. Из всей системы вычлняются ее составляющие, в достаточной степени информационно обеспеченные, обладающие свойством репрезентативности и валидности, которые анализируются по отдельности. При этом нет необходимости в знании всей внутренней структуры системы. Устойчивость или неустойчивость ее означает устойчивость или неустойчивость выделяемых подсистем. Данное утверждение, очевидно, справедливо не для всех классов систем. Например, для определенных типов нелинейных систем сформулированное правило справедливо в ограниченной области, в которой нелинейность несущественна.

Итак, решим задачу для простейшего случая, а затем и для более общих схем. Блок А характеризует саму систему, то есть как распределяются входные ресурсы внутри нее и какой продукт мы получаем на выходе. В реальных задачах входных ресурсов, как правило, много, поэтому удобно их обозначить в виде вектора

$$X_t = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{pmatrix}_t. \quad (3.7)$$

Набор выходных параметров элемента будет, очевидно, тем же, однако следует учитывать, что внутри элемента происходит задержка во времени, необходимая для преобразования ресурсов. Далее встает вопрос, какой математической единицей характеризовать саму систему А? Получение наиболее простого аналитического решения возможно, как указывалось выше, для линейных систем. В других случаях необходима процедура, аналогичная кусочно-линейной аппроксимации, проводимой в пространстве параметров системы. Практика моделирования развития экономических систем отражает значительную область применения линейных моделей –

межотраслевые балансовые модели, модели авторегрессии, используемые в анализе различных временных рядов, некоторые модели роста и пр.

В случае отсутствия аналитической формы записи модели, но при наличии достаточных оснований считать ее линейной, можно воспользоваться простым приемом. Векторы X_t и X_{t+1} рассматривать как связанные между собой матрицей перехода, то есть

$$\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{pmatrix}_{t+1} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{pmatrix}_t,$$

где матрица $A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix}$ и есть характеристика самой системы A .

Матрицу A несложно восстановить, имея набор различных векторов X .

Далее введем критерий эффективности системы. Предварительно необходимо условиться считать векторы X векторами некоторого N -мерного пространства, тогда рост нашей системы во времени будет означать, что, например, длина вектора X_{t+1} больше длины вектора X_t .

Как известно в N -мерном Евклидовом пространстве длина вектора – это число

$$|X| = \sqrt{\sum_{i=1}^n x_i^2}. \quad (3.8)$$

Всю же систему во времени можно записать так $X_{t+1} = AX_t$, при этом если в системе наблюдается рост, то

$$|X_{t+1}| \geq |X_t|. \quad (3.9)$$

Можно сделать вывод, что система будет эффективной в нашем понимании, если соответствующая ей матрица A будет таковой, что при любых начальных векторах X закономерность развития процесса удовлетворит неравенству (3.9). В зависимости от смысла решаемой задачи возможно использование иных, отличных от (3.8) определений нормы пространства.

Матрицу A можно рассматривать как матрицу линейного оператора в N -мерном пространстве. Отображение A любого метрического пространства X с метрикой d в себя называется сжимающим, или сжатием, если $d(Ax_1, Ax_2) \leq d(x_1, x_2)$, $(x_1, x_2 \in X)$. Отображение A любого метрического пространства X с метрикой d в себя называется равномерным сжатием, если $d(Ax_1, Ax_2) \leq qd(x_1, x_2)$, $(x_1, x_2 \in X)$, где q – константа ($0 < q < 1$), называемая коэффициентом сжатия. Спектром линейного оператора A ($\text{spec}A$) называется множество его собственных значений $\{\lambda\}$. Пусть A – любой линейный оператор в пространстве X . Спектральным радиусом оператора A называется число $\rho(A) = \max_{\lambda \in \text{spec}A} |\lambda|$. Для того чтобы линейный оператор A был равномерным сжатием в некоторой норме, необходимо и достаточно, чтобы $\lim_{k \rightarrow \infty} A^k = 0$. В терминах любой нормы N в пространстве операторов это означает, что $\lim_{k \rightarrow \infty} N(A^k) = 0$.

К решаемой здесь задаче адаптируется следующая теорема: для того чтобы линейный оператор A был равномерным сжатием в некоторой норме, необходимо и достаточно, чтобы его спектральный радиус был меньше единицы.

Для линейного оператора A в N -мерном пространстве неравенство (3.9) выполняется тогда, когда его спектральный радиус больше либо равен единице.

Основными показателями экономического роста как страны в целом, так и региона в частности являются валовой внутренний или региональный продукт и национальный доход. Применим эти показатели непосредственно для Республики Адыгея. Так как ВРП представляет собой комплексный показатель, состоящий из объема производства, объема оказанных услуг и чистых налогов с продукции, он формируется непосредственно в сфере производства, то есть в таком элементе социально-экономической системы, как хозяйствующие субъекты (рис. 3.9). На входе они получают факторы производства - финансовые ресурсы (инвестиции в основной капитал, реальные располагаемые денежные доходы) и трудовые ресурсы (номинальная среднемесячная зарплата на одного работника).

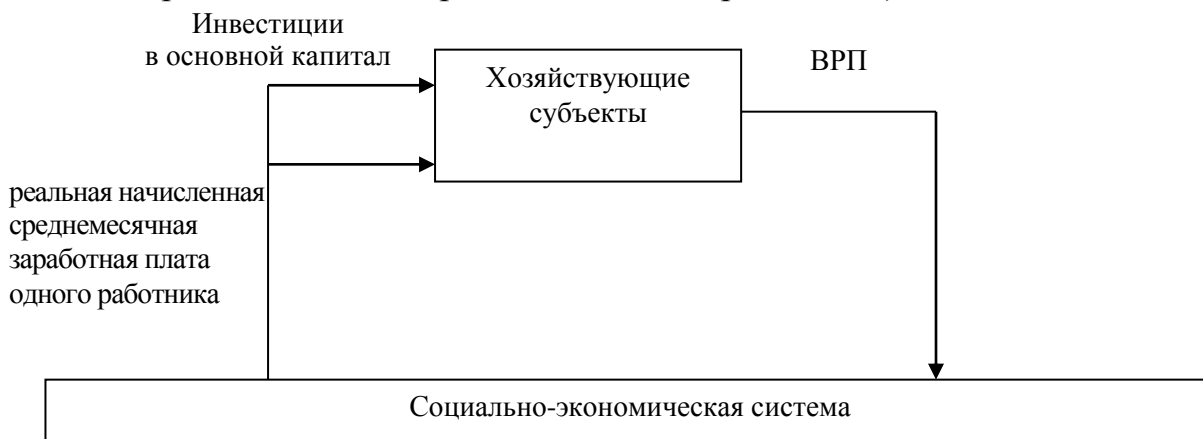


Рисунок 3.9. Упрощенная схема воспроизводства

Хозяйствующие субъекты включают в себя промышленные, сельскохозяйственные предприятия, предприятия торговли, общественного питания и т.п., поэтому на выходе мы получаем объем промышленной продукции, продукции сельского хозяйства, оборот розничной торговли, грузооборот автомобильного транспорта, оборот платных услуг населению и т.п. Также данные предприятия выплачивают чистые налоги с продукции, поступающие в бюджеты различного уровня.

На основании вышеизложенных идей проанализируем приведенную схему, используя данные по республике Адыгея (табл. 3.12). Итак, пусть нас интересуют финансовые поступления в хозяйствующие субъекты. В соответствии с рисунком 3.9 они складываются из инвестиций и заработной платы работников. Таким образом, вектор поступлений ресурсов в хозяйствующие субъекты в текущий период состоит из двух значений:

$$X = \begin{pmatrix} x_{инвест} \\ x_{зарпл} \end{pmatrix}$$

Необходимо выяснить, будет ли происходить устойчивый рост вектора X , то есть объема поступлений ресурсов, с течением времени. Для этого фактически нужно решить уравнение $X_t = AX_{t-1}$, то есть найти, как зависят значения объемов инвестиций и заработной платы в текущий период времени от аналогичных значений в предыдущем периоде. Выражаясь математическим языком, необходимо восстановить матрицу A по имеющимся данным.

Справедлива следующая цепочка преобразований:

$$\begin{aligned} X_t &= A \cdot X_{t-1} \Leftrightarrow X_t \cdot X_{t-1}^T = A \cdot X_{t-1} \cdot X_{t-1}^T \Leftrightarrow X_t \cdot X_{t-1}^T \cdot (X_{t-1} \cdot X_{t-1}^T)^{-1} = A \cdot X_{t-1} \cdot X_{t-1}^T \cdot (X_{t-1} \cdot X_{t-1}^T)^{-1} \\ &\Leftrightarrow X_t \cdot X_{t-1}^T \cdot (X_{t-1} \cdot X_{t-1}^T)^{-1} = A \cdot E = A \end{aligned}$$

Из таблицы 3.12 выбираем соответствующие данные: объем заработной платы в текущий период времени равен произведению численности работающих на реально начисленную заработную плату одного работника. Таким образом, имеем (в млн. руб.):

$$X_{t-1} = \begin{pmatrix} 5247.36 & 4670.15 & 3969.62 & 3155.85 & 1880.89 & 1310.98 & 721.04 & 1057.04 & 1505.23 & 1565.44 \\ 291.31 & 299.17 & 303.54 & 305.72 & 210.34 & 204.53 & 206.75 & 184.13 & 131.25 & 151.59 \end{pmatrix}$$

$$X_t = \begin{pmatrix} 4670.15 & 3969.62 & 3155.85 & 1880.89 & 1310.98 & 721.04 & 1057.04 & 1505.23 & 1565.44 & 1612.4 \\ 299.17 & 303.54 & 305.72 & 210.34 & 204.53 & 206.75 & 184.13 & 131.25 & 151.59 & 169.99 \end{pmatrix},$$

откуда матрица $A = \begin{pmatrix} 0.824697962 & 0.10314223 \\ 0.014030232 & 0.775531532 \end{pmatrix}$, собственные числа которой $\lambda_1 = 0.84540761482302$ и $\lambda_2 = 0.75482187917698$.

Как видим, максимальный из модулей собственных чисел меньше единицы, поэтому, в соответствии с нашим критерием, устойчивого роста наблюдаться не будет, напротив, будет иметь место некоторый общий спад притоков денежных средств в хозяйствующие субъекты.

Важно отметить, что используемые в данной работе линейные модели позволяют установить – будет ли наблюдаться устойчивый рост внутри одного контура циклической структуры или нет - без просчета всех данных по входным и выходным показателям, то есть, если к примеру, в соответствии с рисунком 3.9, удалось выяснить, что входной поток совокупных денежных поступлений уменьшается со временем, то объем ВРП также будет уменьшаться.

Рассмотрим схему взаимодействия регионального бюджета и социально-экономической среды (рис. 3.10). Итак, в бюджет поступают доходы, которые преобразуются в расходы по соответствующим статьям бюджета. Так как статей расходов довольно много, ограничимся лишь показателями по промышленности, энергетике, строительству, сельскому хозяйству и рыболовству, образованию и социальной политике (табл. 3.13).

Рассмотрим вектор расходов бюджета, который складывается из нескольких вышеприведенных пунктов. В соответствии с формулой строим матрицы X_t , X_{t-1} и находим матрицу A :

$$X_{t-1} = \begin{pmatrix} 36446 & 52429 & 44509.5 & 36590 & 42765 & 71255 & 72400 \\ 20445 & 94714 & 67935 & 41156 & 134464 & 84524 & 62700 \\ 28005 & 33533 & 32378 & 31223 & 44112 & 68157 & 99204 \\ 53254 & 57898.9 & 62892.45 & 67886 & 98237 & 151984 & 213491 \\ 24840 & 26803.6 & 60248.3 & 93693 & 115425 & 159238 & 200918 \end{pmatrix}$$

$$X_t = \begin{pmatrix} 52429 & 44509.5 & 36590 & 42765 & 71255 & 72400 & 127610 \\ 94714 & 67935 & 41156 & 134464 & 84524 & 62700 & 61230 \\ 33533 & 32378 & 31223 & 44112 & 68157 & 99204 & 97360 \\ 57898.9 & 62892.45 & 67886 & 98237 & 151984 & 213491 & 210089 \\ 26803.6 & 60248.3 & 93693 & 115425 & 159238 & 200918 & 109882 \end{pmatrix}$$

$$A = \begin{pmatrix} -0,466787314 & 0,128407526 & 3,017720333 & -0,645917799 & -0,032840963 \\ 2,072072994 & -0,212408158 & 8,911539404 & -6,236057904 & 1,876237168 \\ 0,913022703 & 0,084840177 & -5,569770681 & 2,918823342 & -0,220327014 \\ 1,648304973 & 0,229704427 & -10,95401602 & 5,613505391 & -0,173921135 \\ 3,237318857 & 0,374144555 & -11,77784569 & 3,927664735 & 0,905213693 \end{pmatrix}$$

Таблица 3.12 - Исходные данные для моделирования

Показатели	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Объем промышленной продукции, млн. руб.	7490,01	5849,69	4679,76	2990,37	3118,95	2258,12	2136,18	1995,19	2290,88	2595,57	2577,4
Инвестиции в основной капитал (с учетом неформальной экономики был пересчет), млн. руб.	5247,36	4670,15	3969,62	3155,85	1880,89	1310,98	721,04	1057,04	1505,23	1565,44	1612,4
Реальная начисленная заработная плата одного работника, руб.	2183,73	2183,73	2183,73	2183,73	1502,41	1503,91	1615,20	1534,44	1132,42	1302,28	1485,9
Среднесписочная численность работающих, тыс. чел.	133,4	137	139	140	140	136	128	120	115,9	116,4	114,4

Таблица 3.13 - Структура регионального бюджета Республики Адыгея

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Доходы бюджета РА	450000	658209	661047	663885	940256	1527245	2277382	2394265
Промышленность, энергетика, строительство	36446	52429	44509,5	36590	42765	71255	72400	127610
Сельское хозяйство и рыболовство	20445	94714	67935	41156	134464	84524	62700	61230
Образование	28005	33533	32378	31223	44112	68157	99204	97360
Образование	53254	57898,9	62892,45	67886	98237	151984	213491	210089
Социальная политика	24840	26803,6	60248,3	93693	115425	159238	200918	109882

Собственные числа матрицы A образуют вектор:

$$\lambda = \begin{pmatrix} -2,210162572 \\ -0,552090964 \\ 1,112266296 \\ 0,959870086 + 0,7153106i \\ 0,959870086 + 0,7153106i \end{pmatrix}$$

Максимальный из модулей собственных чисел равен 2,210162572, что больше единицы, поэтому можно сделать вывод, что имеет место устойчивый рост объемов расходов бюджета. Важно заметить, что наличие комплексных чисел среди координат вектора λ свидетельствует о колебательном характере развития процесса, который все же обеспечивает рост своих показателей.

3.3. Совершенствование методов сценарного прогнозирования развития территориальных производственно-технологических комплексов на основе межотраслевых балансовых моделей

Одним из адекватных аппаратов анализа будущих состояний экономической системы, учитывающим технологические особенности существующего типа производства, является модель межотраслевого баланса.

Собственно межотраслевой баланс представляет собой таблицу, состоящую из трех основных частей (квадрантов) (табл. 3.14) – промежуточное потребление (I квадрант), конечное использование валового внутреннего продукта (II квадрант), стоимостной состав валового внутреннего продукта (III квадрант). Иногда рассматривается дополнительный четвертый квадрант, характеризующий частичное перераспределение добавленной стоимости между отраслями народного хозяйства через бюджетную и финансово-кредитную системы государства.

Таблица 3.14 - Структура межотраслевого баланса

Затраты \ Выпуск	Отрасли				Конечный спрос			Валовой выпуск
	Промышленность	Сельское хозяйство	...	Транспорт	Конечное потребление	Валовое накопление	Экспорт (вывоз за пределы региона)	
Промышленность	$a_{11}x_1$	$a_{12}x_2$	...	$a_{1n}x_n$	y_{11}	y_{12}	y_{13}	x_1
Сельское хозяйство	$a_{21}x_1$	$a_{22}x_2$	...	$a_{2n}x_n$	y_{21}	y_{22}	y_{23}	x_2
...	...	I квадрант			...	II квадрант		...
Транспорт	$a_{n1}x_1$	$a_{n1}x_1$	...	$a_{nn}x_n$	y_{n1}	y_{n2}	y_{n3}	x_n
Валовая добавленная стоимость	r_1x_1	r_2x_2	III квадрант					
Импорт (ввоз)			...					
Валовой выпуск	x_1	x_2	...	x_n				

Адекватное применение моделей межотраслевого баланса возможно при выполнении следующих условий и ограничений:

1) вся экономика может быть разбита на n отраслей (или секторов), производящих однородную продукцию. Валовой выпуск j -й отрасли обозначим x_j , $j=1,2,\dots,n$. Совокупность валовых выпусков всех отраслей образует вектор-столбец

$$X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{pmatrix};$$

2) каждый продукт производится в одной отрасли, и каждая отрасль производит единственный продукт (принцип “чистой отрасли”) с помощью единственной технологии;

3) все технологии линейны, то есть для производства объема x_i валового выпуска отрасли i необходимо и достаточно затратить продукцию отрасли j в объеме $a_{ij} x_i$, $j = 1, \dots, n$;

4) технологические затраты являются незамещаемыми, то есть при неизменном объеме выпуска уменьшение затрат продукции одной отрасли нельзя компенсировать увеличением затрат продукции другой отрасли;

5) коэффициенты прямых затрат a_{ij} являются неизменными (принцип “технологической устойчивости”), и их значения так или иначе являются известными – по крайней мере, для анализируемого периода времени;

6) модель описывает поведение экономики в один момент или период времени (статичность модели).

Указанные условия представляют собой обобщенный набор. При построении модели для решения какой-либо конкретной задачи требуется выполнение дополнительных ограничений, а некоторые из указанных условий становятся несущественными.

Разнообразие экономических проблем и процессов требует разработки различных балансовых моделей. Классификация моделей МОБ, дополненная авторскими разработками, учитывающими характер исходной информации, цели и условия применения, приведена в таблица 3.15.

Выделяют три основных задачи применения МОБ в исследовании отраслевой структуры экономики:

1. Расчет отраслевой структуры производства (валовых выпусков x_j , $j=1,2,\dots,n$), необходимой для обеспечения заданного объема и структуры конечного спроса – вектора Y , компоненты которого y_j , $j=1,2,\dots,n$ определяют конечное использование продукции j -й отрасли (конечное потребление, валовое накопление, экспорт):

$$X = \Psi(Y, A), \tag{3.10}$$

где A отражает способ функционирования региональной экономики – технологии производства, их взаимосвязи. В классической постановке A – матрица размерности $n \times n$ (коэффициенты прямых затрат).

2. Расчет структуры конечного спроса по заданной заранее отраслевой структуре производства и матрице коэффициентов прямых затрат:

$$Y = \Phi(X, A). \quad (3.11)$$

3. Смешанная задача: расчет отдельных элементов векторов валового выпуска и конечного спроса, сведенных в единую совокупность переменных $(x_1, x_2, \dots, x_k, y_1, y_2, \dots, y_l)$, по заданным заранее оставшимся элементам этих векторов $(x_{k+1}, x_{k+2}, \dots, x_n, y_{k+1}, y_{k+2}, \dots, y_n)$:
 $(x_1, x_2, \dots, x_k, y_1, y_2, \dots, y_l) = H(x_{k+1}, x_{k+2}, \dots, x_n, y_{k+1}, y_{k+2}, \dots, y_n) \quad (3.12)$

Таблица 3.15 - Типы моделей межотраслевого баланса

Классификационный признак	Тип модели МОБ	Характеристики типов моделей МОБ
Период исследования	Отчетные	Характеризуют взаимосвязи по данным отчетного периода.
	Плановые	Исследование межотраслевых взаимосвязей в перспективе под влиянием изменений технологии, ценовых факторов, структурных трансформаций.
Характеристика связей	Натуральные	Характеризуют взаимосвязи в натуральных измерителях
	Стоимостные	Характеризуют взаимосвязи в экономике в стоимостных оценках потоков продукции
Учет фактора времени во входных и выходных данных	Статические	Модель одного состояния
	Динамические	Модель учитывает значения входных и выходных факторов в различные моменты времени
Учет факторов внешней среды	Открытые	Модель учитывает спрос на продукцию отраслей
	Закрытые	Модель не учитывает задаваемый спрос на продукцию отраслей.
Учет фактора времени в структуре модели	Стационарные	В модели предполагается неизменность технологических коэффициентов
	Нестационарные	Технологические коэффициенты являются функциями времени
По характеру количественных оценок	Точечные	Исходные данные известны точно (без ошибок)
	Вероятностные	Известны законы распределения ошибок данных
	Интервальные	Заданы диапазоны изменения данных

Кроме уравнений (3.10)-(3.12), связывающих валовые выпуски отраслей с конечным потреблением их продукции, возможна постановка так называемой двойственной задачи, которая устанавливает соотношения

между индексами цен p_j , $j=1,2,\dots,n$ на продукцию отраслей и долями добавленной стоимости в их валовых выпусках r_j , $j=1,2,\dots,n$. Данная постановка также позволяет решать задачи:

1) прогноза индексов цен при изменении долей добавленных стоимостей различных отраслей региональной экономики

$$P = \psi(R, A) \quad (3.13)$$

2) определения будущих долей добавленных стоимостей r_j , $j=1,2,\dots,n$ отраслей при различных сценариях изменения структуры цен на их продукцию

$$R = \varphi(P, A). \quad (3.14)$$

3) определения значений смешанного набора факторов в зависимости от изменения остальных переменных

$$(p_1, p_2, \dots, p_k, r_1, r_2, \dots, r_l) = h(p_{k+1}, p_{k+2}, \dots, p_n, r_{k+1}, r_{k+2}, \dots, r_n) \quad (3.15)$$

Соотношения (3.13)-(3.17) называют ценовой моделью межотраслевого баланса.

Межотраслевые балансы позволяют решать и другие задачи, например:

- определение темпов экономического роста и колебаний экономической конъюнктуры в течение года, а также выявление роли факторов, определяющих характер этих процессов (занятость, фондовооруженность и энерговооруженность и т.д.);

- установление отраслевой структуры экономики и ее изменений во времени, а также факторов этой динамики (различие в темпах роста производительности труда в отраслях, неравномерность динамики цен и т.д.);

- выявление соотношений между конечным потреблением и накоплением, а также факторов, влияющих на динамику инвестиций;

- определение национального сбережения как основного источника финансирования инвестиций и анализ степени достаточности этого источника для финансирования намечаемых инвестиций;

- выявление размеров заимствования/кредитования как экономикой в целом, так и отдельными ее секторами;

- изучение уровней и динамики реальных доходов и потребления населения;

- установление влияния на экономику страны и отдельного региона внешнеэкономических связей и, прежде всего, внешней торговли товарами и услугами;

- анализ влияния на экономику и различные макроэкономические переменные инфляционных процессов.

Адекватное применение для этих целей моделей балансового типа требует рассмотрения нескольких аспектов, связанных со свойствами исходной информации, методах математического моделирования.

В соответствии с принятым определением, математическая модель – упрощенное формальное описание, отражающее лишь существенные для решаемой задачи свойства объекта. Это означает, в частности, что для ре-

шения каждой конкретной задачи необходимо разрабатывать отдельную модель, даже если объект исследования один и тот же. Связано это с наличием в исходной информации ошибок. В приложении 1 приведен простой пример, иллюстрирующий данный факт.

Необходимо отметить, что модели межотраслевого баланса разрабатывались применительно к крупным экономическим системам (экономика страны в целом), поэтому учитывают их специфику – наличие достаточно строгого учета экспорта-импорта, «фильтрация» разбросов в ценах на продукцию за счет значительного ее выпуска и пр. Кроме того, как и всякая математическая модель, межотраслевой баланс имеет вполне определенную область применимости, ограниченную рядом условий и упрощений (например, помимо вышерассмотренных, точечность модели, означающая невключение в модель информации о пространственной структуре экономики (в классической постановке)).

В настоящее время предпринимаются попытки учесть особенности размещения производства и потребления с помощью теории графов, описание больших экономических систем с помощью многорегиональных моделей и др. Естественно, сложность моделей в этих случаях значительно повышается, причем сложность эта не только математическая, но и связанная с обоснованием предпосылок, интерпретацией результатов моделирования. Здесь уместно вспомнить гипотезу, авторство которой приписывается Фон Нейману: сложность модели растет быстрее сложности объекта, и для объектов определенной сложности модель оказывается сложнее самого объекта. Таким образом, теряется смысл использования моделей. Не разделяя данное утверждение, мы считаем его следствием попыток решить с помощью одной модели широкий спектр задач. Это возможно, как следует из примера (приложение 1) лишь при отсутствии в исходных данных любых ошибок (округление, ошибки измерений, недостоверность первичной информации и пр.), что для экономических объектов является скорее исключением, чем правилом.

Распространим полученный в результате анализа примера (Приложение 1) вывод на исследуемую проблему адаптации моделей межотраслевого баланса к сценарному прогнозированию развития экономических систем.

Таблица «затраты-выпуск» межотраслевого баланса в случае заполнения всех элементов по независимой первичной информации (полученной не в результате обработки других элементов) вследствие наличия ошибок в данных даст лишь приблизительное равенство основных балансовых соотношений:

$$X = AX + Y, \quad (3.16)$$

$$P = PA + R, \quad (3.17)$$

которые означают, что для каждой отрасли физический объем ее продукции в денежном выражении равен стоимостному объему ее продукции.

«Увязки» таблицы межотраслевого баланса могут проводиться исключительно в соответствии с целью исследования. Причем, баланс, созданный на данном этапе для решения какой-либо одной задачи, оказывается непригодным для решения других.

Собственно моделирование может осуществляться на основе трех подходов:

1. Знание экономической сущности задачи, то есть модель строится по информации о фактических затратах в каждой из отраслей на приобретение материалов и сырья из числа продукции других отраслей (исследование взаимосвязей).

2. Статистический – на основе обобщения наблюдений за реально функционирующей социально-экономической системой.

3. Экспертный, состоящий в формализации знаний и опыта специалистов.

Каждый из подходов имеет свои достоинства и недостатки. Полученная на основе знания экономической сущности модель имеет структуру и параметры, допускающие экономическую интерпретацию (например, коэффициенты модели a_{ij} , $i, j = 1, 2, \dots, n$ имеют смысл стоимости продукции отрасли i на производство единицы продукции отрасли j). Однако построение этой модели предполагает значительные объемы работ, связанных со сбором информации (вплоть до наблюдений за работой некоторой совокупности предприятий).

При использовании статистического подхода значительно упрощается процедура сбора информации. Кроме того, нет необходимости в ее предварительной обработке: учет содержащейся в информации «лишней» с точки зрения экономического смысла составляющей (например, доля продукции, которая не производится в регионе и ввозится извне) повышает адекватность модели. Однако параметры модели, несмотря на совпадение ее формы с описанием, получаемым по экономической сущности, не имеют смысла коэффициентов прямых затрат.

Другим классификационным признаком выделения типов моделей (и, соответственно, методов их построения) является цель использования. По данному признаку выделяют модели:

1. Прогноза - определение значений показателей при условиях, которые не совпадают ни с одними из имеющихся наблюдений.

2. Управления – определение значений набора управляющих воздействий, обеспечивающего достижение заранее заданных целевых показателей.

3. Выявления экономической сущности процессов, предназначенных для установления типа взаимосвязей.

Рассмотренные выше модели (3.15)-(3.17) строятся по экономической сущности и предназначены для целей прогноза либо управления, то есть реализуются связи 1-1 (первое число – номер подхода, второе – цели построения модели), 1-2, показанные на рисунке 3.11 пунктирной линией.

Построение балансовых моделей типа 1-3 невозможно. В силу сложности исследуемых процессов, практически невозможны и связи 3-1, 3-2, 3-3.

Построение модели балансового типа в настоящей работе предлагается в соответствии с перспективными с точки зрения информационной обеспеченности и возможностей аналитической обработки алгоритмами 2-1, 2-2, 2-3.

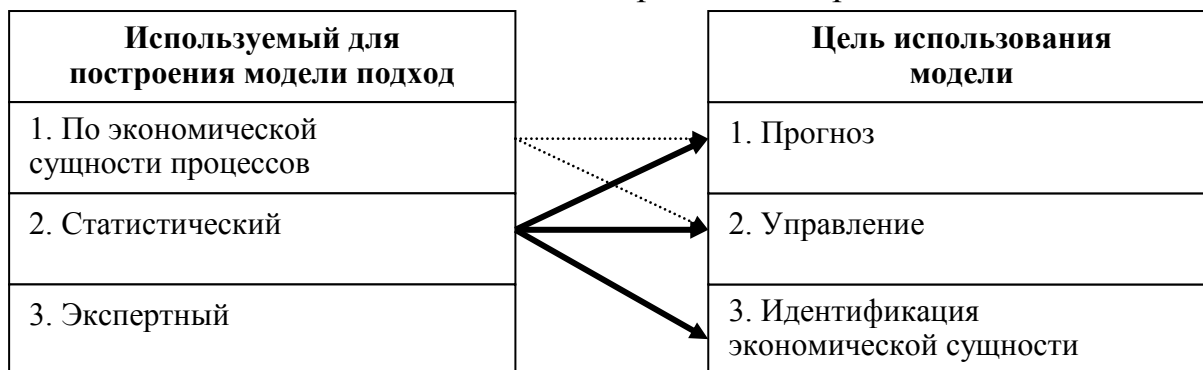


Рисунок 3.11. Возможные методологические основы построения моделей балансового типа

Методика построения модели такого типа и прогнозирования с ее помощью социально-экономического развития объекта управления следующая.

1. Постулируется цель построения модели, которая определяется потребностями информационного обеспечения процессов сценарного планирования и прогнозирования.

2. Формализуется определенная в п. 1 цель. Полученный функционал отражает качество полученной модели.

3. Формируется набор отраслей, репрезентативно определяющих экономическую систему. Все отрасли должны иметь сопоставимые доли, обеспечивающие в сумме необходимую для расчетов точность. Для удобства сопоставления моделей и получения оценок внешних критериев необходимо выделять отрасли исходя из единых требований. Логично сделать это в соответствии с методологией системы национальных счетов СНС-93.

4. Формируется совокупность параметров, подлежащих измерению.

5. Осуществляется сбор первичной информации.

6. Проводится предварительная обработка данных, обеспечивающая расчет обозначенных в п. 4 параметров, представляющих собой информационную базу построения модели.

7. Выделение в совокупности факторов (параметров) подмножества независимых (экзогенных) и управляемых на системном уровне. Например, индексы цен на продукцию различных отраслей чаще всего формируются на макроэкономическом уровне, лишь часть из них имеет равновесное состояние, определяемое территориальными условиями (цены на услуги, здравоохранение, образование и пр.).

8. Идентификация сценарных условий, то есть выделение области допустимых управлений в пространстве управляемых факторов, определе-

ние возможных значений внешних факторов, устанавливаемых на макроуровне.

9. Собственно построение модели.

10. Расчет прогнозов по различным установленным в пункте 8 сценарным условиям.

11. Проверка результатов прогнозирования на адекватность.

12. В случае неудовлетворительного соответствия проводится анализ причин отклонений и возврат к п.8.

13. Использование результатов сценарных расчетов для выбора необходимых управляющих воздействий.

В условиях неустойчивой экономики переходного периода повышается роль региональных структурных моделей, в которых по заданным статистическим параметрам анализируются и прогнозируются сдвиги в структуре экономического процесса. К такого рода моделям относят межотраслевые модели балансового типа (ММБТ). На основе межотраслевых балансов становится возможной оценка влияния сдвигов в указанных пропорциях на совокупность народнохозяйственных показателей.

Разработка межотраслевого баланса основывается на возможности оценки на перспективный период нормативов, характеризующих расход одного вида продукта на единицу другого, – коэффициентов прямых затрат (a_{ij}). Назначением межотраслевого баланса является определение структуры производства по отраслям, исходя из коэффициентов a_{ij} и заданной цели развития, которая отражается в конечном продукте.

Межотраслевые балансовые модели разрабатываются в 44 экономически развитых странах. Очевидно, что условия разработки и применения ММБТ в отдельно взятой стране могут совпадать по большинству критериев – структура воспроизводства, характер межотраслевых связей, географические, социальные, политические и другие условия - с конкретным регионом России, что дает возможность разработать механизм переноса и наложения такой модели на отечественные разработки ММБТ.

Основная цель разработки механизма переноса и наложения ММБТ – прогноз и оценка влияния структурных трансформаций (добавление новых элементов) на валовой региональный выпуск продукции с целью эффективного управления экономикой региона.

Предположим, что для двух отдельно взятых регионов (стран), имеющих сходные географические, социальные, политические и другие условия, а также характер и структуру общественного воспроизводства разработаны межотраслевые балансовые модели - назовем, условно, «модель А» и «модель В». Причем, соотношение межотраслевого баланса для модели А представлено выражением:

$$x_i = \sum_{j=1}^m a_{ijA} x_j + y_i \quad (i = 1, \dots, m),$$

а для модели В: $x_i = \sum_{j=1}^n a_{ijB} x_j + y_i \quad (i = 1, \dots, n).$

где x_i – объем выпуска продукции i -й отрасли; x_j – объем выпуска продукции j -й отрасли; y_i – конечный спрос i -й отрасли; a_{ijA} и a_{ijB} – коэффициенты прямых затрат, соответственно для модели А и для модели В; m, n - число отраслей в моделях А и В соответственно.

При переносе и наложении модели А на модель В оценивается близость коэффициентов прямых затрат a_{ijA} и a_{ijB} (рисунок 3.12).

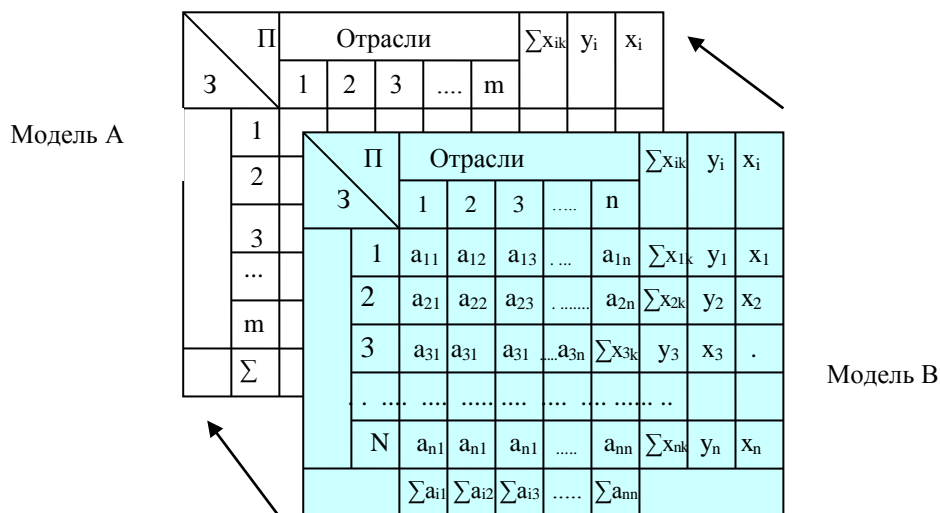


Рисунок 3.12. Перенос и наложение ММБТ региона В на модель региона А

Мерой близости может являться метрика Эвклида:

$$J = \sqrt{\frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k (a_{ijA} - a_{ijB})^2}$$

где k – число совпавших признаков (отраслей).

Для оценки отклонения коэффициентов прямых затрат в процентном соотношении можно использовать следующую меру сравнения:

$$J = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k \frac{|a_{ijA} - a_{ijB}|}{a_{ij.(A,B)}} \cdot 100\%$$

где $a_{ij.(A,B)}$ – среднее значение коэффициентов прямых затрат модели А и модели В.

Очевидно, что структура моделей А и В будет отличаться не только по количественным критериям, но и по качественным – наличие элементов в одной модели (отраслей, групп отраслей и т.д.), которые могут отсутствовать в другой модели.

С помощью такого механизма можно оценить степень влияния развития новой отрасли, например туризма в Республике Адыгея на экономику региона (при условии разработки ММБТ). В качестве сравниваемой модели можно рассмотреть ММБТ одной из европейских стран, обладающих рекреационными ресурсами со сходными геополитическими, экологическими и другим условиями, например, Швейцарии. Полученная оценка позволит определить оптимальное соотношение «затраты-выпуск» воспроизводственной структуры исследуемого региона.

ГЛАВА 4. АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УПРАВЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

4.1. Адаптация процедуры отбора информации для моделирования к задачам анализа региональных экономических систем

К вопросу идентификации систем с точки зрения методов сбора исходной информации наметилось два подхода. Первый предполагает использование специальных тестовых сигналов – методы активной идентификации. Второй связан с наблюдением за системой в рабочем состоянии – пассивная идентификация.

В первом случае режим нормального функционирования прерывается, и на объект подаются сигналы (воздействия) специального вида (заранее рассчитанные). Во втором случае исследователь наблюдает (фиксирует) интересующие его параметры, не вмешиваясь в процесс функционирования системы.

С целью выявления математических и информационных проблем и целесообразности применения указанных подходов проведем их краткий анализ. Его результаты сведены в таблицу 4.1. Столбец А дает оценку указанного свойства с точки зрения активного подхода, а столбец П отражает, соответственно, преимущества или недостатки пассивного.

Прокомментируем некоторые утверждения таблицы.

Рабочей областью сигналов в данной работе считается диапазон изменения исследуемой переменной, сложившийся в результате естественного функционирования системы. Уникальность экономических систем приводит к тому, что исследования, проведенные на одном объекте, не могут быть автоматически перенесены на другие. Таким образом, практически единственной возможностью установления рабочих диапазонов изменения параметров – характеристик системы является применение пассивного подхода к сбору информации.

Таблица 4.1 - Сравнение пассивного и активного методов сбора информации

№	Наименование свойства, характеризующего способ сбора информации	А	П
1	Отражение рабочей области сигналов	-	+
2	Отражение общей области изменения сигнала	+	-
3	Полнота модели	-	+
4	Устойчивость вычислительной процедуры расчета параметров модели	+	-
5	Необходимость останавливать нормальный режим функционирования объекта	-	+
6	Необходимый объем исходных данных (время наблюдения)	+	-
7	Возможность исследования влияния новых факторов	+	-
8	Исследование системных эффектов влияния на объект управления совокупности факторов	+	-
9	Затраты на реализацию эксперимента	-	+
10	Учет рефлексивности объекта исследования	+	-

Общая область изменения сигнала определяется интервалом значений исследуемой переменной, который, в принципе, может иметь место, включая и редкие (но иногда критические) наблюдения.

Первая и вторая строки таблицы отражают тот факт, что рабочая область сигналов адекватнее отражается при пассивном эксперименте (дает необходимые законы распределения наблюдаемых случайных величин), но не дает информации о развитии процесса при редко наблюдаемых (трудновоспроизводимых) ситуациях. Активный эксперимент предусматривает «искусственный» анализ этих ситуаций, но при этом теряется вероятностная характеристика исследуемых процессов. Если перед исследователем стоит задача определить сущность происходящих процессов, то, очевидно, следует использовать методы пассивного эксперимента, если же ставится задача анализа надежности функционирования объекта и системы управления в сложных ситуациях – активного.

Строки 5 и 6 таблицы достаточно очевидны и в дополнительных комментариях не нуждаются. Строки 7-10 отражают управленческие аспекты рассматриваемых подходов.

На основании приведенных рассуждений в работе предлагается использовать комбинированный подход, сочетающий преимущества каждого из рассмотренных способов сбора информации. Введение в рассмотрение дополнительных их характеристик также не исключает возможность комплексного подхода, суть которого состоит в следующем:

1) осуществлять до начала моделирования по таблице 4.1 оценку соответствия метода сбора информации целям исследования и качеству исходной информации и на этой основе избирать наиболее предпочтительный метод;

2) объединить процедуры, характерные для названных методов, а именно: наблюдения осуществлять пассивно, но для идентификации использовать не все данные, а отобранные по специальной процедуре, включающей коллинеарные наблюдения и коррелированные переменные, предоставляющие возможность исследования реакции объекта управления на каждое из воздействий в отдельности.

Далее полученная (собранная и отсортированная) информация используется в процессах синтеза различных моделей, необходимых для реализации сценарного подхода. Как и любая модель, построенное, например, по (3.15) описание является упрощенным, основанным на ряде допущений и ограничений. Для установления требований к количеству и качеству исходной информации необходимо рассмотреть две из возможных причин, приводящих к неадекватности модели. Первая из них связана с зашумленностью информации – как правило, все данные получены по результатам выборочных наблюдений, а также содержат ошибки округления и др. С увеличением количества наблюдений ошибка, связанная с этой случайной составляющей, уменьшается (рис. 4.1, кривая 2).

Однако, с увеличением числа наблюдений и, соответственно, временного периода измерений проявляется ошибка, связанная с нестационарностью исследуемых процессов (рис. 4.1, кривая 3). Общее отклонение модели от экспериментально полученных данных (рис. 4.1, кривая 1) имеет, таким образом, минимум в некоторой точке, соответствующей оптимально-

му числу наблюдений. Проблема поиска данного показателя рассмотрена в и заключается в следующем.

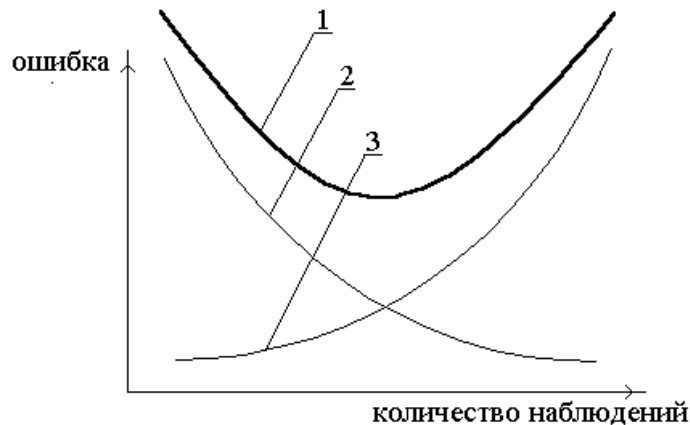


Рисунок 4.1. Зависимость ошибок моделирования от количества наблюдений

Определяемые формулами (3.12)-(3.17) задачи имеют общий вид системы уравнений, в матричном виде представляемой как:

$$y = A \cdot x, \quad (4.1)$$

где $x_j, j=1,2,\dots,n$ – набор подлежащих определению переменных, y_i – i -е наблюдение оцениваемой "переменной", a_{ij} – i -е значение j -го "фактора".

Процедура получения решения x рассматривается как регрессионная задача, в которой $x_j, j=1, n$ – неизвестные "параметры".

Тогда из (4.1) для квадратной матрицы $A(l=n)$ можно получить оценки вектора x :

$$x = A^{-1} * y$$

Чувствительность оценок x к небольшим изменениям элементов вектора можно определить выражением:

$$S_y = \frac{dx}{dy} = A^{-1}$$

Если матрица A – прямоугольная ($l > n$), то A^{-1} не существует.

В этом случае (4.1) равносильно

$$A^T * A * x = A^T * y = Z \quad (4.2)$$

с квадратной матрицей $M = A^T * A$

$$x = (A^T * A)^{-1} * A^T * y = C * Z,$$

$$C = (A^T * A)^{-1} = M^{-1}, Z = A^T * y$$

Чувствительность решения x по отношению к вектору y в системе (4.1) соответствует чувствительности x по отношению к вектору Z в системе (4.2). При этом

$$\delta_z = \frac{dx}{dz} = C = M^{-1}.$$

Матрица C как оценка чувствительности неудобна, так как нет численного сравнения чувствительностей различных решений уравнения (21).

Поэтому возникает необходимость использования некоторого функционала φ матрицы C .

Из теории активного эксперимента известно, что наилучшие оценки параметров регрессионной модели среди всех линейных оценок можно улучшить за счет выбора плана эксперимента, то есть множества точек $a_i^T = (a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{in})$, $i = \overline{1, n}$. Качество плана ε оценивается по значению функционала φ от информационной матрицы $M(\varepsilon)$ (или обратной информационной матрицы $C(\varepsilon)$). Тогда φ -оптимальным называется план $\varepsilon^* = \arg \max_{\varepsilon} (\min_{\varepsilon} \varphi[M(\varepsilon)])$.

Свойства оценок параметров имеют наглядную геометрическую интерпретацию через эллипсоид рассеяния оценок параметров x_1, \dots, x_n .

Рассмотрим наиболее распространенные основные критерии оптимальности и их геометрическую интерпретацию.

Д-оптимальность. План называется Д-оптимальным, если

$$\left| M \left(\begin{matrix} * \\ \varepsilon \end{matrix} \right) \right| = \max_{\varepsilon} |M(\varepsilon)| \quad \text{или} \quad \left| C \left(\begin{matrix} * \\ \varepsilon \end{matrix} \right) \right| = \min_{\varepsilon} |C(\varepsilon)|$$

Д-оптимальный план минимизирует обобщенную дисперсию или объем эллипсоида рассеяния оценок параметров.

А-оптимальность. План ε называется А-оптимальным, если его обратная информационная матрица имеет наименьший след, то есть

$$tr M^{-1} \left(\begin{matrix} * \\ \varepsilon \end{matrix} \right) = \min_{\varepsilon} tr M^{-1} \left(\varepsilon \right).$$

Этому критерию отвечает план с минимальной средней дисперсией оценок неизвестных параметров. При этом, эллипсоид рассеяния имеет минимальную сумму квадратов длин осей и наименьшую длину диагонали параллелепипеда, описанного около этого эллипсоида.

Е-оптимальность. Е-оптимальным планам соответствует наименьшее максимальное собственное значение обратной информационной матрицы. $\varepsilon = \arg \min_{\varepsilon} \max_i \lambda_i(C(\varepsilon))$, где λ_i – собственные числа $C(\varepsilon)$.

Выполнение этого критерия не допускает, чтобы отдельные оценки параметров имели слишком большие дисперсии и ковариации. Т.к. собственные числа λ^{-1} матрицы M пропорциональны квадрату длины осей эллипсоида рассеяния, поэтому Е-оптимальные планы минимизируют максимальную ось этого эллипсоида.

G-оптимальность. План ε называется G-оптимальным, если

$$\max_a d \left(\begin{matrix} * \\ a, \varepsilon \end{matrix} \right) = \min_{\varepsilon} \max_a d(a, \varepsilon), \quad \text{где} \quad d(a, \varepsilon) = a^T M^{-1}(\varepsilon) a$$

– дисперсия оценки модели, то есть G-оптимальные планы минимизируют на множестве планов максимальное значение дисперсии оценки модели. Применение G-оптимального плана дает экспериментатору гарантию, что в области

планирования не окажется точек, в которых точность оценки поверхности отклика слишком низкая.

В теории активного эксперимента для непрерывных планов доказана эквивалентность φ -оптимальных планов и планов, которые минимизируют максимум некоторой функции $\phi_\varphi(a, \varepsilon)$. Функция $\phi_\varphi(a, \varepsilon)$ полностью определяется видом функционала $\varphi(C(\varepsilon))$. Например, функция $\phi_\varphi(a, \varepsilon)$ для D – оптимальности имеет вид $a^T * C * a$.

Этот вывод является основой для создания алгоритмов построения оптимальных планов. Существует алгоритм, позволяющий свести задачу построения φ -оптимальных планов к последовательности задач поиска экстремума в пространстве, размерности n . Задача поиска оптимальных планов на множестве дискретных (точных) планов сложнее, но и для её решения разработан алгоритм последовательного планирования.

Как правило, не существует универсальных оптимальных планов, удовлетворительных, с точки зрения всех критериев оптимальности. Некоторые из критериев оптимальности оказываются тесно связанными между собой лишь в определенных пространствах.

Пусть модель объекта имеет вид:

$$y = \sum a_j x_j + \varepsilon = ax + \varepsilon$$

где $x = (x_1, x_2, \dots, x_m)^T$ – m -мерный входной вектор, a – вектор коэффициентов, y – выход объекта, ε – ошибка наблюдения с нулевым математическим ожиданием и постоянной дисперсией.

Пусть также имеется n наблюдений за объектом. Для идентификации объекта достаточно выбрать m из них, которые определяют следующую систему линейных уравнений:

$$X * a = y \tag{4.3}$$

где $X = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & x_{1m} \\ x_{12} & x_{22} & x_{2m} \\ x_{m1} & x_{m2} & x_{mm} \end{pmatrix}$, $Y = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_m \end{pmatrix}$, x_{ij} – значение j -го входного параметра

в i -ом наблюдении, y_j – значение выхода объекта, соответствующее i -ому наблюдению.

Из уравнения (4.3) можно получить оценки коэффициентов

$$a = X^{-1} * y = Z * y.$$

Чувствительность оценок к небольшим изменениям вектора можно определить выражением:

$$S_{ij} = \frac{da}{dy} = Z. \tag{4.4}$$

Чувствительность коэффициента a к i -му наблюдению оценивается значением элемента z_{ij} . Тогда чувствительность вектора a к i -му наблюдению характеризуется i -м столбцом матрицы Z . Сравнительные оценки чувствитель-

ности вектора к различным наблюдениям можно получить, сравнивая нормы векторов соответствующих столбцов матрицы Z . Чем больше норма, тем больше чувствительность вектора к данному наблюдению. Выбор нормы вектора определяется физическим смыслом конкретной задачи и целью исследования. Одной из наиболее распространенных является евклидова норма:

$$S_i = \|z_{1i}, z_{2i}, \dots, z_{mi}\|_3 = \sqrt{\sum_{j=1}^m z_{ji}^2} \quad (4.5)$$

Предлагаемый метод заключается в следующем.

1. Произвольно выбирается m из n наблюдений и составляется система (4.3).

2. Находится матрица $Z = X^{-1}$

3. Определяется чувствительность искомого вектора o к каждому из выбранных наблюдений и общая чувствительность, которая характеризуется нормой матрицы Z .

4. Располагаем наблюдения в порядке убывания чувствительности. Полученную матрицу будем обозначать символом X_0 . Матрица $Z_0 = [z_{ji}^0]$ – обратная X_0 , получается из матрицы Z перестановкой соответствующих столбцов.

5. Выбираем из оставшихся наблюдений новое, которое прибавляется в систему уравнений нижней строкой, а верхняя (дающая наибольшую чувствительность) – отбрасывается. Полученную матрицу обозначим через X_1 .

6. Перерасчитываем обратную матрицу

7. Вновь определяется чувствительность искомого вектора.

8. а) Если общая чувствительность уменьшилась, то переходим к пункту 4, исключив из дальнейшего рассмотрения наблюдение, соответствующее первой строке матрицы X_0 .

б) Если общая чувствительность увеличилась, то возвращаемся к системе уравнений, полученной на предыдущем шаге, и переходим к пункту 5, исключив из дальнейшего рассмотрения наблюдение, соответствующее последней строке матрицы X_1 .

Отбор наблюдений, используемых для идентификации объекта, заканчивается в результате просмотра всех имеющихся наблюдений.

9. Процедура 1-8 должна быть повторена для иных исходных наборов m -наблюдений.

Заметим, что процедура эквивалентна выбору системы векторов, образующих базис. Случай коллинеарности положения векторов (или близкий к нему) соответствует случаю, когда новое наблюдение не приносит дополнительной информации о функционировании объекта. В условиях стабильно функционирующей экономики эта ситуация нередка, что накладывает определенные ограничения на применение описанного подхода. Именно трансформации экономических условий России, сопровождаемые частыми изменениями в сфере формирования цен, дают основания использовать статистический подход вообще и рассмотренный метод построения прогнозирующих моделей в частности.

Одним из требований, которым должна удовлетворять информация для моделирования экономических процессов является ее репрезентативность. Репрезентативность означает достаточную представительность информации. В контексте решаемой в данном подразделе задачи, необходимо, например, синтезировать способ репрезентативного отображения целевой области, характеризуемой набором признаков. В силу указанного выше ряда причин, нерационально исследовать всю целевую область. Достаточно выбрать совокупность типичных точек пространства (наборов индикаторов), которые должны быть достаточными для оценки всей исходной области. Процедура определения такого набора может основываться на равномерном разбиении целевой области на сегменты. В этом случае:

1. В сформированном пространстве признаков выделяется многомерный «включающий параллелепипед» (ABCD на рисунке 4.2), ребрами которого являются минимальные и максимальные значения учитываемых признаков целевой области (показана на рисунке серым цветом). Размерность параллелепипеда n совпадает с количеством признаков, характеризующих исследуемый объект.

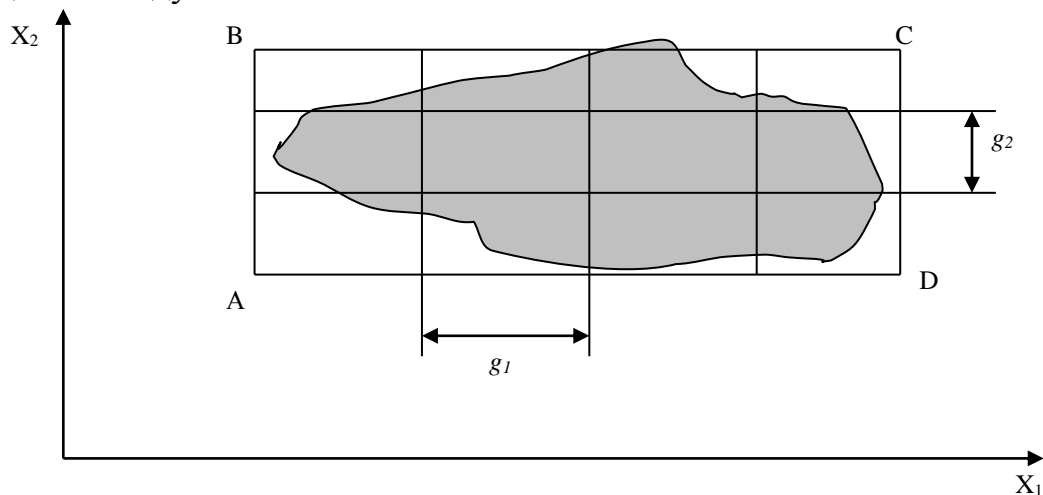


Рисунок 4.2. Схема выделения многомерного включающего параллелепипеда

2. Вводим $g_i, i = 1, \dots, n$ – величины ребер минимального единичного параллелепипеда, определяющие по каждому из признаков «область влияния» (порог) соответствующего типичного представителя совокупности.

3. Разбиваем «включающий параллелепипед» на единичные. Возможны различные варианты разбиения. Один из них опирается на исследование компактности разбиения общей совокупности.

4. Определяется типичный представитель для каждого из единичных параллелепипедов. Одним из возможных способов определения типичных представителей является алгоритм, основанный на использовании интервальных мер близости пространства признаков.

Выше указывалось, что информация о состоянии экономических объектов получается либо непосредственным измерением (наблюдением), либо экспертным опросом. Оба этих случая в той или иной степени подра-

зумевают наличие в полученной информации ошибки, то есть данные оказываются заданными в виде интервала, внутри которого заключено истинное значение. Достаточные основания для установления “точечного” истинного значения отсутствуют, так как для этого требуется привлечение дополнительной «незашумленной» информации. Все описанные ниже методы ориентированы как на точечное, так и на интервальное задание исходных данных, что соответствует специфике рассматриваемых задач.

Другой способ выделения совокупности типичных представителей основывается на методах кластерного анализа. Для каждого признака может быть введено пороговое значение, определяющее степень различия объектов по данному признаку, которые, по мнению эксперта, можно отнести к одному типу. Если значение порога хотя бы одного признака меньше интервала разброса его значений для разных точек признакового пространства, то следует ввести несколько типичных объектов для данной совокупности. Обобщая все вышесказанное, алгоритм выделения типичного представителя может выглядеть следующим образом:

1. Формирование признакового пространства.
2. Отображение в признаковом пространстве целевой области, которая, учитывая экспертный способ ее формирования, будет представлять собой набор точек (интервалов).
3. Задание вида и порогового значения меры близости.
4. Выбор произвольной начальной области, соответствующей конкретному отображенному в пространстве признаков объекту.
5. Проверка расстояния (с использованием выбранной меры) от этой области до всех остальных.
6. Все области, для которых рассчитанное расстояние меньше порогового значения меры, объединяются в один класс.
7. Области, принадлежащие выделенному классу, из дальнейшего рассмотрения исключаются.
8. Процедура повторяется с п.4 для оставшейся совокупности областей до тех пор, пока имеются не принадлежащие ни одному классу области.
9. Рассчитывается сумма расстояний между точками внутри классов, которая служит показателем компактности разделения предприятий на классы.
10. Процедура повторяется с п.4 для иной начальной точки (интервала).
11. Все полученные разбиения сравниваются по степени компактности, и выбирается оптимальный вариант.
12. Для каждого из полученных классов, соответствующего выбранному варианту разбиения рассчитываются типичные представители.

При большом количестве наблюдений данный алгоритм, возможно, окажется излишне громоздким из-за необходимости перебора всех имеющихся точек. В этом случае перспективным может оказаться использование принципов самоорганизации, когда выбор оптимального разбиения осу-

ществляется в результате многорядной селекции по внешнему критерию.

4.2. Информационная база исследований территориальных производственно-технологических комплексов: содержание, свойства, источники

Повышение роли информации в процессах принятия решений, наблюдаемое в настоящее время, привело к ужесточению требований к свойствам информационных массивов, смещению интересов исследователей в сферу разработки теоретических аспектов процедур получения, обработки информации. Кроме опосредованного использования информации в качестве базы разработки управленческих решений, сама информация является важным фактором воздействия на элементы экономических систем.

Информационные механизмы управления характеризуются размытостью границ подсистем, определяющих продвижение управляющих воздействий от системы к объекту управления. Их совместное действие формирует некоторую виртуальную среду, характеристики которой позволяют говорить о степени неопределенности ситуаций, в которых принимаются решения отдельными субъектами экономической деятельности. К элементам этой среды, рассматриваемой относительно некоторого конкретного предприятия, могут быть отнесены: средства массовой информации (телевидение, радио, газеты, журналы), Интернет, распространение устной информации в процессе деловых и личных контактов, коммуникаций, каналы продвижения деловой информации (курсы валют, ценных бумаг), специально собираемые сотрудниками и службами предприятия сведения, касающиеся профиля его деятельности (технологии, уровень развития конкурентов), рекламные материалы.

Рассмотрим некоторые существенные для процессов управления характеристики информационной среды, которые могут быть классифицированы как традиционные, унаследованные от свойств самой информации (адекватность, непротиворечивость, валидность, своевременность, полнота и пр.), так и специальные, отражающие свойства всего массива информации (емкость, потенциал информационной среды, характеристики каналов поступления информации, доступность ее для рассматриваемого предприятия и других субъектов экономической деятельности, отношение к различным сферам производства и др.).

Для выявления свойств информационной среды, существенных с точки зрения управления объектами экономической деятельности, рассмотрим процесс распространения информации в модельном представлении социально-экономической системы (рис. 4.3). Собственно экономическая система рассматривается как сложный многокомпонентный объект, допускающий выделение относительно целостных элементов. Все элементы системы взаимодействуют между собой посредством материальных и/или информационных потоков (на рисунке 4.3 с целью упрощения приведены не все из возможных межэлементных связей).

Пусть некоторый элемент системы (Э12 на рисунке 4.3) стал инициатором какого-либо события. Например, если Э12 – машиностроительный завод, то событием можно считать принятие решения об его акционировании, банкрот-

стве, ликвидации, расширении и пр. Другой элемент системы, например, Э44 – приемник информации, для которого наличие сведений о состоянии других элементов является фактором, уменьшающим неопределенность при принятии решений. Перемещение информации от источника к приемнику возможно по различным траекториям (жирная стрелка на рисунке 4.3). В процессе перемещения информация может подвергаться искажению, обобщению, упущению.

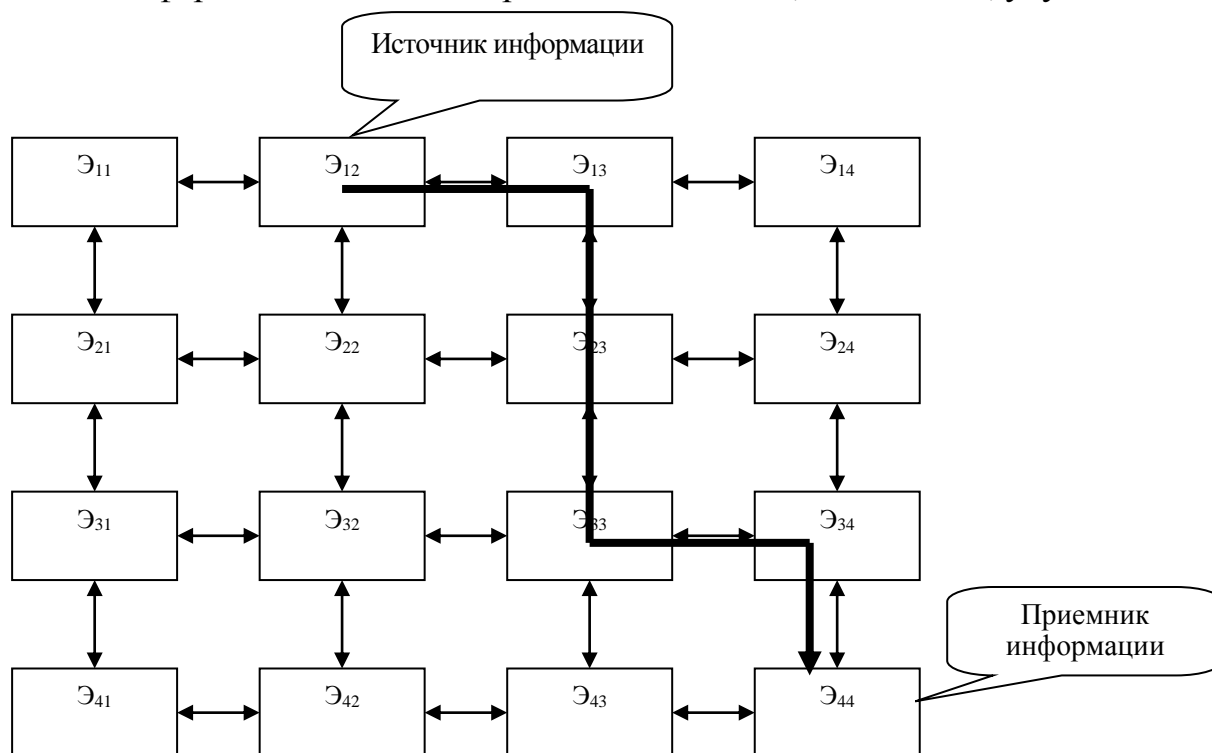


Рисунок 4.3. Модельное представление процесса распространения информации в социально-экономической системе

В результате элемент-приемник получает из различных источников (информационной среды) некоторое количество информации, которая в определенной степени влияет на процесс принятия решений. В работе эффект управленческого воздействия информации предлагается количественно оценивать как отношение результатов деятельности предприятия $P(I)$ при условии ее наличия (I^+) к соответствующим результатам при ее отсутствии (I^-):

$$\Theta = \frac{P(I^+)}{P(I^-)}. \quad (4.6)$$

Θ – безразмерная величина.

В таком случае, емкостью информационной среды управления логично считать объединение (сумму) всевозможных информационных воздействий, существующих в социально-экономической системе в нормальном режиме ее функционирования (стационарных правовых и экономических условиях) и отвечающих требованиям адекватности и оперативности:

$$E(I) = \bigcup_{i=1}^m I_i^+, \quad (4.7)$$

где I_i^+ , $i=1,2,\dots,m$ – отдельные информационные воздействия.

Формула (4.6) представляет собой обобщенный вариант оценки эффективности информационных воздействий и допускает конкретизацию по видам результатов (например, объемы налоговых поступлений в бюджет, финансовые показатели деятельности предприятия, уровень занятости и т.д.). Составив перечень данных видов эффектов, соответствующих приоритетам развития социально-экономической системы, получим некоторый набор показателей, характеризующих эффективность использования информации по различным направлениям $\mathcal{E}_1, \mathcal{E}_2, \dots, \mathcal{E}_n$. В признаковом пространстве, по осям которого откладываются данные виды эффективностей информационных воздействий, получим в общем случае многомерный параллелепипед (на рисунке 4.4 для простоты показан двухмерный случай), грани которого определяются в соответствии с формулой (25). Координаты представленного на рисунке 4.4 параллелепипеда (в двухмерном случае - прямоугольника) равны:

$$\mathcal{E}_1^0 = \max_I \mathcal{E}_1(I^+), \quad \mathcal{E}_2^0 = \max_I \mathcal{E}_2(I^+). \quad (4.8)$$

Поскольку различные информационные блоки могут быть взаимоисключающими, максимальный эффект по каждому из направлений определяется независимо от других. Это означает, что

$$I_1^+ \neq I_2^+, \quad \text{где } I_1^+ = \arg \max \mathcal{E}_1(I^+), \quad I_2^+ = \arg \max \mathcal{E}_2(I^+). \quad (4.9)$$

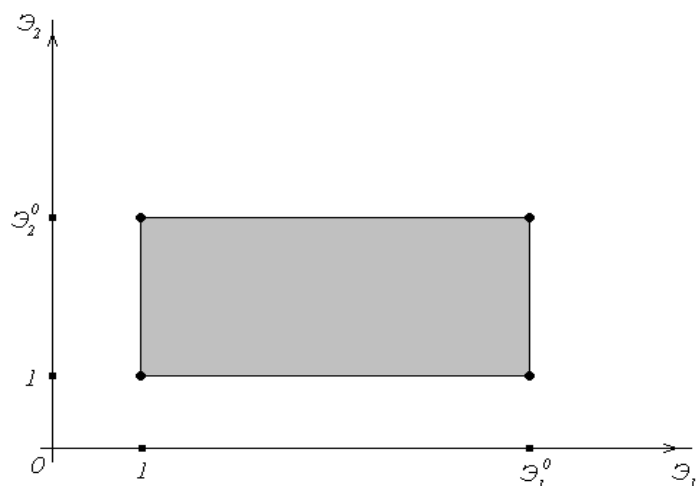


Рисунок 4.4. *Иллюстрация определения потенциала информационной среды управления*

В таком случае, потенциал информационных управляющих воздействий можно определить как некоторый функционал от вышеуказанных частных характеристик их эффективности, например, как объем полученного параллелепипеда (площадь прямоугольника на рисунке 4.4), длину наибольшей диагонали, сумму длин всех сторон и др.

Указанный потенциал информационной среды может варьироваться в зависимости от активности системы управления, определяя, тем самым, возможный ресурс изменений состояния социально-экономической системы в целом. Как следует из соотношений (4.6)-(4.9), перспективным направлением такого целенаправленного варьирования может быть изменение емкости информационной среды.

Среди известных видов ресурсов информационные занимают особое положение, поскольку подчиняются своим специфическим законам возникновения, распространения, использования. Информация является относительно новым видом ресурсов (по сравнению, например, с материальными, правовыми), информационное пространство еще не заполнено и допускает реализацию экстенсивного сценария без ущерба для всех компонентов системы. Кроме того, информационные ресурсы постоянно дополняются новыми их видами.

С точки зрения управления, важно не только наличие информации у субъекта принятия решений, но и его собственные возможности ее интерпретации, извлечения полезных знаний. В связи с этим, предлагается следующая структура функционально различных аспектов информационного обеспечения процессов управления (рис. 4.5).



Рисунок 4.5. Структура информационного обеспечения процессов управления

Представленные на рисунке 4.5 блоки имеют следующий смысл:

- данные, первичная информация - собираемые массивы значений параметров, характеризующих состояние экономической системы и допускающих решение широкого спектра задач. Как правило, источником формирования таких данных являются материалы отчетности отдельных предприятий и организаций, выборочные наблюдения, экспертные оценки, касающиеся работы как всей системы, так и отдельных ее подсистем;

- информация – сформированный массив данных, возможно предварительно обработанных, ориентированных на решение одной конкретной задачи (проблемы). Обработка состоит в формировании совокупности параметров и характеристик экономической системы (выборки), приведении данных к сопоставимому виду (масштабирование, нормирование). Наиболее часто встречающимися задачами являются: диагностика (оценка состояния объекта исследования), получение прогнозных оценок развития, сопоставление объектов (сравнительный анализ) и др. Выполнение перехода от данных к информации требует привлечения экспертов как носителей знаний. Это отличает их роль от выполняемой в предыдущем этапе – формализация трудноизмеримых данных о состоянии исследуемого объекта;

- знания, имеющие форму высказываний, моделей, структурных схем и пр. Основное отличие результатов выполнения данного этапа – возможность расширения границ сферы использования знаний: применение их к новым объектам, либо к периодам времени, в течение которых объект не наблюдал-

ся (прогноз, интерполяция). Процесс получения таких знаний включает следующие этапы (рис. 4.6): 1) формируется система гипотез, предположений, ограничений, которая определяет правила обработки имеющихся знаний и информационных массивов; 2) используется полученная в результате выполнения предыдущего этапа информация, представляющая собой данные как числовой, так и нечисловой (опыт исследователя, экспертные оценки ситуации) природы; 3) определяются закономерности, полученные на основе первых двух блоков путем обработки формализованными методами базы. Очевидно, данный процесс также невозможен без использования экспертов, но их роль, как и в предыдущем случае, приобретает новые качества. Применение опыта и интуиции экспертов заключается в формировании с их помощью системы гипотез и ограничений, которые, как правило, базируются на знаниях, полученных специалистами в предыдущие периоды времени и проверенные в той или иной степени практикой. Формализованные методы обработки могут определяться широким спектром различных процедур, от достаточно простых (ранжирование, группировки) до имеющих развитый математический аппарат (корреляционно-регрессионный анализ).

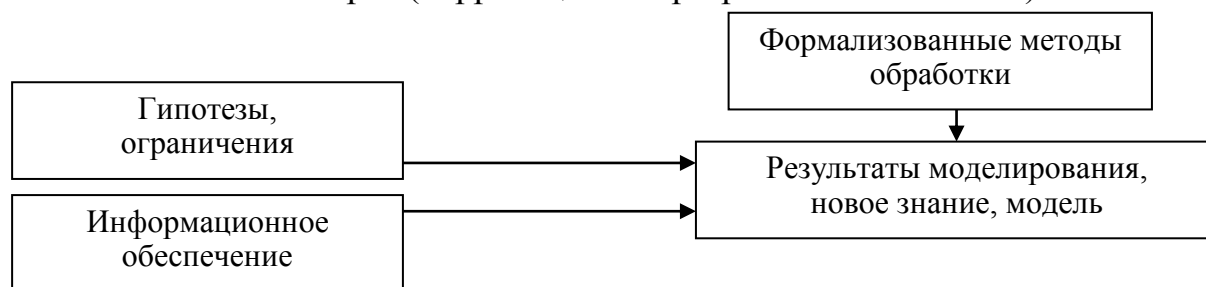


Рисунок 4.6. Блок-схема процесса моделирования

Таким образом, каждый из этапов требует совместной обработки как статистических данных – первичных характеристик объекта исследования, так и полученных с помощью экспертов. Основная доля используемых статистических данных приходится на выполнение первого из этапов. Анализ их функционального предназначения позволяет наряду со стандартными требованиями, предъявляемыми к информации (своевременность, сопоставимость, валидность, точность), сформулировать специфическое, а именно: данные должны обеспечивать возможность решения широкого круга задач. Рассмотрим, насколько этому требованию соответствуют массивы информации органов официальной статистики. В качестве примера ниже используются статистические материалы о функционировании конкретного региона – Ростовской области.

Своевременность – одно из наиболее существенных при построении прогнозов свойств информации. Поскольку региональные отделения Госкомстата являются частью федеральной структуры, публикация данных о состоянии региональной экономики (а также других данных, связанных с отражением социальных вопросов) производится после их концентрации, согласования в центральном органе. Как показывает опыт, данные процедуры занимают до полугода. Таким образом, не имеет смысла рассматри-

вать задачи оперативного прогнозирования, направленные на решение проблем ближайшего будущего – они информационно не обеспечены. Единственным выходом в данном случае является самостоятельное проведение органами власти, информационно-аналитическими и научными организациями мероприятий – наблюдений, опросов и пр.

Необходимость использования при принятии решений разнородной информации требует сопоставимости отдельных характеристик между собой. Причинами возникновения несопоставимости используемых параметров являются использование различных единиц измерения (натуральных, стоимостных), разные масштабы измерений (фактические или сопоставимые цены), моменты измерений (месяц, квартал, год). Детализация информации по различным признакам также часто не позволяет совместно использовать различные параметры. Наиболее распространенными признаками детализации являются отраслевая (информация приводится в разрезе отраслей), административно-территориальная (в разрезе районов), по формам собственности.

Валидность также представляет собой существенное свойство информации. К сожалению, даже устоявшаяся терминология, используемая для структурирования массивов данных, не в полной мере отвечает потребностям прогнозирования и принятия управленческих решений. Различные используемые методики измерений вносят в каждый параметр дополнительные нюансы, незнание которых снижает эффективность процессов управления, смещает их результат от ожидаемого.

Информационное обеспечение синтеза прогнозирующих моделей балансового типа (3.10)-(3.15) может осуществляться по нескольким направлениям (рис. 4.7). Первый этап определяется избранным подходом к разработке модели. Далее возможны равноправные, с точки зрения дальнейшей обработки, пути – сбор информации о валовых выпусках отраслей и составляющих вектора конечного спроса (X , Y) или же об индексах цен (P) и долях добавленной стоимости в валовых выпусках (R). Выбор коллектива разработчиков в пользу последнего был сделан на основе учета совокупности задач, которые необходимо решать в процессе разработки сценарных прогнозов, а также в силу отсутствия по объективным причинам части информации о конечном потреблении (например, о потреблении домашними хозяйствами) в органах государственной статистики.

Основным источником информации реализованной модели балансового типа является Государственный комитет по статистике Ростовской области. В настоящее время по результатам согласований целей прогнозирования и имеющихся возможностей выделена совокупность отраслей экономики Ростовской области, которые достаточно репрезентативны и обеспечены необходимой информацией. К сожалению, возникли и некоторые трудности:

1. Каждый элемент конечного спроса y_i равен сумме конечного потребления (y_{i1}), валового накопления (y_{i2}), чистого экспорта (y_{i3}):

$$y_i = y_{i1} + y_{i2} + y_{i3}.$$

Имеющаяся информация недостаточна для такого представления. Данные о структуре конечного спроса отсутствуют, поэтому он будет представляться в модели одним обобщенным столбцом.

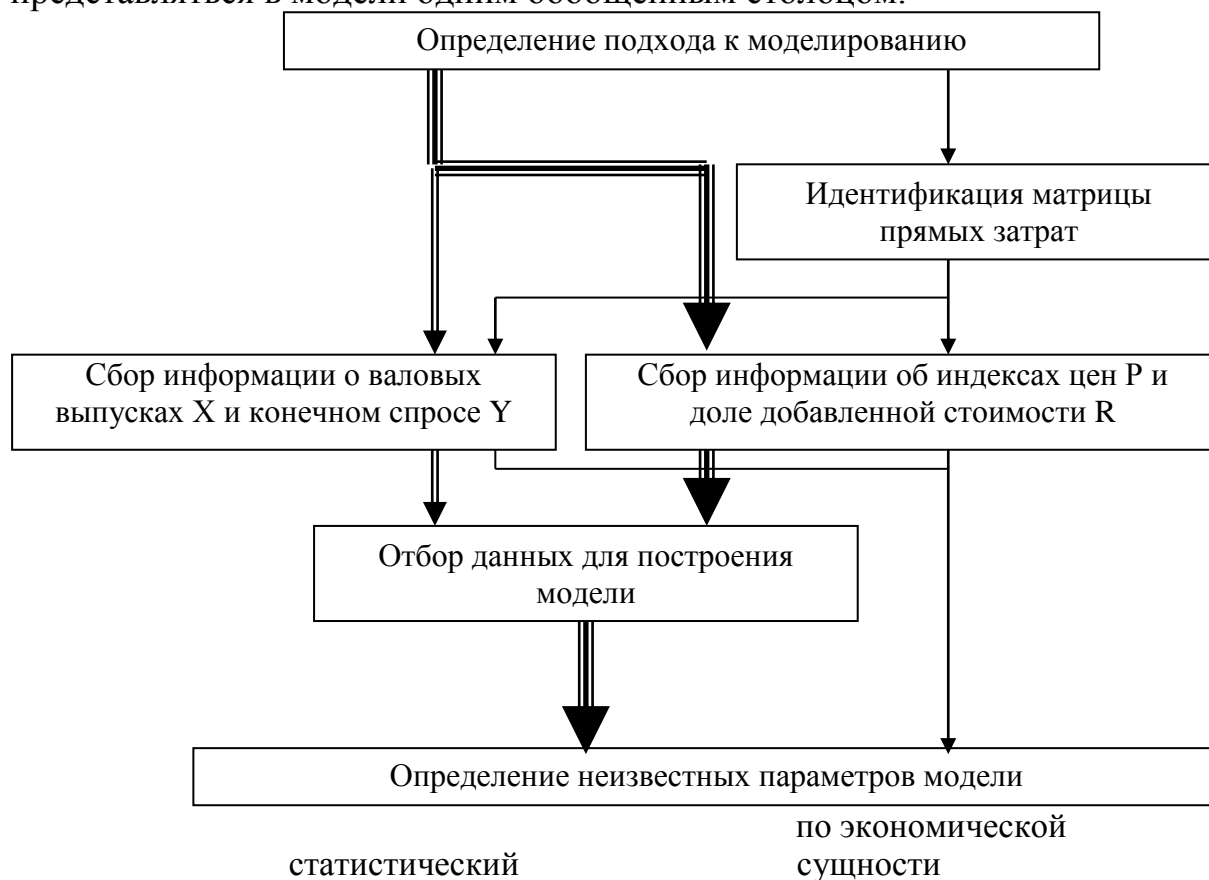


Рисунок 4.7. Блок-схема формирования совокупности данных для моделирования

2. Аналогичная ситуация наблюдается и по компонентам добавленной стоимости, включающей оплату труда наемных работников, налоги на производство, субсидии на производство, чистую прибыль, чистый смешанный доход, потребление основного капитала, налоги на продукты, субсидии на продукты. Данные показатели войдут в модель в виде суммы и будут представляться одной строкой.

3. Централизованно проводимые преобразования в системе национального (и регионального в том числе) счетоводства не обеспечивают однородность информации по отдельным отраслям (оптовая и розничная торговля) во времени. Кроме того, по всем отраслям длина рядов ограничена ежемесячными данными двухгодичного периода.

4. По некоторым отраслям (здравоохранение, образование) существуют разнородные механизмы установления цен на продукцию (рыночный и нерыночный секторы), обуславливающие значительные разбросы показателей.

Как следует из вышеизложенного материала, основной задачей является прогнозирование социально-экономического развития Ростовской области, что обуславливает использование временных рядов наблюдений за какими-либо факторами. В связи с этим актуализируются проблемы нестационарности

протекающих процессов, то есть изменения с течением времени объективно существующих закономерностей и, соответственно, их формальных описаний.

Стремление к снижению негативных проявлений нестационарности определяет необходимость использования относительно коротких рядов данных за период времени, в течение которого изменения в отраслевой структуре, способах и технологиях производства несущественны. Данное положение вступает в противоречие с необходимостью увеличения адекватности прогнозных моделей, что возможно при увеличении числа наблюдений за ходом процесса развития региональной экономики. В рамках рассматриваемого проекта был использован компромиссный вариант – данные, отражающие отраслевые показатели развития экономики Ростовской области, собирались за последние два года, а увеличение их количества достигалось за счет уменьшения интервала между наблюдениями до одного месяца. К сожалению, в госкомстате Ростовской области отсутствует информация по подотраслям промышленности, структура которой существенна для решаемой задачи.

Выпуск в различных подотраслях промышленности, выраженный в фактических ценах, и индекс физического объема выпуска позволили оценить индексы цен на их продукцию. Периодичность измерения данных показателей – один год, время наблюдений – с 1998 по 2002 гг. включительно. С целью обеспечения сопоставимости результатов моделирования и облегчения процессов их проверки и интерпретации, в качестве основы принят стандарт СНС-93. Органы госстатистики в настоящее время располагают в достаточной степени детализированной информацией по основным видам деятельности, отражающим функционирование региональной экономики (формы расчета валового регионального продукта). Период и время наблюдений аналогичны вышеуказанным. В результате сопоставления величин валовых выпусков экспертным путем была установлена совокупность отраслей, подлежащих анализу (табл. 4.2). Как следует из предыдущего раздела, в качестве основных параметров, необходимых для построения ценовой модели межотраслевого баланса, выбраны индексы цен и доли добавленной стоимости в выпуске. В таблице представлены особенности имеющейся информации. Наибольшие проблемы связаны с анализом подотраслей промышленности. В дополнение к материалам госкомстата, коллектив исполнителей располагал детальной информацией о ввозе/вывозе продукции в Ростовскую область и за ее пределы. Кроме того, по отдельным показателям, допускающим однозначную интерпретацию в терминах межотраслевых связей (очевидные межотраслевые потоки), использована информация о продукции, поставляемой на собственную территорию. В совокупности с такими эвристическими дополнениями объем имеющегося массива данных достиг уровня, достаточного для построения модели межотраслевого баланса.

Следующий круг проблем определяется свойствами самой информации. Рассматривались ее основные показатели качества - адекватность целям и методам анализа, точность, оперативность получения. При составлении моделей межотраслевого баланса описываются так называемые «чистые» отрасли, то есть производящие единственный продукт по единственной технологии. Очевидно, данное положение накладывает определенные

ограничения на показатели, описывающие функционирование хозяйственных отраслей. Имеющаяся информация не позволяет оценить степень ее адекватности условиям применимости балансовых моделей. Сама по себе проверка представляет собой отдельную, сложную, многоаспектную задачу.

Таблица 4.2 - Особенности информационного обеспечения построения ценовой модели МОБ

№ п/п	Наименование отрасли, подотрасли	Наличие данных с периодом наблюдения 1 месяц	Наличие данных с периодом наблюдения 1 год	Наличие информации об индексах цен	Наличие информации о долях добавленной стоимости
1	Электроэнергетика	-	+	+	-
2	Топливная промышленность	-	+	+	-
3	Черная металлургия	-	+	+	-
4	Цветная металлургия	-	+	+	-
5	Химическая и нефтехимическая промышленность	-	+	+	-
6	Машиностроение и металлообработка	-	+	+	-
7	Лесная, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность	-	+	+	-
8	Промышленность стройматериалов	-	+	+	-
9	Легкая промышленность	-	+	+	-
10	Пищевая промышленность	-	+	+	-
11	Сельское хозяйство	+	+	+	+
12	Строительство	+	+	+	+
13	Транспорт	+	+	+	+
14	Связь	+	+	+	+
15	Сфера обращения, включая коммерческую деятельность	+	+	+	+
16	Жилищно-коммунальное хозяйство	+	+	+	+
17	Наука и научное обслуживание	+	+	+	+
18	Здравоохранение, физическая культура и социальное обеспечение	+	+	+	+
19	Образование	+	+	+	+
20	Культура и искусство	+	+	+	+
21	Управление	-	+	+	+

Точность информации является другим важным показателем ее качества. По оценкам специалистов Госкомстата, ошибка в данных может достигать 20%, что обусловливается вкладом неформального сектора экономики региона, малых предприятий.

Помимо этой причины, можно указать и отличия в методиках расчета основных показателей, что чаще проявляется при использовании данных из разных источников. Так, например, представляемые госкомстатом индексы физического объема производства продукции по области за 2001 год отличаются от опубликованных на официальном сервере⁶ администрации Ростовской области (табл. 4.3).

Таблица 4.3 - Данные индексов физического объема по отраслям промышленности в 2001 году

Отрасль промышленности	Данные госкомстата	Данные администрации Ростовской области
Электроэнергетика	128,1	126,4
Топливная промышленность	99,9	99,5
Черная металлургия	107,7	110,5
Цветная металлургия	118,4	119,0
Химическая и нефтехимическая промышленность	105,3	108,1
Машиностроение и металлообработка	161,5	168,6
Лесная, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность	112,6	127,8
Промышленность строительных материалов	104,8	106,9
Легкая промышленность	115,4	127,6
Пищевая промышленность	104,8	106,4

Наиболее существенным недостатком информационного обеспечения является низкая оперативность в отражении ситуации. Так, практика показывает, что на апрель-июнь текущего года в органах статистики имеется лишь оценка показателей за предыдущий год. Утвержденные официальные цифры, пригодные для анализа, появляются еще позднее. Таким образом, разработка краткосрочных прогнозов теряет всякий смысл. Нестационарность процессов и, в силу этого, необходимость использования коротких выборок делает также трудновыполнимой задачу среднесрочного и долгосрочного прогнозирования, без чего практически невозможна научно обоснованная разработка стратегии социально-экономического развития региона.

Все вышеперечисленные причины вызвали необходимость разработки специальных методов моделирования и отбора данных для моделирования, основанных, кроме чисто математических и экономических предположений, на положении об однородности методов сбора и обработки информации, которые позволяли бы выявлять скрытые закономерности в рядах данных (систематические ошибки) и корректно проводить процедуры верификации модели.

Одна из серьезных проблем информационного обеспечения – наличие погрешностей, обусловленных высокой степенью неопределенности условий протекания экономических процессов на региональном уровне, их

⁶ <http://www.donland.ru>

динамичностью и другими факторами. В основу восстановления параметров балансовой модели в данной работе положена идея фильтрации, отыскания общих закономерностей в совокупности всей информации, проводимой средствами регрессионного анализа, адаптированными с учетом особенностей решаемой задачи. Полученное при этом решение, как правило, может не совпадать ни с одним из первоначальных значений параметров состояния. Суть предложенного подхода состоит в минимизации таких несовпадений.

Отклонения результатов моделирования от фактических данных, таким образом, в значительной степени определяются ошибками в исходной информации. Для тестирования данной зависимости коллективом исполнителей проводился имитационный эксперимент по следующей схеме:

1. Генерируется случайным образом матрица прямых затрат, состоящая из коэффициентов, характеризующих взаимодействие одиннадцати отраслей экономики. Количество отраслей определяется исходя из структуры и качества имеющейся информации (см. табл. 4.3). Диапазон изменения значений коэффициентов соответствует условиям продуктивности.

2. По сформированной матрице прямых затрат определяются доли добавленной стоимости в выпуске на текущий момент. Индексы цен для данного состояния принимаются равными 1.

3. Генерируя различные варианты изменения индексов цен, получаем расчетным путем новые значения долей добавленной стоимости. Диапазон изменения индексов цен устанавливается от 0.9 до 1.1. Общее количество генерируемых рядов данных определяется в соответствии с реальной информацией и равно 30. Таким образом, получим таблицу следующего вида:

Таблица 4.4 - Структура исходной информации для моделирования

№п/п	Индексы цен	Доли добавленной стоимости в выпуске
1	p_1	r_1
2	p_2	r_2
...
30	p_{30}	r_{30}

Зависимость между указанными факторами существует и определяется в соответствии с моделью межотраслевого баланса.

4. Данные таблицы 4.4 соответствуют случаю отсутствия ошибок. Восстановление по ним первоначального баланса происходит точно, то есть какие-либо отклонения в данном случае отсутствуют. Для имитации влияния разного рода ошибок к каждому элементу таблицы 4.4 добавляется случайная составляющая, средний уровень которой можно регулировать. Полученные в результате этого данные также группируются в соответствующей таблице. Вся предыдущая информация «забывается». Для моделирования используется лишь эти зашумленные значения, что, на наш взгляд, в достаточной степени соответствует информации, собираемой в условиях реально функционирующей региональной экономики.

5. По информации, оставленной после выполнения предыдущих пунктов, составляется модель межотраслевого баланса.

6. Элементы матрицы прямых затрат полученного балансового соотношения сопоставляются с первоначально сгенерированными, эталонными значениями (пункт 1 алгоритма). Вычисляются значения критериев, характеризующих качество восстановления параметров баланса. В ходе эксперимента определяются среднее значение абсолютного отклонения, средняя относительная ошибка, максимальное значение отклонения.

7. Для получения статистически значимых результатов данный эксперимент проводится многократно (по определению отдельных параметров до 1500 раз) с усреднением получаемых характеристик.

После выполнения расчетов и имитационного эксперимента можно сформулировать следующие выводы:

- при отсутствии ошибок в исходных данных модель межотраслевого баланса восстанавливается полностью, отклонений нет. Данный факт подтверждает работоспособность предложенных методов построения балансовых моделей;

- зависимость средней ошибки определения коэффициентов модели от уровня шума исходной информации линейна, что связано с линейностью структуры модели. Данный факт говорит о том, что не происходит «лавинообразного» роста ошибок при их увеличении в исходной информации;

- средняя ошибка коэффициентов превышает первоначальный уровень шума. Соотношение для большинства случаев лежит в пределах от 1,2 до 2 и определяется абсолютными значениями коэффициентов прямых затрат. При увеличении равномерности распределения данное соотношение снижается. Это соответствует случаю наличия в экономике отраслей, в равной степени связанных друг с другом технологически, отсутствием технологически независимых производств, а также равномерностью/неравномерностью распределения продукции между промежуточным и конечным потреблением, характер влияния которого на исследуемое соотношение аналогичен описанному.

Учитывая, что отклонение имеющихся значений факторов от действительных может достигать 20% и в соответствии с проведенным экспериментом, это может привести к отклонению значений технологических коэффициентов на величину до 30% от их первоначального значения. Отклонения такой величины делают первый квадрант межотраслевого баланса (таблица 3.14) практически неузнаваемым. Несмотря на это, отклонения в конечных результатах расчетов (определение индексов цен и долей добавленной стоимости в валовых выпусках), как правило, не превышают 8-10%. Связано это с тем, что при определении входных/выходных факторов ценовой модели МОБ (индексы цен и доли добавленной стоимости) происходит многократное суммирование их отдельных составляющих.

Другим путем оценки чувствительности результатов моделирования к ошибкам в исходных данных является аналитический. Полученные в результате его использования для данных реальной балансовой модели (таблица 4.5) показатели качества хорошо согласуются с результатами вычислительных экспериментов. Так, увеличение средней ошибки, определенной в соответствии с формулой (4.5) дает значение 1.2755.

Таблица 4.5 - Межотраслевой баланс Ростовской области на 2001 год, млн. руб.

	Электроэнергетика	Топливная промышленность	Черная металлургия	Цветная металлургия	Химическая и нефтехим. пром-ть	Машиностроение и металлообработка	Лесная, деревообр. и ЦБ пром-ть	Промышленность стройматериалов	Легкая промышленность	Пищевая промышленность	Сельское хозяйство	Строительство	Транспорт	Связь	Сфера обращения, комм. деятельность	ЖКХо	Наука и научное обслуживание	Здравоохран., соцобеспечение	Образование	Культура и искусство	Управление	Вывоз	ввоз	Конечное потребление	Валовой выпуск
Электроэнергетика	137,55	421,56	566,19	175,79	168,66	211,03	44,44	77,21	99,77	3330,22	2658,02	1000,30	919,36	59,46	849,00	587,30	128,78	414,26	355,44	30,69	134,49	0	58,9	1286,474	13714,9
Топливная промышленность	110,96	83,79	0,00	15,65	11,82	97,71	0,00	0,00	0,00	0,15	379,06	0,00	0,00	0,09	107,49	0,00	22,83	38,74	5,14	0,00	984,3	4437	446,7615	4772,9	
Черная металлургия	525,06	115,83	835,86	108,61	119,50	1486,77	125,24	321,13	0,00	0,00	686,69	1102,52	359,51	55,88	319,28	102,66	82,80	162,40	25,47	7,40	0,00	305,4	39,9	133,3103	6410,4
Цветная металлургия	273,87	99,42	0,00	43,67	44,07	0,77	0,36	0,00	0,00	401,88	766,88	240,17	45,35	10,79	93,62	118,64	0,72	71,73	43,73	6,04	0,22	0	0	274,6602	2536,6
Химическая и нефтехим. пром-ть	189,98	73,99	0,00	29,79	29,32	0,62	0,56	0,00	0,00	128,68	574,26	122,85	11,04	5,17	35,87	89,41	0,00	48,41	33,50	4,43	0,00	620,5	1600,2	275,3276	2632,9
Машиностроение и металлообр.	1137,96	298,39	1463,24	214,59	232,78	3680,73	168,15	348,54	0,00	0,00	1949,63	2000,25	624,04	100,31	633,18	307,15	133,94	336,17	94,06	19,02	0,00	11400,9	5679,8	13736,38	21757,4
Лесная, деревообр. и ЦБ пром-ть	2,97	42,18	0,00	0,00	5,37	0,00	0,02	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40,15	0,00	3,04	8,00	0,00	0,00	75	1341,9	-11,5566	1357,3	
Пром-ть стройматериалов	222,23	52,00	0,00	34,83	34,72	404,70	21,00	12,22	0,00	0,00	414,32	178,48	30,67	7,79	115,30	51,51	0,09	56,30	18,73	3,10	0,00	199,9	799,7	100,2975	2358,1
Легкая промышленность	0,00	0,35	171,42	23,61	32,12	136,48	79,41	243,72	1339,74	1,48	0,00	435,53	172,92	25,16	0,00	0,00	55,48	22,43	0,43	0,00	143,34	8,5	95,8	75,98208	3046,9
Пищевая промышленность	766,86	212,95	0,50	128,19	135,06	377,95	49,98	0,00	0,14	1767,68	1516,42	1011,85	285,72	49,53	424,24	234,12	47,71	211,76	80,18	12,94	0	172,9	11885,4	19372,1	

Сельское хозяйство	966,54	237,57	627,51	175,95	191,58	2978,68	119,06	204,81	0,00	289,52	1555,44	1659,34	519,91	82,83	598,45	239,90	107,69	282,18	72,27	15,37	0,00	98,9	7,6	24618,41	35451,7
Строительство	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,4	9,9	20475,5	20476
Транспорт	982,67	0,00	0,00	169,90	202,99	640,11	76,37	0,19	0,00	3535,44	1851,94	2292,85	888,81	120,53	1176,21	0,00	0,00	297,78	0,00	0,00	0,00	0	532,2	573,4039	13341,4
Связь	405,23	254,85	0,00	62,94	52,32	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	1144,37	0,00	0,59	0,23	0,00	370,99	0,00	123,88	152,72	16,37	0,00	0	34	470,6853	3089,3
Сфера обращения, коммунальщики	2718,62	422,55	1143,63	503,80	570,60	6743,86	332,77	524,40	0,00	4417,61	4377,50	5829,36	1992,02	284,67	2663,20	305,43	244,02	811,60	100,35	25,36	0,00	0	0	3519,332	37530,7
ЖКХ	427,03	192,11	0,00	61,82	56,72	0,00	0,11	0,00	0,00	202,59	1316,60	0,00	0,23	3,34	0,00	276,94	0,00	126,85	122,50	12,09	0,00	0	8,5	4014,37	6821,8
Наука и научное обслуживание	154,12	0,45	0,00	16,14	25,26	0,00	0,17	0,00	0,00	392,54	533,45	0,00	44,58	22,52	3,21	0,19	0,10	56,94	0,00	0,00	0,00	0	0	685,0315	1934,7
Здравоохранение, социальное обеспечение	204,27	110,95	0,00	32,99	28,27	0,25	0,11	0,19	0,00	10,64	530,33	0,00	1,04	0,24	0,84	167,87	0,00	72,95	81,97	6,93	0,00	0	0	4973,775	6223,6
Образование	0,00	242,87	0,57	23,15	4,65	0,00	0,00	0,00	0,00	1,23	2,02	1,90	1,27	0,12	3,38	341,59	0,00	0,00	98,83	17,79	0,00	0	0	5158,65	5898
Культура и искусство	0,32	259,60	0,00	7,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,09	0,00	0,00	0,00	0,00	3,03	326,05	0,00	0,00	19,88	22,60	0,00	0	0	233,803	874
Управление	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,52	4,48	39,26	662,20	0,00	0,00	0,00	0,00	3,71	0,00	0,00	167,75	0,00	0,00	0,00	2769,54	0	0	2296,851	5945,3
Всего III	9226,22	3121,42	4808,91	1829,05	1945,82	16761,18	1022,23	1772,02	2101,84	14480,74	20256,93	15875,41	5897,05	832,38	6918,82	3667,38	969,08	3121,53	1346,80	205,27	3047,59				
Заработная плата	2002,38	696,84	935,92	370,34	384,40	3176,58	198,17	344,28	444,85	2828,33	5069,59	4566,15	2614,91	871,18	11259,21	1412,11	597,82	1742,61	2441,77	266,57	2152,20				
Отчисления на социальные нужды	740,60	257,74	346,16	136,98	142,18	1174,90	73,29	127,34	164,53	1046,09	1311,71	1515,22	933,90	296,57	1576,29	484,35	207,01	398,31	772,64	83,03	600,48				
Оплата труда наемных работн.	2742,98	954,58	1282,08	507,32	526,58	4351,48	271,46	471,62	609,38	3874,42	6381,31	6081,37	3548,81	1167,76	12835,50	1896,46	804,84	2140,92	3214,41	349,60	2752,67				
Потребление основного капитала	493,74	171,82	230,77	91,32	94,78	783,27	48,86	84,89	109,69	697,40	2020,75	348,09	3241,96	197,72	1200,98	313,80	48,37	242,72	141,55	34,96	101,07				
Другие сост. добавл. стоимости	891,47	277,89	292,95	156,90	155,51	-26,67	87,41	178,94	69,95	4930,65	2621,12	1574,68	1308,26	1024,04	10681,65	577,42	349,83	852,71	1090,91	273,54	665,87				
Валовой выпуск	13714,90	4772,90	6410,40	2536,60	2632,90	21757,40	1357,30	2358,10	3046,90	19372,10	35451,70	20476,00	13341,40	3089,30	37530,70	6821,80	1934,70	6223,60	5898,00	874,00	5945,30				

4.3. Совершенствование методов анализа и прогнозирования развития экономических систем на основе интервальной формы представления информации

Одним из перспективных инструментов анализа сложных объектов являются, на наш взгляд, интервальные методы. Это обусловлено тем, что экономические системы обладают рядом свойств, приводящих к невозможности устранения неопределенности их состояния. Наиболее существенные из них следующие:

1. *Открытость* экономических систем, заключающаяся в наличии значительных воздействий на объект исследования извне, величина которых и отсутствие априорной информации о законах их распределения не позволяют пренебречь ими или считать «шумами». Последствия таких воздействий могут привести к изменению не только параметров, но и самой структуры функционирующего объекта. При этом структура и параметры понимаются не только как математические категории, но и как категории экономические. Например, давно существующий в г. Майкопе редукторный завод «Зарем» достаточно успешно функционировал в условиях плановой экономики. Но наступили «внешние воздействия» – уменьшились объемы выпуска, численность работающих и т.д. (изменение параметров), завод акционировался, появилось значительное число дочерних структур – «Зарем-металлоконструкция», паркетный цех, цех выпечки хлебобулочных изделий и пр. (изменения структуры).

Известно, что задачи оптимизации, а к этому классу может быть отнесен и регрессионный анализ, имеют смысл лишь для объектов замкнутых, подразумевающих их адекватное выделение из среды. Поскольку постановка задач оптимизации в традиционном их понимании практически отсутствует, речь может идти об обеспечении живучести предприятия, то есть об интервальном регулировании параметров и характеристик (в том числе структурных) объекта управления. Данный вывод можно распространить на экономические системы большего масштаба, являющиеся объектом исследования данной работы;

2. *Отсутствие априорной информации* о законах распределения содержащихся в исходных данных ошибок. Многие методы (в том числе и регрессионный анализ) имеют достаточно жесткие предпосылки применения – нормальный закон распределения с нулевым средним и постоянной дисперсией. Проверка выполнения данных предпосылок представляет собой непростую задачу. Интуитивно понятно, что скорее они не выполняются, чем наоборот. Желательно, поэтому, иметь математический аппарат, который исключил бы сомнения в правомерности его применения для анализа разнообразной информации об экономических объектах.

Выходом из положения может служить предлагаемый ниже подход, основанный на представлении исходных данных в виде величин с произвольным законом распределения. Проиллюстрируем это на примере определения экспертами некоторого понятия. Тремя экспертами даны следующие параметры: 10-40%, 20-60%, 30-80%. В таком случае, получим интервал 10-80% с различной встречаемостью промежуточных значений. Заметим, что по сравнению с использованием известных интервальных методов, данный способ задания величин учитывает и характер распределения.

Определены элементарные операции над такими величинами. Однако для составления модельных представлений этого недостаточно. Процесс создания математической модели содержит несколько обязательных блоков – определение целей (управление, прогноз, идентификация), построение критериев, их согласование, сбор информации, собственно моделирование и др. К сожалению, пока нельзя говорить о готовности некоторой полной методологии создания таких моделей, но излагаемый материал способен послужить для этого толчком. Приводимые ниже методы составляют сущность отдельных блоков, представляющих собой действительно отдельные, в принципе, независимые процедуры. Хотя нижеследующие методы и могут использоваться совместно, все же это не является для них правилом.

Постановка задачи поиска оптимального режима функционирования для открытых систем. Одной из характерных особенностей любой сложной системы следует считать многомерность. Наиболее перспективным подходом к исследованию таких объектов, по нашему мнению, является представление информации в так называемом признаковом пространстве, по осям которого откладываются значения отдельных факторов (признаков).

Рассмотрим следующий иллюстративный пример. Пусть некоторая система характеризуется набором параметров x_i , $i = 1, 2, 3$. Каждому ее состоянию соответствует совершенно определенный набор значений этих параметров x_1^0 , x_2^0 , x_3^0 . В силу описанного выше свойства неопределенности, исследователь вместо точных их значений располагает информацией о предельных значениях факторов $[\underline{x}_1^0, \overline{x}_1^0]$, $[\underline{x}_2^0, \overline{x}_2^0]$, $[\underline{x}_3^0, \overline{x}_3^0]$, где черта сверху и снизу – верхняя и нижняя границы параметра, соответственно. Таким образом, вместо точек в пространстве признаков будем располагать параллелепипедами (рис. 4.8). Отмечая изменение координат во времени, получим интервальную траекторию.

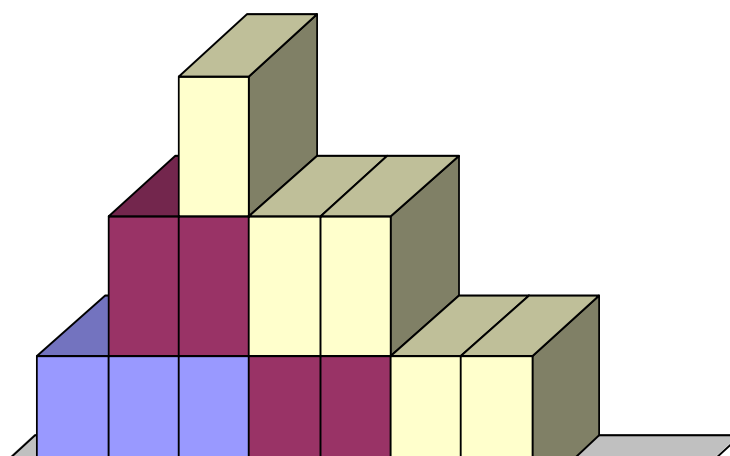


Рисунок 4.8

Помимо способа отображения ситуации, необходимо уметь соотносить различные объекты или состояния одного и того же объекта в разные моменты времени между собой. Иными словами, признаковое пространство должно быть дополнено мерой близости. Введение адекватной объекту исследования меры сравнения делает данный подход мощным инструментом исследования.

Каждому состоянию ставятся в соответствие некоторые показатели качества, анализируя которые можно сделать заключение об успешности функционирования экономической системы, наличии или отсутствии кризисных тенденций.

Согласование показателей качества представляет собой отдельную задачу. Ниже излагается следующий способ ее решения:

1. Формируем критерии качества функционирования объекта. В результате получаем систему критериев, имеющих вид:

$$J_i = J_i(x_1, x_2, \dots, x_n), \quad i=1, \dots, N \quad (4.10)$$

где N – число критериев, x – координаты (признаки, факторы) системы, объекта.

2. Приводим критерии к одному типу, то есть записываем сформированную систему таким образом, чтобы требовалось минимизировать все критерии (не одновременно). Очевидно, этого всегда можно добиться соответствующим выбором знаков перед критериями.

3. Устанавливаем два вида пороговых значений для каждого критерия. Первое значение (M_{1i}) определяет зону нечувствительности алгоритмов управления. Второе значение (M_{2i}) отражает допустимые значения критерия. Некоторые ограничения уже существуют, другие продиктованы свойствами объекта, третьи должны определяться на основе мнения экспертов. После выполнения этого пункта получаем системы неравенств:

$$\begin{aligned} J_i &= J_i(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq M_{1i} \\ J_i &= J_i(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq M_{2i} \end{aligned} \quad (4.11)$$

4. Решаем полученные системы неравенств, то есть определяем некоторые области $D_{ij}, j=1, 2, i=1, \dots, N$ (рис. 4.9) в признаковом пространстве.

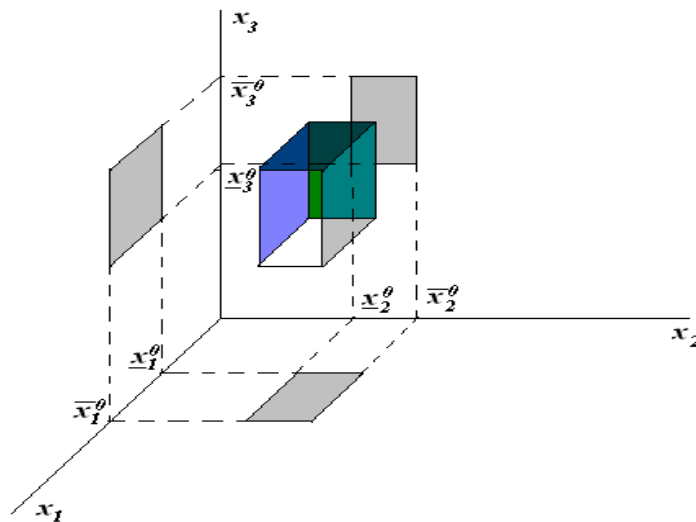


Рисунок 4.9. *Иллюстрация интервального представления данных в пространстве признаков*

5. Все критерии (4.10) разбиваем на два класса – совокупность противоречивых критериев (выполнение которых требуется одновременно) и совокупность дополняющих критериев (требуется найти решение, удовлетворяющее хотя бы одному из критериев). Например, J_1 – величина себестоимости продукции, J_2 – прибыль от ее реализации. Эти критерии могут находиться в отношении противоречия или дополнения друг друга. Действительно, пусть

$x_1(x_2)$ – затраты на выпуск продукции в количестве x_2 , а x_3 – цена реализации продукции. Тогда $J_1 = \frac{x_1(x_2)}{x_2}$, а $J_2 = x_3 \cdot x_2 - x_1(x_2)$. Данные зависимости построены на основе использования экономического смысла критериев. Очевидно, минимум J_1 и максимум J_2 достигаются при различных значениях x_2 . Если, например, на предприятии поставлена задача: «достичь минимальной себестоимости и максимальной прибыли», то критерии противоречивы. Формулировка «достичь или максимальной прибыли или минимальной себестоимости» делает их дополняющими друг друга. Таким образом, разбиение критериев на два класса зависит от решаемой задачи.

6. В случае противоречивых критериев пересечение всех областей образует область D , соответствующую компромиссному удовлетворению всех критериев. $D = \emptyset$ соответствует наличию в системе взаимоисключающих требований или чрезмерно жестким ограничениям на них. В этом случае следует вернуться к п.3 для формирования новых ограничений. Если критерии взаимно дополняют друг друга, то вместо пересечения областей D_i находим их объединение, которое также обозначается D . Дальнейшая процедура согласования критериев не зависит от способа получения D .

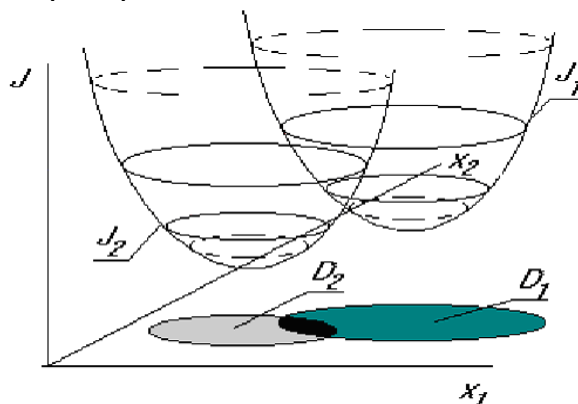


Рисунок 4.10. Иллюстрация согласования двух противоречивых критериев

Отметим, что в данной методике предлагается выделить область D вместо поиска экстремума какого-либо критерия. Связано это с высокой степенью неопределенности, характерной для объекта исследования. В этих условиях точка экстремума также подвержена влиянию данного свойства, как, впрочем, и границы определенной выше области. Далее предлагаются методы выбора оптимума критериев вдали от границ области D .

7. Разворачиваем во времени процедуру построения области D . Полученная в результате выполнения предыдущих пунктов область ограничивает множество состояний объекта, удовлетворяющих всем критериям в указанном смысле. В пространстве (t, x) эта область преобразуется в «трубку решений», определяющую «свободу выбора» режима функционирования. Если, помимо рассмотренных ограничений, существуют какие-либо другие (стоимость всегда больше нуля, конечная площадь земель, ограниченные возможности техники, работников), то они также учитываются при построении «трубки решений», усекая ее. В самой трубке системы неравенств (4.11)

выделяют различные зоны (рис. 4.11): определяемая по первой системе зона нечувствительности D^* , когда функционирование объекта не требует коррекции. Зона управления D определяется второй системой, когда состояние объекта вышло из зоны нечувствительности и требуется выработать некоторое управляющее воздействие для возврата его в эту зону.

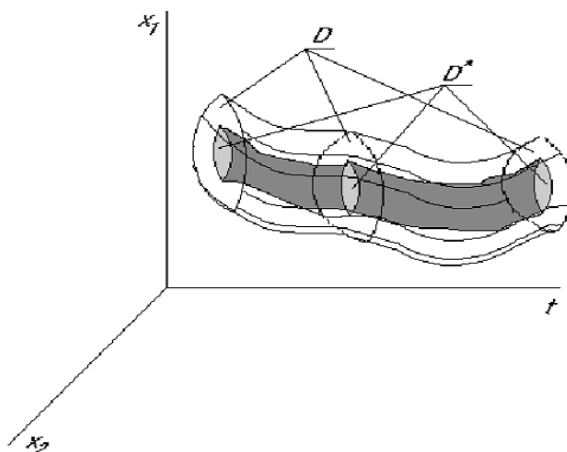


Рисунок 4.11. «Трубка решений»

В качестве меры свободы выбора можно рассматривать фазовый объем «трубки решений» или специально введенное понятие «радиус действия».

Введенная на этом этапе свобода выбора решения ограничивается внешним (по отношению к этому уровню) критерием. Таким критерием является надежность функционирования объекта. Действительно, задачи минимизации затрат, времени и прочие имеют смысл только при условии нормального функционирования и управления экономическими системами. Сбойные ситуации не могут обеспечить хорошего качества функционирования. Критерий надежности используется как основной, определяющий критерий. Под надежностью здесь и ниже понимается алгоритмическая надежность.

Надежность алгоритма – это ресурс возможных отклонений текущего состояния объекта и реализованных управляющих воздействий от запланированных, при котором система сохраняет работоспособность. Таким образом, внешний критерий представляет собой меру «кризисности» текущего или прогнозируемого сценарного состояния объекта исследования и является поэтому главным, с точки зрения диагностики таких состояний.

Заметим, что любая траектория внутри «трубки» допустима и некоторые из них предпочтительны по тому или иному частному критерию. Нахождение этих траекторий значительно сложнее в вычислительном плане, чем определение оболочки «трубки», так как последняя отражает граничные условия, которые проще общего решения. Напомним, что траектория движения объекта в признаковом пространстве также представляет собой трубку, поэтому решение вопроса о принадлежности ее «трубке решений» представляет собой сложную в аналитическом плане задачу. Наряду с другими факторами, это обуславливает применение средств имитационного моделирования.

Очевидно, с точки зрения идентификации кризисных ситуаций, наиболее предпочтительной является ось трубки, которая может определяться как центр тяжести соответствующего сечения при фиксированном времени.

Можно определить ось трубки и иначе, как геометрическое место точек – центров окружностей максимального радиуса, вписанных в «трубку решений» в различные моменты времени. В первом случае минимизируется средний риск выброса состояния объекта из допустимой области, а во втором – максимальный риск из всех возможных по различным направлениям. Построение этой оси должно осуществляться в соответствии с задачей. Можно ограничиться построением лишь границ областей и сохранить для дальнейшего использования такую интервальную форму представления критериев.

Интервальные меры близости пространства признаков. Несмотря на все преимущества интервального подхода, он все же более приспособлен к «машинному способу мышления», намного превосходящему в вычислительном плане способности менеджера. Одной из причин разработки специального вида мер близости признаков пространств, является необходимость сопоставлять отображаемые в них объекты. Человек, как отмечалось выше, лучше сопоставляет числа, нежели интервалы.

Пусть имеются две интервально заданные величины R_1 и R_2 (функции плотностей распределения совпадают по независимым параметрам). Очевидно, «расстояние» между ними тем больше, чем больше несовпадений в функциях плотности распределения R_1 и R_2 . Выделим эту несовпадающую часть G (рис. 4.12):

$$G = R_1 \cup R_2 - R_1 \cap R_2.$$

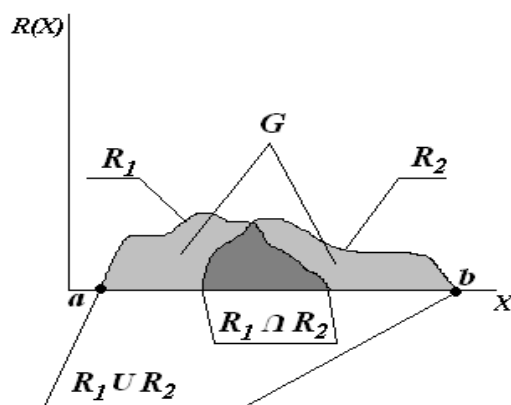


Рисунок 4.12. Иллюстрация способа выделения области, определяющей расстояние между величинами

Далее поступаем по аналогии с определением физической величины – момента инерции. Находим центр масс полученной фигуры:

$$x_c = \frac{\int_a^b |R_1 - R_2| x dx}{\int_a^b |R_1 - R_2| dx}$$

и начинаем вращать вокруг оси, проходящей через центр масс параллельно оси ординат (рис. 4.13). Момент инерции – та величина, которая зависит не только от величин интервалов, но и от характера распределения в них «массы» - встречаемости.

Мера несовпадения интервально заданных величин (аналог меры близости) определится как:

$$\Omega(R_1, R_2) = \int_a^b |R_1 - R_2| \rho(x, x_c) dx, \quad (4.12)$$

где $\rho(x, x_c)$ – мера близости между точками x и «центром масс» x_c , определяемая по известным формулам. В случае, когда для величин R_1 и R_2 невозможно указать конкретный диапазон, то есть интервал открытый или полуоткрытый, выражение (4.12) представляет собой несобственный интеграл.

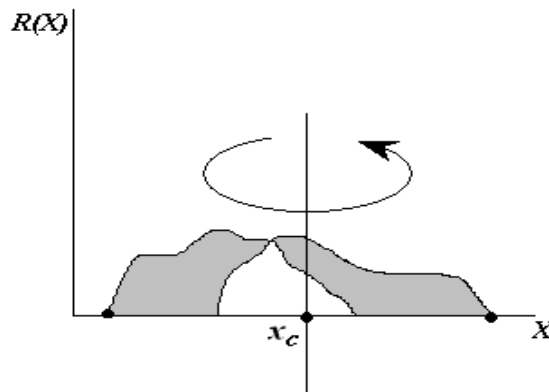


Рисунок 4.13.

Наиболее распространенными видами являются:

мера Евклида $\rho(A, B) = \sqrt{(x_1^A - x_1^B)^2 + (x_2^A - x_2^B)^2 + \dots + (x_n^A - x_n^B)^2}$, (4.13)

мера таксиста (city-block) $\rho(A, B) = |x_1^A - x_1^B| + |x_2^A - x_2^B| + \dots + |x_n^A - x_n^B|$, (4.14)

или в общем виде $\rho(A, B) = \sqrt[p]{|x_1^A - x_1^B|^p + |x_2^A - x_2^B|^p + \dots + |x_n^A - x_n^B|^p}$, (4.15)

где векторы $(x_1^A, x_2^A, \dots, x_n^A)$ и $(x_1^B, x_2^B, \dots, x_n^B)$ – координаты (значения признаков) состояний А и В, соответственно. Выбор конкретного вида меры близости осуществляется в зависимости от особенностей решаемой задачи.

Важной особенностью в связи с этим является анизотропность пространства признаков, то есть неодинаковость его свойств по различным направлениям. Действительно, вернуть земли в хозяйственный оборот гораздо сложнее, чем исключить их из него, лишиться техники значительно легче, чем ее приобрести и т.д. Указанные выше свойства экономических систем, наряду с их рефлексивностью, не позволяют непосредственно использовать в сформированном пространстве признаков ни одну из известных мер близости, включая (4.13)-(4.15). Одно из свойств всех мер $\rho(A, B) = \rho(B, A)$, то есть неважно, в каком направлении проводится измерение «расстояний». Между тем, переход из состояния А с малым количеством чего-либо в состояние В с большим значением этого параметра вряд ли можно считать равнозначным переходу из В в А. Важно уточнить используемый здесь и далее термин «расстояние». В повседневной жизни выражения «дальше», «ближе» чаще используются, основываясь на сопоставлении не расстояний, а затрат на их преодоление (время, стоимость, количество израсходованного топлива и т.д.). По аналогии с физическим

пространством, в пространстве признаков также целесообразно ввести некую скалярную величину, характеризующую затраты на движение по определенной траектории (аналог работы – физической величины). Определение данной характеристики возможно несколькими путями. Ниже предлагается два подхода, основанных на различных исходных положениях.

Первый подход предполагает использование выражений следующих видов:

$$\rho(A, B, F) = \sqrt{(x_1^A - x_1^B + F_1)^2 + (x_2^A - x_2^B + F_2)^2 + \dots + (x_n^A - x_n^B + F_n)^2}, \quad (4.16)$$

$$\rho(A, B, F) = |x_1^A - x_1^B + F_1| + |x_2^A - x_2^B + F_2| + \dots + |x_n^A - x_n^B + F_n|, \quad (4.17)$$

$$\rho(A, B, F) = \sqrt[p]{|x_1^A - x_1^B + F_1|^p + |x_2^A - x_2^B + F_2|^p + \dots + |x_n^A - x_n^B + F_n|^p}, \quad (4.18)$$

где $F = (F_1, F_2, \dots, F_n)$ – вектор, характеризующий затраты (указывающий направление движения с наименьшими затратами). Выбор выражений (4.16)-(4.18), аналогичных (4.13)-(4.15), осуществляется в соответствии с решаемой задачей и свойствами избранного признакового пространства. Координаты вектора имеют в данном случае тот же смысл и ту же размерность, что соответствующие им признаки. Заметим также, что $\rho(A, A, F) > 0$, если $F \neq 0$. Это означает, что поддержание объекта (экономической системы) в заданном состоянии требует определенных затрат, что вполне соответствует действительности. Недостатком данного подхода является то обстоятельство, что величина этих затрат не зависит от времени, в течение которого объект находился в данном состоянии. Поскольку изложенный подход предполагается применять в системах имитационного моделирования, выбирая значения координат вектора затрат в соответствии с интервалом дискретизации системы, можно обеспечить адекватную реальности зависимость всех процессов от времени. Другой способ устранить замеченный недостаток – рассматривать компоненты вектора затрат как функции времени $F_i = F_i(t)$, $i = 1, \dots, n$.

Следующий шаг на пути увеличения адекватности описания – учет положения о том, что величина затрат зависит не только от направления движения в пространстве признаков, но и от того состояния, от которого это движение начинается. Таким образом, координаты вектора затрат должны рассматриваться как функции от координат точки признакового пространства $F_i = F_i(x_1, x_2, \dots, x_n, t)$, $i = 1, \dots, n$. Если в процессе движения от исходного состояния к конечному величина затрат не остается постоянной по величине или направлению, то необходимо осуществить в (4.16)-(4.18) переход к интегралам, либо к суммам затрат на элементарных участках траектории, на которых изменением F_i , $i = 1, \dots, n$ можно пренебречь. Последний случай наиболее предпочтителен при проведении вычислительных экспериментов на компьютере.

Второй подход основан на аналогии с процессами движения тел в физическом пространстве при воздействии внешних сил. Затраты в данном случае определяются как скалярное произведение (рис. 4.14).

$$\rho(A, B, F) = \int_A^B F dl, \quad (4.19)$$

где F – вектор удельных затрат (аналог равнодействующей всех сил), а dl – элементарный участок траектории, отражающий изменение состояния исследуемого объекта (траектория движения тела в физическом пространстве).

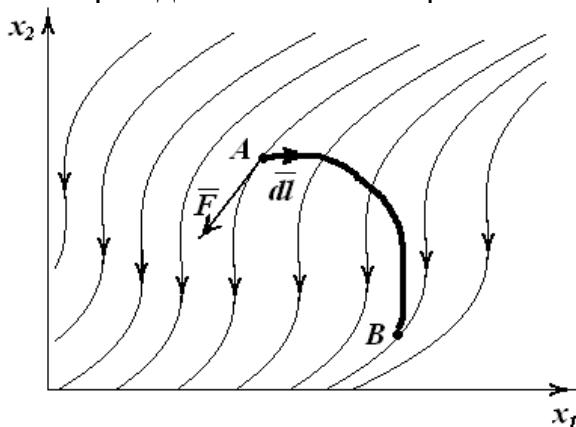


Рисунок 4.14. *Иллюстрация учета векторного поля при изменении состояния объекта в признаковом пространстве*

Преимуществом данного подхода является наличие развитого аппарата описания и анализа происходящих явлений. Например, при описании состояний экономических систем в признаковом пространстве может оказаться полезным выделять консервативные и неконсервативные удельные затраты. Первые характерны тем, что при любом изменении параметров объекта суммарные затраты равны нулю, если система вернулась к первоначальному состоянию. Вторых - любое движение из одного состояния к другому требует затрат.

Данные подходы предоставляют возможность оценки управленческого «потенциала» экономической системы. Чем он выше, тем больше у нее возможностей для изменения своего состояния – точки признакового пространства. Таким образом, величина «потенциала» характеризует уровень развития, живучесть, надежность функционирования. Данная величина особенно полезна для целей диагностики кризисных ситуаций.

Очень важна такая характеристика, как время перехода из одного состояния в другое. С ним связано понятие «мощность» - количество затрат, которые необходимо произвести за единицу времени – это характеристика возможности аккумуляирования ресурсов подсистемы управления.

В заключение заметим, что все упомянутые выше физические величины определены для пространства с метрикой (4.13). Простое перенесение этих определений в пространство признаков с иной метрикой может привести к неадекватным результатам. Дело в том, что поле F может иметь достаточно сложную конфигурацию, изменяться со временем и потому способно внести искажения и в статистические, и в экспертные методы идентификации меры близости. Лишь их совместное использование может обеспечить успех при построении математических описаний.

Построение прогнозных моделей по интервальным данным. Построение математических моделей – один из самых ответственных этапов в решении большинства практических задач. Неудивительно поэтому, что разработке этой проблемы посвящено большое количество работ.

Существенным для дальнейшего изложения является следующее:

1. Любая математическая модель является лишь приближенным описанием процесса. Неудовлетворительная точность описания является стимулом к поиску новой модели. Например, законы механики Ньютона долгое время служили для описания движения небесных тел. Лишь во второй половине XX века, когда стало возможным измерять координаты тел с точностью до сантиметров (искусственные спутники Земли), возникла необходимость рассчитывать их траектории по более точным формулам общей теории относительности Эйнштейна. Часто оказывается, что одновременно существуют несколько моделей для описания одного и того же явления (например, модель строения атома в начале XX века). И лишь по мере накопления необходимого для их проверки материала происходит “селекция” моделей. Как правило, на смену простой модели приходит более сложная по форме (или по количеству вычислений).

2. Способ построения математической модели существенно зависит от условий решаемой задачи. Даже зная “истинный” закон протекания какого-либо процесса, не всегда целесообразно им пользоваться. Связано это с тем, что практически все экспериментальные данные не являются точными из-за действия шумов и внесения погрешностей средствами измерений.

Основными принципами построения математических моделей являются:

По возможности меньшее вмешательство человека в процесс построения моделей. Это означает, что построение модели и решение о ее пригодности к использованию осуществляются только на основе анализа экспериментальных данных. Человеком задаются лишь цели исследования (в виде критериев) и необходимая начальная информация - метод генерации вариантов моделей, точность и т.п.

Все доводы в пользу выбора какой-либо одной модели лишены оснований, так как они верны лишь для конкретной выборки, которая, как правило, не является генеральной совокупностью. Любая модель, не противоречащая экспериментальным данным, не может быть отброшена, пока эти данные ее не опровергнут.

Необходимость рассчитывать все возможные управляющие воздействия, если модель предназначена для управления, или все возможные варианты развития процессов для прогнозирующих моделей. Из определения математической модели следует, что она отражает лишь существенные для данной задачи стороны объекта. Здесь имеется в виду не возможность учесть в модели все качества объекта, но исключение возможности появления неожиданных состояний описываемого объекта.

Принцип постепенного усложнения. Необходимость введения этого принципа диктуется вполне объективными причинами. Более сложные модели требуют большего количества расчетов, что приводит к накоплению ошибок округления и увеличению времени счета.

Устойчивость модели к погрешностям в исходных данных. Поскольку практически все данные при функционировании систем мониторинга получаются в ходе эксперимента, это требование является существенным. Однако следует помнить, что устойчивыми моделями должны описываться лишь устойчивые процессы.

Задача построения математического описания, удовлетворяющего перечисленным выше требованиям, может быть сформулирована следующим образом. Пусть имеются данные наблюдений за набором переменных, сделанные в дискретные моменты времени. Каждое наблюдение производится с ошибкой, максимальное значение которой известно или может быть оценено (по классу точности приборов, погрешности метода измерений и т.п.). Одна из переменных y является выходной, остальные x_1, x_2, \dots, x_n – входными. Так как каждое наблюдение производится с ошибкой (шумом), то для любого из них может быть построена область возможных значений. Например, при измерении температуры получено значение 20°C . Абсолютная погрешность прибора не превышает 2°C , то есть истинное значение лежит в пределах от 18 до 22°C . Это и есть область возможных значений. Требуется указать область значений выходной величины, определяемой по соотношению:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (4.20)$$

для известных значений входных переменных x'_1, x'_2, \dots, x'_n . В (4.20) символом f обозначено множество функций, принадлежащих к одному классу – линейные, квадратичные, гармонические и т.д. Заметим, что значения коэффициентов определенной таким образом модели представляют собой взаимосвязанные интервалы. Однако, знание этих интервалов не является необходимым для решения практических задач, поэтому определение области значений y может быть осуществлено без этого знания. Для всех наблюдений абсолютные величины максимальных отклонений истинных значений y_T, x_T от наблюдаемых y_H, x_H не превосходят величин $\varepsilon_x, \varepsilon_y$, то есть

$$\max|y_T - y_H| \leq \varepsilon_y, \quad \max|x_T - x_H| \leq \varepsilon_x \quad (4.21)$$

Требуется определить возможные значения y для фиксированного значения x_F , лежащего за пределами имеющейся выборки (прогнозирующая модель).

Из (4.21) следует, что области возможных значений для всех точек наблюдения представляют собой прямоугольники со сторонами $2\varepsilon_x, 2\varepsilon_y$ (рис. 4.15).

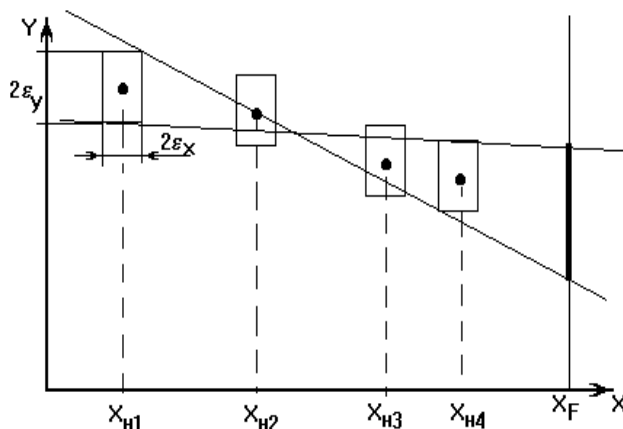


Рисунок 4.15. Построение граничных линий для линейного класса функций

Выше указывалось, что исследователем задаются классы функций и порядок их усложнения. Это необходимо для определения граничных линий, то есть линий, отсекающих на прямой $x = x_F$ отрезок максимальной длины. На рисунке 4.15 этот отрезок показан толстой линией. В качестве такого класса для данного примера выберем полиномы. Первоначально будем использовать линейные функции, затем квадратичные и т.д.

Заметим, что случай нелинейных функций легко сводится к линейному в пространствах более высокого порядка.

Если невозможно провести ни одну граничную линию из данного класса, то это означает, что выбранный класс функций не подходит для описания данного объекта (процесса) и должен быть заменен.

Задача построения граничных линий L_1, L_2 сводится к поиску экстремума функции нескольких переменных. Пусть f – некоторый избранный класс граничных линий, например линейные функции. Конкретный вид линии в этом случае определяется неизвестными коэффициентами. Необходимо найти такой набор коэффициентов, который в прогнозируемой точке приводит функцию в минимальное (максимальное) значение при соблюдении условий $L_{1,2} \cap Q_i \neq \emptyset$ для любого $i = 1, n$.

Построение граничных линий осуществляется в результате выполнения итерационной процедуры по следующему алгоритму:

Определяем число неизвестных коэффициентов в уравнении линии

$$y = f(\overset{\mathbf{r}}{x}, \overset{\mathbf{r}}{a}), \quad (4.22)$$

где $\overset{\mathbf{r}}{a}$ – вектор неизвестных коэффициентов. Например, для прямых $y = ax + b$ число таких коэффициентов равно двум (a и b), для $y = A \sin(ax + \varphi)$ – трем (A, ω, φ) и т.д.

2. Из имеющейся выборки берем столько точек (точнее областей), сколько требуется определить коэффициентов в уравнениях граничных линий. То есть, если число коэффициентов равно k , то берем k областей (в произвольном порядке).

3. На границах областей определяем начальные точки (точки А и В на рисунок 4.16).

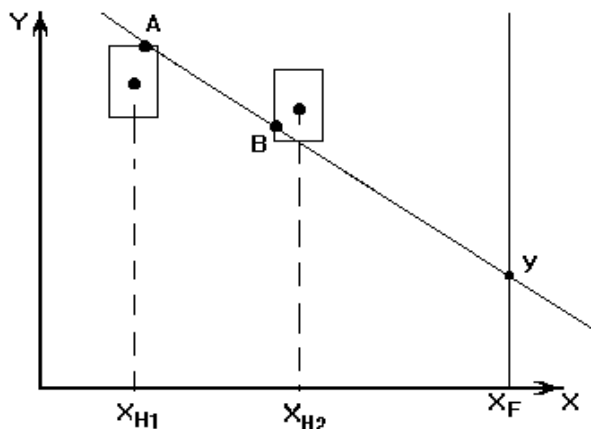


Рисунок 4.16. Построение граничных линий

4. Подставляя координаты этих точек в (4.22), получаем систему уравнений, решение которой дает искомые коэффициенты.

5. С учетом этих коэффициентов по (4.20) определяем значение y в прогнозируемой точке.

6. Перемещаем эти точки (А и В) вдоль границы областей, каждый раз проделывая пп.4,5. Фиксируем те значения коэффициентов, при которых y принимает максимальное и минимальное значения. Эти коэффициенты и определяют граничные линии, принадлежащие к классу функций (41).

7. Добавляем следующую область Q_{k+1} . Здесь возможны варианты:

а) Обе граничные линии принадлежат области Q_{k+1} (рис. 4.17). В этом случае переходим к следующей области, т.е. $k:=k+1$, возврат к пункту 7.

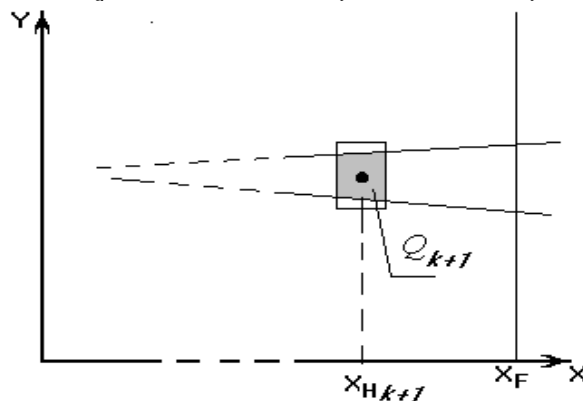


Рисунок 4.17

б) Одна из граничных линий проходит через область Q_{k+1} , вторая ей не принадлежит (рис. 4.18). Пусть $A_j, j = \overline{1, k}$ – точки, использованные для построения линии, не принадлежащей Q_{k+1} . Поочередной заменой точек $A_j, j = \overline{1, k}$ точкой, лежащей на границе Q_{k+1} , определяем их новый набор, для которого построенная граничная линия принадлежит всем областям $Q_i, i = \overline{1, n}$.

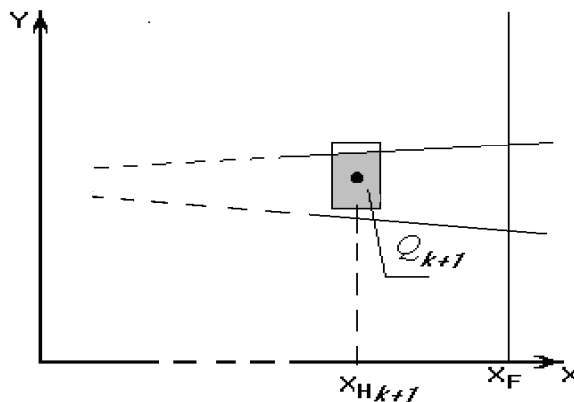


Рисунок 4.18.

в) область Q_{k+1} целиком лежит внутри G^* (рис. 4.19), то есть $Q_{k+1} \subseteq G^*$. В этом случае в качестве k начальных областей прежний набор, в

котором Q_{k+1} заменяет область, для которой выполняются условия пп.7 (а), б).

После этого процедура повторяется с пункта 3. Если такой области нет, то заменяемая область определяется путем поочередной замены.

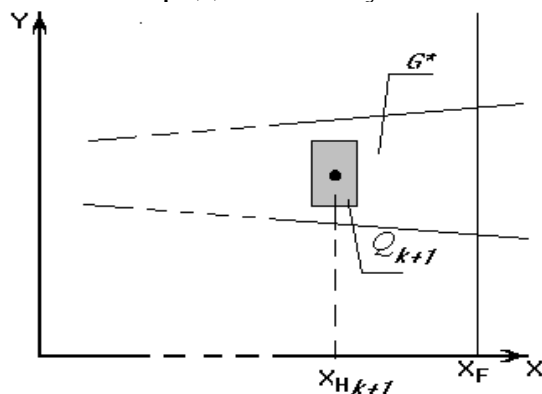


Рисунок 4.19

В этом случае можно применить процедуру, сходную с изложенной в п.7 (б), с той разницей, что проделать ее необходимо для обеих граничных линий.

г) область Q_{k+1} целиком лежит вне области G^* (рис. 4.20). Это означает, что граничных линий выбранного класса не существует и необходимо перейти к более сложному классу моделей.

Выход из процедуры осуществляется после обработки последней области из имеющейся выборки.

В приведенной процедуре не отражены способы перемещения точек вдоль границы областей, поскольку для этих целей подходят имеющиеся хорошо разработанные процедуры (например, покоординатного спуска). Применяя известные итерационные методы, например, половинного деления, можно достичь любой желаемой точности определения y_{max} и y_{min} .

Последний этап предлагаемого алгоритма - построение меры рассеивания ошибок прогноза. Для этого выберем на области изменения выходной переменной точку M (рис. 4.21).

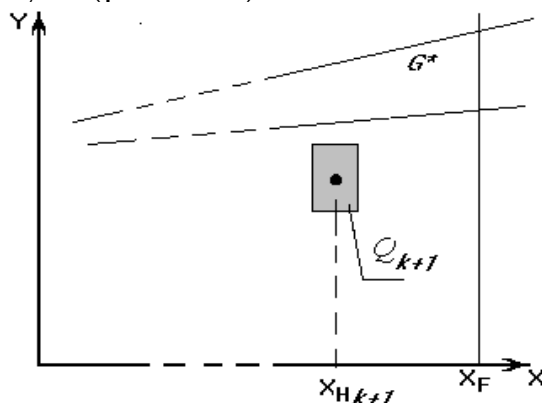


Рисунок 4.20

Построим граничные линии, принадлежащие к тому классу функций, который был определен в результате выполнения изложенного выше алгоритма. Внутри области G^* , расположенной между верхней и нижней граничными

линиями заключены все возможные модели, приводящие к попаданию выходной величины в выбранную точку. Назовем G_i пересечение области возможных значений i -й точки и G^* (на рисунке 4.21 эти области показаны серым цветом). Произведение всех площадей G_i примем за оценку количества моделей, приводящих к попаданию выходной величины в выбранную точку P_T , если ошибка в измерении исходных данных распределена по равномерному закону.

Для количественной оценки искомой вероятности в случае неравномерного закона распределения ошибки воспользуемся методом, похожим на построение гистограммы выборки.

Полученные в результате измерения x и y можно считать случайными величинами. Пусть $p(x, y)$ - двумерная плотность распределения. Тогда вероятность "попадания" точки в заданную область F равна

$$P((x_0, y_0) \in F) = \iint_F p(x, y) dx dy$$

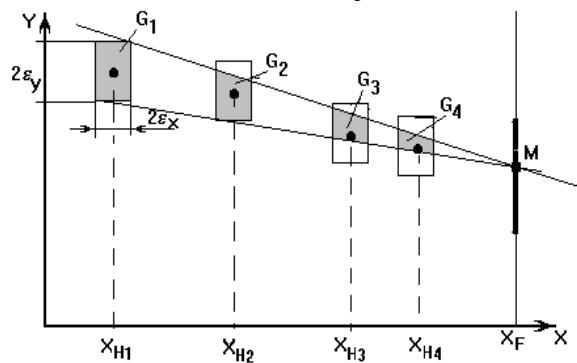


Рисунок 4.21. Определение характера распределения прогнозных оценок

Это выражение численно равно объему вертикального цилиндрического тела (рис. 4.22), построенного на области F и ограниченного сверху поверхностью $p(x, y)$. Поскольку в точку M приводят лишь модели, принадлежащие областям G_i , то в качестве меры рассеивания логично использовать произведение объемов, полученных на этих областях, то есть

$$f_p(y) = \prod_{i=1}^n \iint_{G_i} p(x, y) dx dy$$

В отличие от плотности вероятности величина f_p не нормирована, так как для данной задачи в этом просто нет необходимости.

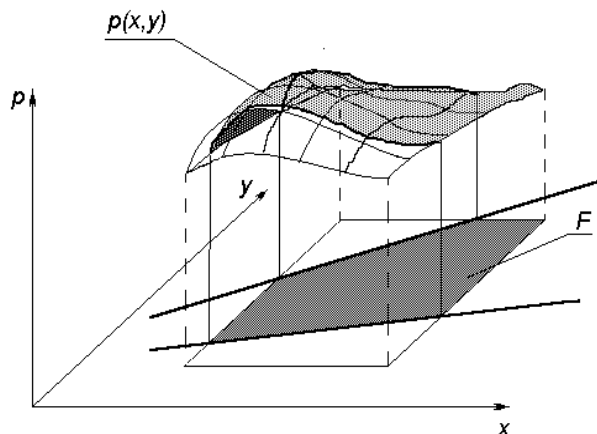


Рисунок 4.22. Определение объема цилиндрического тела

Предлагаемый метод определения меры рассеивания ошибок прогноза f_p не является единственно возможным. Тем не менее, он позволяет

оценить вероятность попадания выходной величины в заданный интервал и, согласно изложенному выше принципу, нет причин отвергать эту меру, пока не получены ее экспериментальные опровержения.

В заключение следует отметить, что широкое использование интервальных методов в целях обоснования сценарного подхода к управлению экономическими системами выходит за рамки задач исследования настоящего учебного пособия. Однако адекватность использования данного аппарата свойствам информационного обеспечения и существующему интуитивно-эмпирическому способу принятия решений менеджментом делает интервальные методы достаточно перспективными.

Список использованных источников

1. Акатов В.В., Чефранов С.Г., Акатова Т.В. Об эволюционной полночленности видовых фондов современных растительных сообществ высокогорной зоны Западного Кавказа // Журнал общей биологии, т.64, №4, 2003. – С. 307-317
2. Аллэ М. Единственный критерий истины – согласие с данными опыта // МЭ и МО. 1989. №11. С. 25, 28;
3. Анфилатов В.С. и др. Системный анализ в управлении: Учеб. пособие. - М.: Финансы и статистика, 2003.- 368 с.
4. Горелова, Г.В. Когнитивный анализ и моделирование устойчивого развития социально-экономических систем / Г.В. Горелова, Е.Н. Захарова, Л.А. Гинис. – Ростов н/Д: Изд-во Рост. ун-та, 2005. – 288 с. Ерохина Е.А. Теория экономического развития: системно-синергетический подход.
5. Гранберг А.Г. Основы региональной экономики: Учебник для вузов. – 2-е изд. – М.: ГУ ВШЭ, 2001. – 495 с.
6. Зарубин В.И., Чефранов С.Г. Мониторинг в управлении региональной экономикой// Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Общественные науки. – 2003. - №2. с. 87-92.
7. Зарубин В.И., Чефранов С.Г., Тхакушинов Э.К. Концептуальные основы разработки механизма мониторинга и управления АПК. Ростов-на-Дону: СКНЦ ВШ, 2002. – 110 с.
8. Куев А.И. Математическое моделирование экономических процессов в сельском хозяйстве. Майкоп: изд-во МГТУ, 2005. – 445 с.
9. Кунц Г., О`Доннел С. Управление: системный и ситуационный анализ управленческих функций. Том 1. / Пер. с англ. – М.: Прогресс, 1981. – 439 с.
10. Леонтьев В.В. Межотраслевая экономика: Пер. с англ./Автор предисл. и науч. ред. А.Г. Гранберг. - М.: ОАО "Издательство "Экономика". 1997. - 479 с.
11. Луценко Е.В., Лойко В.И., Семантические информационные модели управления агропромышленным комплексом. Монография. – Краснодар: КубГАУ. 2005. – 480 с.
12. Лябах Н.Н., Лябах Анж.Н. Нетрадиционные страницы менеджмента. - Ростов-на-Дону: БАРО-ПРЕСС, 2002. – 208 с.

13. Лябах Н.Н., Чефранов С.Г. Информационно-аналитическая поддержка сценариев развития региональной экономики. Ростов-на-Дону: ИнфоСервис, 2005. Вып.1. – 48 с.

14. Сидорчев В.В., Чефранов С.Г. Кибернетический подход к оценке устойчивости региональных социально-экономических систем // TERRA ECONOMICUS (Экономический вестник Ростовского государственного университета). Т.7, вып. 3., часть 3, 2009. – с. 268-272.

15. Чефранов С.Г. Реализация сценарного подхода к управлению региональным рынком труда. Ростов-на-Дону: Terra Принт, 2007, 159 с.

16. Чефранов С.Г. Синтез моделей балансового типа. Известия вузов, Северо-Кавказский регион, общественные науки, спецвыпуск «Совершенствование механизмов управления экономическим развитием региона», 2003, с. 74-76.

17. Чефранов С.Г., Алексеев А.В., Цыгикало В.С. Устойчивость функционирования региональной экономики: понятие, сущность, критерии. Майкоп: МГТУ, 2004. – 31 с.

18. Чефранов С.Г., Галинская Н.Н. Принципы и условия самоорганизации региональных экономических систем. Известия вузов, Сев.-Кав. Регион. Общественные науки, спецвыпуск, 2006.

19. Сапиев А.З., Информационные технологии в управлении АПК региона (Монография). Издательство LAP LAMBERT Academic Publishing is a trademark of: OmniScriptum GmbH & Co. KG Heinrich-Böcking-Straße 6-8 D-66121 Saarbrücken Germany, 2015. 129 с.

20. Сапиев А.З., Управление социально-экономическим развитием региона (Монография). Издательство LAP LAMBERT Academic Publishing is a trademark of: OmniScriptum GmbH & Co. KG Bahnhofstraße 28 D-66111 Saarbrücken Germany, 2016. 109 с.

21. Сапиев А.З., Информационные технологии в экономике. Учебное пособие. Издательство «Аякс». Майкоп, 2003. 30 с.

22. Сапиев А.З. Современные компьютерные технологии в управлении. Учебное пособие. Издательство «Аякс». Майкоп, 2003. 30 с.

23. Сапиев А.З., Учебно-методическое пособие по дисциплине «Информационные технологии в экономике» для студентов очной и заочной форм обучения специальности 060800 «Экономика и управление на предприятии (транспорт)». Издательство «Аякс». Майкоп, 2005. 34 с.

24. Учебно-методическое пособие по дисциплине «Проектирование систем электронного документооборота» для студентов специальности 080801 «Прикладная информатика (по областям)» Издательство ИП Магарин О.Г. Майкоп, 2011, 36 с.

25. Учебно-методическое пособие по дисциплине «Корпоративные информационные системы» для студентов специальности 080801 «Прикладная информатика (по областям)». Издательство ИП Магарин О.Г. Майкоп, 2013, 56 с.

26. Учебно-методическое пособие по дисциплине «Проектирование информационных систем» для студентов специальности 080801 «Прикладная информатика (по областям)» Издательство ИП Магарин О.Г. Майкоп, 2013, 60 с.

12. Содержит описание бизнес-функций, бизнес-процессов, бизнес-объектов, бизнес-правил, организационной структуры, которые поддерживаются программными модулями типовой ИС

- a) **Базовая модель ИС** b) **Типовые модели** c) **Расширенные модели**

13. Модель, представленная в виде матрицы, задающей систему отношений между классификаторами в любой их комбинации

- a) **Матрица коммерческой ответственности**
b) **Матрица проекций**
c) **Матрица функциональной ответственности**
d) статическое описание компании

14. Модели, описывающие процесс последовательного во времени преобразования материальных и информационных потоков компании в ходе реализации какой-либо бизнес-функции или функции менеджмента

- a) Модели структур данных
b) **Процессные потоковые модели**
c) Модели целеполагания
d) Организационно-функциональные модели

15. Дает представление о процессе последовательного преобразования ресурсов в продукты усилиями различных исполнителей на основании соответствующих регламентов

- a) Шаблон формирования бизнесов
b) Шаблон формирования функционала компании (основных бизнес-функций)
c) Шаблон формирования зон ответственности за функционал компании
d) Шаблон потокового процессного описания приведен

16. Сколько типов элементарных моделей используется для построения организационно-функциональной модели

- a) 2; b) 3; c) 5; d) 8

17. Работник, обучающий команду различным методам работы, подготавливающий совместно с лидером совещания и анализирующий их результат

- a) Ситуационный менеджер b) **Владелец процесса**
c) **Лидер команды** d) **Коммуникатор**

18. Бизнес - процессы, ориентированные на производство товаров и услуг, представляющие ценность для клиента и обеспечивающие получение дохода

- a) *процессы управления* b) основные
c) *процессы обеспечения* d) процессы развития

19. Некоторая система, имитирующая структуру или функционирование исследуемой предметной области и отвечающая основному требованию – быть адекватной этой области

- a) **модель предметной области**
b) система имитации
c) область исследования

20. Сущность, которая используется при выполнении некоторой *функции* или *операции* (преобразования, обработки, формирования и т.д.).

- a) Модель
- b) Нотация
- c) Язык моделирования
- d) Объект

21. Являются абстракциями, использующимися для моделирования передачи информации (или физических компонент) из одной части системы в другую

- a) потоки данных
- b) процессы (работы) преобразования входных потоков данных в выходные
- c) внешние сущности
- d) накопители данных (хранилища)

22. Последовательное применение функционального и объектного подхода с учетом возможности реинжиниринга существующей ситуации

- a) функциональная методика
- b) синтетическая методика
- c) синергетическая методика

23. Сколько методологий моделирования поддерживает BPwin

- a) 2;
- b) 3;
- c) 4;
- d) 5

24. Диаграммы потоков данных

- a) (DFD);
- b) (IDEF3);
- c) (IDEF0)

25. Аспект *классификации*, который используется для образования независимых классификационных группировок

- a) Код
- b) Тезаурус
- c) Дескриптор
- d) Фасет

26. Основными компонентами общей схемы управления являются:

- a) объект управления
- b) субъект (система) управления
- c) наблюдатель
- d) блок исследования системы управления
- e) управляющие воздействия
- f) входные и выходные сигналы
- g) структура объекта управления

27. Экспертные процедуры в исследовании систем управления применяются, потому что:

a) принципиально невозможно описывать организационные системы количественными параметрами

b) значительная часть характеристик объектов управления имеют качественную (нечисловую) природу

c) они являются инструментом формализации знаний, опыта и интуиции специалистов-экспертов

d) результаты экспертных опросов точнее и полнее отражают состояние объекта управления

28. Организация работы экспертной комиссии возможна на основе использования:

- a) метода Вальда
- b) метода суда
- c) метода Дельфи
- d) метода Паскаля
- e) метода мозгового штурма
- f) метода интеллектуальной обороны

29. Для решения каких задач целесообразно применять метод мозгового штурма:

- a) выбор одного из кандидатов в депутаты
- b) разработка организационной структуры нового предприятия
- c) определение путей выхода предприятия из кризисного состояния
- d) распределение вознаграждения в коллективе
- e) определение характеристик конкретного сегмента рынка
- f) разработка стратегии развития предприятия

30. Для решения каких задач целесообразно применять метод Дельфи:

- a) разработка фирменного стиля одежды сотрудников
- b) разработка организационной структуры нового предприятия
- c) определение путей выхода предприятия из кризисного состояния
- d) распределение вознаграждения в коллективе
- e) разработка совокупности мероприятий по формированию корпоративной культуры

31. При формировании экспертной комиссии, работающей методом мозгового штурма, необходимо выполнить следующие условия:

- a) приглашать исключительно креативных специалистов
- b) объяснить экспертам правила работы
- c) исключить совместную работу экспертов различного управленческого уровня
- d) обеспечить оплату работы экспертов
- e) выбрать (назначить) ведущего

32. Работа экспертов методом мозгового штурма организуется по следующим правилам:

- a) любая критика запрещена
- b) все предложения давать в письменном виде
- c) за одно высказывание допускается только одно предложение
- d) предложения экспертов оцениваются только ведущим
- e) в первую очередь высказываются наиболее опытные эксперты

33. Преимущества метода Дельфи по сравнению с другими состоят в:

- a) отсутствии необходимости в непосредственном контакте экспертов
- b) возможности активизации творческого потенциала экспертов
- c) скорости получения результатов работы экспертов
- d) возможности обучения экспертов
- e) простоте правил работы

34. Базовыми принципами управления являются:

- a) гласность процессов принятия решений

- b) управление по возмущению
- c) управление по состоянию
- d) прямое (разомкнутое) управление
- e) управление по отклонению
- f) интеллектуализация процедур управления

35. Организационные системы обладают свойствами:

- a) активность
- b) субъективность
- c) целостность
- d) рефлексивность
- e) проводимость
- f) эмерджентность

36. Используемые в исследовании систем управления формализованные описания могут быть следующих типов:

- a) идентификации (поиск зависимостей)
- b) декомпозиции
- c) укрупнения
- d) прогноза
- e) агломерации
- f) управления

37. По способу построения используемых формализованных описаний можно выделить следующие подходы:

- a) статистический
- b) декомпозиционный
- c) экспертный
- d) прогностический
- e) интуитивно-эвристический
- f) основанный на знании сущности процессов

38. Для чего можно использовать средства когнитивного анализа в исследовании систем управления:

- a) оценка количества входящих в объект управления элементов
- b) идентификация структуры взаимосвязей между характеристиками исследуемой системы
- c) классификация элементов системы управления
- d) прогноз развития внешней среды

39. Метод парных сравнений предназначен для:

- a) определения наилучшего варианта из двух альтернатив
- b) качественной оценки ряда характеристик системы управления
- c) количественной оценки характеристик (параметров) совокупности объектов, явлений, процессов
- d) формирования набора альтернативных вариантов решений
- e) разработки управленческих решений

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ	4
1.1. Информационные системы в управлении экономическими объектами	4
1.2. Информационные технологии и их классификация	14
1.3. Сетевые информационные технологии	20
ГЛАВА 2. АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ОБЛАСТИ ВНЕДРЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ	26
2.1. Инжиниринговый подход к созданию полной бизнес-модели компании	26
2.2. Шаблоны организационного бизнес-моделирования	30
2.3. Построения организационно-функциональной модели компании	35
2.4. Инструментальные средства организационного моделирования	38
ГЛАВА 3. АДАПТАЦИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТАРИЯ УПРАВЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ	40
3.1. Адаптация методов экспертного анализа к задачам управления экономическими системами	40
3.2. Развитие методов исследования динамических характеристик региональных экономических систем	56
3.3. Совершенствование методов сценарного прогнозирования развития территориальных производственно-технологических комплексов на основе межотраслевых балансовых моделей	70
ГЛАВА 4. АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УПРАВЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ	79
4.1. Адаптация процедуры отбора информации для моделирования к задачам анализа региональных экономических систем	79
4.2. Информационная база исследований территориальных производственно-технологических комплексов: содержание, свойства, источники	87
4.3. Совершенствование методов анализа и прогнозирования развития экономических систем на основе интервальной формы представления информации	10
	1
	11
Список использованных источников	6
	11
Тестовые задания для закрепления материала	8

Чефранов Сергей Георгиевич, Сапиев Азамат Заурбиевич

**ИДЕНТИФИКАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ СЛОЖНЫМИ ОБЪЕКТАМИ:
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ,
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И
КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ**

Учебное пособие

Подписано в печать 21.06.2015 г.

Формат бумаги 60x84^{1/16}. Бумага ксероксная. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л. 7,75. Заказ №0140. Тираж 100 экз.

Издательство МГТУ

385000, г. Майкоп, ул. Первомайская, 191