

Содержание

Введение	6
1. Введение в системный анализ и моделирование	
1.1. Предмет системного анализа	11
1.2. Многоаспектность строения и функционирования систем	11
1.3. Цель, задача, структура, система, системность	12
1.4. Классификация систем. Большие и сложные системы	26
1.5. Управление в системе и управление системой	29
1.6. Выводы	31
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	32
2. Теория графов и программно-целевой метод анализа предметных областей	
2.1. Методы теории множеств в информационных классификациях	33
2.2. Обозначения теории графов	37
2.3. Семантические сети	40
2.4. Пример использования системного анализа предметной области	41
2.5. Программно-целевой подход в системных задачах	44
2.5.1. Этапы и область применения программно-целевого подхода	44
2.5.2. Алгоритм декомпозиции	46
2.5.2.1. Стадии анализа и синтеза	46
2.5.2.2. Метод структурного анализа	47
2.5.2.3. Методы декомпозиции	48
2.5.2.4. Требования, предъявляемые к декомпозиции	51
2.5.2.5. Алгоритм декомпозиции	51
2.5.3. Агрегирование систем	52
2.5.3.1. Уровни агрегирования	52
2.5.3.2. Типы связей в системе	54
2.5.3.3. Виды агрегирования	55
2.6. Выводы	57
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	58

3. Структурный подход к моделированию предметной области	
3.1. Сущность структурного подхода	59
3.2. Методология функционального моделирования SADT	60
3.2.1. Технология структурного анализа и проектирования	60
3.2.2. Функциональная модель и ее состав	61
3.2.3. Иерархическая структура диаграмм	61
3.2.4. Связи между функциями	65
3.3. Моделирование потоков данных	68
3.4. Моделирование данных	73
3.4.1. Case-метод Баркера	73
3.4.2. Методология IDEF1	79
3.5. Образец использования структурного подхода: фильмотека	85
3.5.1. Описание предметной области	85
3.5.2. Фазы проекта	86
3.6. Выводы	93
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	95
4. Объектно-ориентированная методология анализа и моделирования предметной области	
4.1. Этапы развития UML и используемые методологии проектирования	96
4.1.1. Основные этапы развития UML	96
4.1.2. Методология объектно-ориентированного программирования.	98
4.1.3. Методология ООАП	102
4.1.4. Особенности системного анализа и моделирования при проектировании информационных и программных систем	104
4.2. Базовые элементы языка UML	105
4.2.1. Общие сведения	105
4.2.2. Структура языка UML	107
4.2.3. Пакеты языка UML	109
4.2.4. Основные пакеты метамодели UML	110
4.2.4.1. Пакет «Основные элементы»	111
4.2.4.2. Пакет «Элементы поведения»	114
4.2.4.3. Пакет «Общие механизмы»	116

4.2.5. Особенности описания метамодели UML	118
4.2.6. Особенности изображения диаграмм UML	122
4.2.7. Примеры использования диаграмм	125
5. Rational Rose и объектно-ориентированное проектирование	
5.1. Функциональные особенности Rational Rose	132
5.2. Проведение предварительного обследования с использованием объектно-ориентированного метода анализа предметной области	142
5.2.1. Модель прецедентов использования	142
5.2.1.1. Поведение системы	143
5.2.1.2. Шаблон модели прецедентов использования	143
5.2.1.3. Акторы	144
5.2.1.4. Прецеденты использования	144
5.2.1.5. Диаграммы прецедентов использования	146
5.3. Объектно-ориентированная методология анализа предметной области и моделирование бизнес-процессов	148
5.3.1. Средства и методы моделирования бизнес-процессов	148
5.3.2. Пример моделирования предметной области	154
5.4. Выводы	163
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	163
6. Методы анализа предметной области при нечетких условиях выбора решений	
6.1. Нечеткая логика – математические основы	164
6.2. Основы нечеткого управления	171
6.3. Системы управления с нечеткой логикой	175
6.4. Выводы	186
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	188
Список источников и литературы	189
Приложение	193

ВВЕДЕНИЕ

Пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлениям подготовки бакалавриата 01.03.05 – Прикладная математика, 09.03.03 – Прикладная информатика, 09.03.04 – Программная инженерия; также оно может использоваться студентами других специальностей и для самообразования.

Данное учебное пособие поможет формированию следующих компетенций:

- По прикладной информатике
 - способность анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования;
 - способность принимать участие в управлении проектами создания информационных систем на стадиях жизненного цикла;
 - способность применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;
- По прикладной математике
 - способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, готовность использовать для их решения соответствующий естественнонаучный аппарат;
 - готовность применять математический аппарат для решения поставленных задач, способность применить соответствующую процессу математическую модель и проверить ее адекватность, провести анализ результатов моделирования, принять решение на основе полученных результатов;
 - готовность применять знания и навыки управления информацией;
 - способность самостоятельно изучать новые разделы фундаментальных наук.
- По программной инженерии
 - способность применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;
 - способность применять в практической деятельности основные концепции, принципы, теории и факты, связанные с информатикой.

Цель изучения курса «Методы анализа предметных областей» и подобных ему – теоретическое и практическое освоение методов анализа предметных областей, являющихся основой проектирования современных баз данных, информационных систем и технологий, создаваемых в различных сферах человеческой деятельности. Эти методы используют для классификации объектов предметной области, разработки различных информационных систем управления, систем библиотечного типа, программных систем, баз данных, бизнес-процессов, вычислительных сетей, обработки текстов, систем электронного документооборота, электронной торговли, мультимедиа систем и пр.

Объектом изучения является методология формирования моделей предметной области самых разнообразных областей науки, техники, знаний для последующего их использования в различных сферах прикладной информатики. В частности, моделирование предметной области применяют для проектирования таких компонент автоматизированных систем, как программное обеспечение, организационные структуры, функциональные подсистемы, базы данных, лингвистическое обеспечение, а также для информационных технологий, бизнес-процессов и систем в целом. Соответствующие методы могут использоваться как при использовании разнообразных систем, так и в процессе их модификации.

Исторически методология анализа предметных областей возникла и развивалась в процессе разработки и создания первых вычислительных машин и информационных систем (ИС). Поэтому в начале развития ИС для этих целей использовался математический аппарат и методология теории множеств, теории графов и системного анализа, которые развивались в соответствии с развитием вычислительной техники и информационных систем. На этой стадии развития возник программно-целевой подход, использовавший все упомянутые компоненты.

Программно-целевой подход – комплекс согласованных научно-исследовательских, экономических, социальных, производственно-технических, организационных мероприятий, направленных на достижение четко поставленной цели. Этот инструмент позволяет решать сложные и разнообразные научно-технические и социально-экономические проблемы, от управления экономикой до обработки текстов на естественном языке.

По мере увеличения мощностей и возможностей программных и аппаратных средств, появления в процессе системного анализа пакетов прикладных программ (в том числе систем управления базами данных) была создана методология структурного анализа предметных областей, широко применяемая для создания моделей баз данных.

Технология структурного анализа систем была разработана Россом и является совокупностью правил и процедур для построения функциональной модели объекта предметной области, производимых действий и связей между действиями.

Из этих средств моделирования данных наиболее распространены диаграммы «сущность – связь», определяющие объекты (сущности), их свойства (атрибуты) и отношения друг с другом (связи), важные для предметной области. Непосредственно эти диаграммы применяются для проектирования реляционных баз данных; нотация диаграмм введена П. Ченом и развита Баркером.

Использование структурного метода анализа предметных областей затруднено при разработке сложных систем, особенно сложных программных комплексов, связанных с формализацией самой программной системы и с распределением работ между исполнителями. Огромная трудоемкость программирования привела к кризису в этой области в 80-е годы, поэтому стала интенсивно развиваться объектно-ориентированная технология программирования, а проекты систем стали создаваться на основе *визуального моделирования компонент*.

Объектно-ориентированное проектирование включает объектно-ориентированную декомпозицию и визуальную нотацию для описания разнообразных моделей проектируемой системы. Оно состоит в объектной декомпозиции системы, а для визуального выражения логического (классы и объекты) и физического (модульная и процессорная архитектура) аспектов модели применяют различную нотацию.

К середине 1990-х годов наиболее известными были методы:

- Гради Буча (Grady Booch) – Booch или Booch'91, Booch Lite (позже – Booch'93);
- Джеймса Румбаха (James Rumbaugh) – Object Modeling Technique (OMT, OMT-2);
- Айвара Джекобсона (Ivar Jacobson) – Object-Oriented Software Engineering (OOSE).

Метод Booch'93 стал наиболее популярным на этапах проектирования и разработки различных программных систем. Унификация методов Буча и Румбаха для объединения их достоинств и впоследствии интегрирование с ними метода Джекобсона привели к созданию языка UML, обеспечивающего:

- *моделирование программного обеспечения, других систем и бизнес-приложений с использованием объектно-ориентированных понятий;*
- *обеспечение взаимосвязи между базовыми понятиями моделей концептуального и физического уровней;*

- масштабируемость моделей, что важно для сложных многоцелевых систем;
- мультиплатформенность разработки и простоту использования для аналитиков и программистов.

Сейчас созданы средства визуального программирования на базе UML, обеспечивающие интеграцию (включая прямую и обратную генерацию кода программ) с такими языками и средами программирования, как MS Visual C++, Java, Object Pascal/Delphi, Power Builder, MS Visual Basic, Forte, Ada, Smalltalk. Язык UML можно расширять без переопределения его ядра. Эта методология позволила создать мощные программные средства моделирования предметных областей, такие как ARIS, Designer 2000, Rational Rose и др.

Классические теории множеств и формальную логику обобщают математическая теория *нечетких множеств* (fuzzy sets) и *нечеткая логика* (fuzzy logic), впервые введенные Лотфи Заде (Lotfi Zadeh) в 1965 г., что привело к применению нечетких и приближенных рассуждений при описании процессов и систем.

Использование такого формального аппарата позволило в настоящее время разработать основанные на этой логике принципиально новые системы управления производственными процессами, а также применять его в экспертных системах, системах искусственного интеллекта и для обработки текстов естественного языка.

Рассмотрению этого разнообразия методов анализа предметных областей, а также их применению и посвящено данное учебное пособие.

Дисциплина «Методы анализа предметных областей» и аналогичные ей основываются на учебных курсах, входящих в модули дисциплин «Основы алгебры», «Дискретная математика», «Математическая логика», «Информатика», «Программирование», «Информационные технологии», «Алгоритмы и структуры данных» и служит методологической основой для освоения дисциплин «Проектирование информационных систем», «Информационная безопасность», «Программная инженерия», «Проектный практикум».

Изложение материала построено в хронологическом порядке развития данной методологии и соответствует принципу «от простого к сложному». В этих целях сначала излагаются методы анализа, основанные на теории множеств и графов, и в качестве их обобщения – программно-целевой метод анализа предметных областей. Далее описываются методологии структурного анализа и объектно-ориентированный подход, в этом же разделе рассмотрены основные положения языка UML и соответствующие программные средства моделирования Rational Rose, Designer/2000, Paradigm Plus. Завершает изложе-

ние материала описание методологии принятия решений с нечеткой логикой (СНЛ).

При работе с пособием рекомендуется отвечать на вопросы для самоконтроля, приводимые в конце глав. Для углубления знаний по отдельным разделам следует обращаться к литературным источникам (список печатных и интернет-публикаций дан в конце пособия).

Название курса, а следовательно и его содержание требуют некоторого пояснения. Действительно, широко используемый и пришедший из систем автоматизированного проектирования термин «предметная область» обычно понимается как область предметов (вещей), отображаемых в автоматизированных системах. Однако в автоматизированных системах и базах данных могут описываться не только предметы, а, например, свойства молекул, психики, планет, веществ и др.

В России ранее использовалось более широкое понятие «проблемная область». Однако в русском языке слово «предмет» имеет и другое значение. Предмет – это то, на что направлена мысль и что составляет ее содержание или на что направлено действие; например: предмет насмешек, предмет обсуждения, предмет исследований. В этом смысле понятие «предметная область» означает область, на которую направлены мысль и действие – анализ сути, сущностей и содержания подлежащего автоматизации объекта, области науки, техники, знаний и др. В этом и только в этом расширительном смысле корректно использовать термин «предметная область».

С учетом изложенного нетрудно видеть, что содержание курса «Методы анализа предметных областей» и аналогичных ему является чрезвычайно широким и может касаться любых областей автоматизации, в частности:

- всевозможных систем управления;
- систем автоматизированного проектирования;
- систем библиотечного типа;
- порталов и web-сайтов;
- электронных торгов и других бизнес-процессов;
- системы выборов;
- анализа естественного языка, машинного перевода;
- программных систем – операционных систем, пакетов прикладных программ ввода данных, издательских систем и редактирования данных, лингвистических процессоров, дизайна, мультимедиа и др.

Очевидно, что такое разнообразие областей автоматизации требует разнообразного количества методов анализа, что естественно затрудняет их освоение и использование.

1. ВВЕДЕНИЕ В СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

1.1. Предмет системного анализа

Системный анализ – система понятий, методов (в том числе метод декомпозиции) и технологий для изучения, описания, реализации систем различной природы и характера, междисциплинарных проблем; это система общих законов, методов, приемов исследования таких систем.

Предметные области также являются системами.

Следовательно, изучение любой предметной области можно представить двояко: как изучение предметных аспектов системных процессов и системных аспектов предметных процессов и явлений.

Пример системного определения информатики: информатика – наука об информационных аспектах системных процессов.

При системном анализе в различных науках среди других используют следующие методы и процедуры:

абстрагирование и конкретизацию;
анализ и синтез;
индукцию и дедукцию;
формализацию;
структурирование;
макетирование;
моделирование;
алгоритмизацию;
распознавание, классификацию и идентификацию образов;
экспертное оценивание и тестирование.

1.2. Многоаспектность строения и функционирования систем

Само существование любых видов систем, от микромира до Вселенной, подразумевает многоаспектность их строения и функционирования. В природе и обществе имеются следующие основные категории, использование которых возможно при описании и формализации различных систем:

- вещества – наиболее хорошо изученная категория, отражающая постоянство материи в природе и меру ее однородности;
- энергия;

- информация, отражающая меру порядка, структурированности объекта;
- человек – носитель интеллекта высшего уровня; в экономическом, социальном, гуманитарном смыслах является важнейшим и уникальным ресурсом общества;
- организация (или организованность) системы определяет ее структуру, включая институты человеческого общества, выступает как мера упорядоченности ресурсов. Организация системы порождена причинно-следственными связями в системе и может иметь различные формы, например биологическую, информационную, экологическую, экономическую, социальную, временную, пространственную и т. д.;
- время;
- пространство – мера протяженности материи или события и их распределения во времени.

1.3. Цель, задача, структура, система, системность

Можно дать простое интуитивное определение системы и подсистемы (ниже дано более строгое и полное определение).

Система – процесс (объект), включающий отношения связей между его элементами.

Подсистема – часть системы с некоторыми отношениями (связями).

Любая система состоит из подсистем, и любая подсистема любой системы может быть рассмотрена сама как система, т. е. допустимо ее рекурсивное описание.

Пример. Наука – когнитивная система (от лат. *cognitio* – знание, узнавание, ознакомление), обеспечивающая получение, проверку, хранение и актуализацию знаний общества. Среди подсистем науки отметим математику, филологию, химию, информатику, психологию и др. Любое научное знание имеет форму систем (систематизированное знание), а теория – наиболее развитая система организации знаний в систему, позволяющая не только описывать, но и отчасти объяснять события и процессы, а также прогнозировать их.

Признаки информатики как научного знания:

- наличие предметной сферы – процессов и систем;
- выявление, систематизация, описание свойств и закономерностей процессов и систем;
- использование этих закономерностей для изучения процессов и систем, их взаимодействия с другими системами.

Системный подход к рассмотрению проблем является необходимой методологической основой любой науки.

Рассмотрим основные понятия системного анализа.

Цель – состояние системы, наиболее предпочтительное для достижения, т. е. такое состояние, которое позволяет решать проблему при данных ресурсах.

Пример. Основные экономические цели общества:

экономический рост;
эффективность производства;
свобода производителей и потребителей;
социально-экономическая обеспеченность и защищенность;
эффективная налоговая политика.

Понятие цели конкретизируется различными объектами и процессами.

Примеры.

- Функция (найти значение функции).
- Выражение (найти аргументы, превращающие выражение в тождество).
- Теорема (сформулировать и / или доказать теорему – т. е. найти условия, превращающие сформулированное предложение в истинное высказывание).
- Алгоритм (выбрать или построить последовательность действий, обеспечивающих достижение требуемого состояния объекта или процесса перевода его из исходного состояния в финальное).

Целенаправленное поведение системы – последовательность состояний системы, ведущих к цели системы.

Задача – описание цели, определенной из множества исходных посылок (входных данных или условий к задаче).

Пример. Экономическая задача, с которой сталкивается любое общество, – разрешение конфликта между фактически неограниченным стремлением человека к потреблению товаров и услуг и ограниченными ресурсами (материальными, энергетическими, информационными и т. д.), которые могут быть привлечены для удовлетворения этих потребностей. При этом рассматривают следующие основные экономические задачи общества:

- что производить (какие товары и услуги)?
- как производить (каким образом и где)?
- для кого производить (для какого покупателя или рынка)?

Решить задачу – означает определить ресурсы и пути достижения указанной цели при исходных посылках.

Решение задачи – описание или представление того состояния задачи, при котором достигается указанная цель; решением задачи называют и сам процесс достижения этого состояния.

Пример. Решение квадратного уравнения. Такая постановка проблемы неточна, ибо не поставлена цель, не указано, как решить задачу и что принимать в качестве решения задачи. Например, задача поставлена не полностью – не указан тип входных данных: действительные или комплексные коэффициенты уравнения; не определены понятие «решения», требования к решению – например, допустимая погрешность корня (если корень иррационален, а надо определить его с некоторой точностью, то встает автономная и нетривиальная задача приближенного вычисления). Не указаны возможные стратегии решения – классическое (через дискриминант), по теореме Виета, с оптимальным соотношением операндов и операций.

Описание (спецификация) системы – описание всех ее существенных элементов (подсистем), их взаимосвязей, допустимых состояний, цели и функции.

Если входные посылки, цель, условие задачи, решение или, возможно, даже само понятие решения невозможно точно формализовать (описать), то эта задача называется плохо формализуемой. Исследовать плохо формализованную задачу можно рассмотрением комплекса соответствующих формализованных подзадач. В таких задачах необходим учет различных, а часто и противоречивых критерий определения, оценки решения задачи.

Пример. Плохо формализуемы, например, задачи восстановления «размытых» текстов, изображений, описания функционирования мозга, социума, автоматического перевода текстов и др.

Структура – совокупность связей и отношений между частями целого.

Пример. Примерами структур могут быть структура извилин мозга, структура государственного устройства, структура кристаллической решетки вещества, структура микросхемы и др. Кристаллическая решетка алмаза – структура неживой природы; пчелиные соты, полосы зебры – структуры живой природы; озеро – структура экологической природы; партия (общественная, политическая) – структура социальной природы; Вселенная – структура как живой так и неживой природы.

Топологические структуры систем достаточно разнообразны. Наиболее часто употребимы линейные, древовидные, сетевые и матричные структуры. Структуры систем бывают разного типа, разной топологии (или же пространственной структуры). Рассмотрим основные топологии структур (систем). Соответствующие схемы приведены на рис. 1.1–1.4.

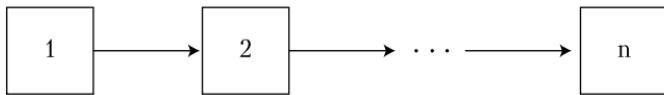


Рис. 1.1. Структура линейного типа

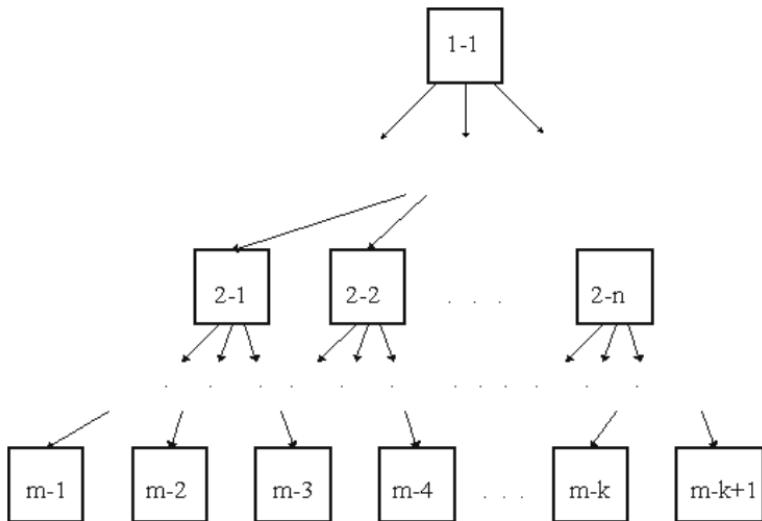


Рис. 1.2. Структура иерархического (древовидного) типа

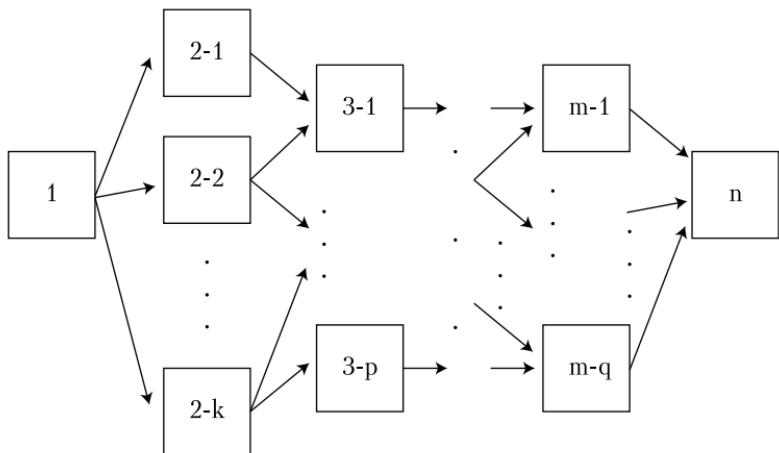


Рис. 1.3. Структура сетевого типа

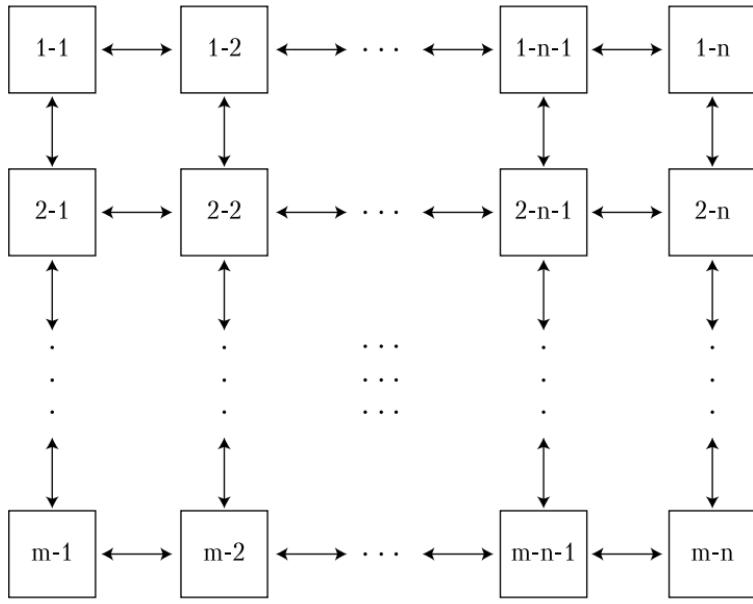


Рис. 1.4. Структура матричного типа

Пример. Линейная структура – последовательность вершин горного хребта. Примером иерархической структуры является управление вооруженными силами: Генеральный штаб – направления – бригады – батальоны – подразделения – военнослужащие. Сетевая структура характерна для процесса сборки изделия из комплектующих деталей. Пример матричной структуры – карта города с двусторонним уличным движением.

Другие типы структур образуются с помощью комбинаций (сочленений и вложений) перечисленных базовых структур.

Пример. «Вложение друг в друга» плоскостных матричных структур приводит к пространственной матрице (например, структура кристалла галита на рис. 1.5).

Из одинаковых элементов можно получать структуры различного типа.

Примеры. Сходные составляющие рынка (ресурсы, товары, потребители, продавцы) объединяются в структуры различного типа: ОАО, ООО, ЗАО и др. При этом структура объединения определяет свойства, характеристики системы.

Так, из одних и тех же атомов (Si, O) образуются макромолекулы различных силикатов. См. рис. 1.6.

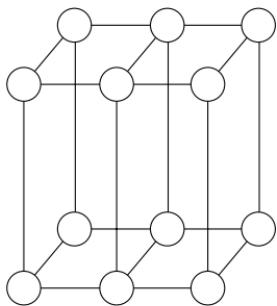


Рис. 1.5. Структура типа кристаллической (пространственно-матричной)

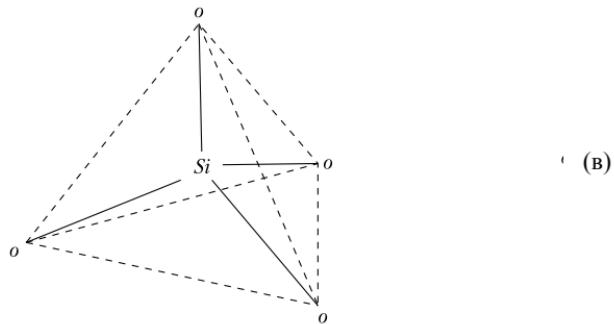
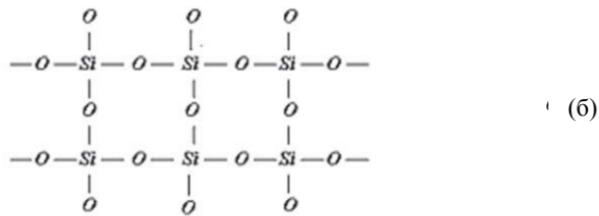
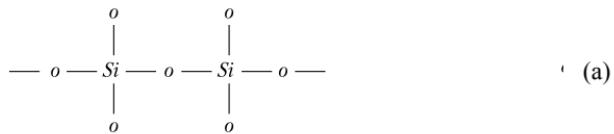


Рис. 1.6. Структуры макромолекул из кремния и кислорода

Структура является связной, если существует связь между любыми двумя подсистемами системы (связь предполагается симметричной, т. е. если есть связь i -й подсистемы с j -й подсистемой, т. е. и связь j -й подсистемы с i -й).

В общем случае создаются связные m -мерные структуры (m -структуры), у которых подсистемы – $(m-1)$ -мерные структуры. Такие m -структуры могут реализовать связи и моделировать свойства, невозможные в $(m-1)$ -структурах; они используются для описания многопараметрических и многокритериальных проблем и систем.

Эти топологические рекурсивные структуры (комплексы или симплексиальные комплексы) математически определяются как объект $K(X, Y, f)$, где X – это m -структура (mD -симплекс), Y – множество событий (вершин), f – связи между X и Y .

Пример. Планарный (2D) граф, который состоит из вершин, отождествляемых с некоторыми событиями и соединенных между собой дугами (соответствующими связям этих вершин). Сеть городов на географической карте, соединенных дорогами, образует планарный граф.

Пример. Рассмотрим множество лиц $X = \{\text{Иванов, Петров, Сидоров}\}$ и городов $Y = \{\text{Москва, Париж, Нальчик}\}$. Тогда можно построить 3-структуру (2D-симплекс, имеющий две координаты – X и Y) в R^3 (в пространстве трех измерений – длина, ширина, высота), связывающую элементы X и Y по принципу «кто где был» (рис. 1.7). В этой структуре использованы сетевые 2-структуры (2D-симплексы) X, Y (которые, в свою очередь, состоят из 1-структур). При этом элементы X и Y можно рассматривать как точки ($0D$ -симплексы) – элементы пространства нулевого измерения – R^0 (см. рис. 1.6).

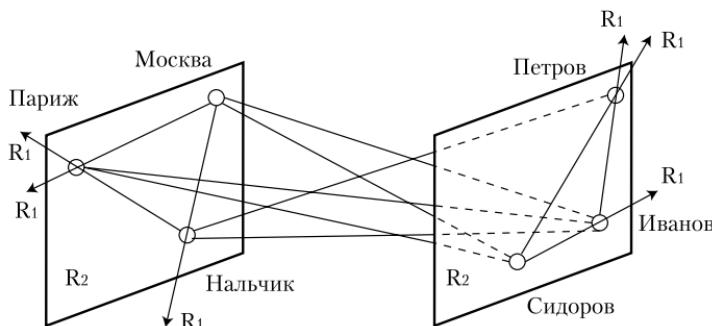


Рис. 1.7. Геометрическая иллюстрация сложных связных структур

На стыке различных наук возникают и плохо формализуемые, и плохо структурированные проблемы. Особенно часто это происходит в областях знания, переживающих период «первичного накопления» информации – таковы многие гуманитарные дисциплины. Для анализа предметной области таких систем наиболее эффективно использовать вероятностные методы, нечеткую логику и нечеткие множества.

Поиск решений плохо формализованных задач – признак наличия интеллекта; для человека это способность к абстракции, для автоматов – возможность имитации форм человеческого интеллекта.

Интеллектуальными назовем человеко-машинные системы, способные выполнять аналоги интеллектуальных процедур (классификацию и распознавание объектов или образов, накопление знаний, производство логических выводов, естественного интерфейса и т. п.). Аналог этого названия – «системы искусственного интеллекта». Интеллектуальные системы основаны на неполных и не полностью формализуемых знаниях о предметной области, правилах вывода новых знаний, поэтому они требуют постоянного уточнения и расширения.

Более строгое определение системы.

Система – множество связанных друг с другом элементов некоторого множества, образующих целостный объект при задании для этих элементов и отношений между ними некоторой цели и некоторых ресурсов для достижения этой цели.

Цель, элементы, отношения и ресурсы подсистем при этом, как правило, отличаются от общесистемных.

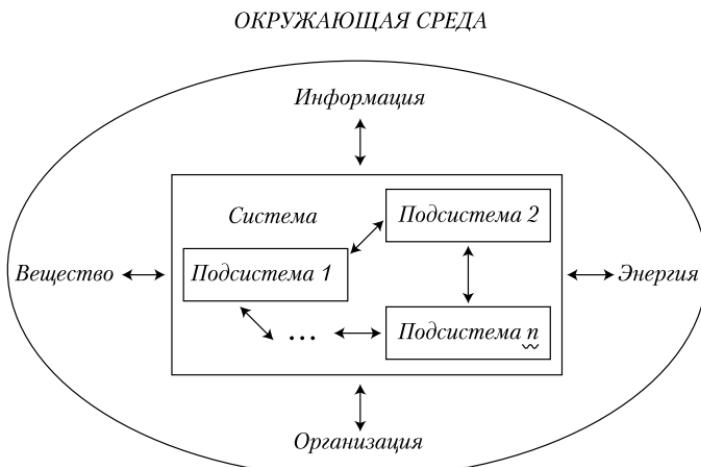


Рис. 1.8. Общая структура системы

Каждая система имеет собственные состояния, механизм преобразования входных сигналов, данных в выходные (внутреннее описание, функции выхода), внешние проявления (внешнее описание) и механизм смены состояний под воздействием внешних сигналов (функции перехода). Функции выхода описывают поведение системы, степень соответствия внутренней структуры системы целям, подсистемам (элементам) и ресурсам в системе, внешнее описание – о взаимоотношениях с другими системами, с целями и ресурсами других систем. Функции перехода дают информацию о возможной декомпозиции системы на подсистемы.

Внешнее описание системы определяется его внутренним описанием.

Пример. Банк образует систему. Внешняя среда банка – система инвестиций, финансирования, трудовых ресурсов, нормативов и т. д. Входные воздействия – характеристики (параметры) внешней среды. Внутренние состояния системы – характеристики финансового состояния банка. Выходные воздействия – потоки кредитов, услуг, вложений и т. д. Функции выхода этой системы – банковские операции, например кредитование. Функции системы также зависят от характера взаимодействий системы и внешней среды. Множество выполняемых банком (системой) функций зависит от внешних и внутренних функций, которые могут быть описаны (представлены) некоторыми числовыми и / или нечисловыми, например качественными, характеристиками или характеристиками смешанного, качественно-количественного характера.

Пример. Физиологическая система «Организм человека» состоит из подсистем «Обмен веществ», «Зрение», «Опорно-двигательный аппарат» и др. Функциональная система «Обмен веществ» состоит из подсистем «Кровообращение», «Дыхание», «Пищеварение» и др. Система «Кровообращение», в свою очередь, включает подсистемы «Сосуды», «Кровь», «Артерия» и пр. Физико-химическая система «Кровь» состоит из подсистем «Эритроциты», «Тромбоциты», «Лейкоциты» и так далее до предельного в современной биологии молекулярного уровня.

Рассмотрим систему «Природный водный поток». Представим ее в виде пронумерованных участков (подсистем) (рис. 1.9).

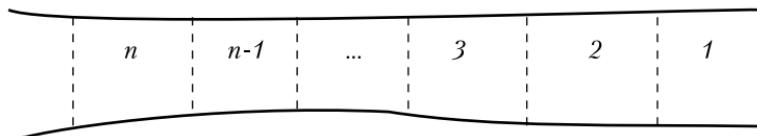


Рис. 1.9. Модель потока (течение от 1 к n)

Внутреннее описание системы (и каждой подсистемы i) может иметь вид:

$$x(t+1, i) = x(t, i) - (a(t, i) \cdot x(t, i)) + b(t, i) - (c(t, i) \cdot x(t, i)), \quad (1.1)$$

где $x(t, i)$ – объем воды в момент времени t ; $a(t, i)$ – коэффициент грунтового просачивания воды в момент времени t ; $b(t, i)$ – осадки в момент времени t ; $c(t, i)$ – испарение с поверхности i -го участка (a, b, c – входные параметры). Внешнее описание системы может иметь вид:

$$X(t) = \sum(k(x, t, i) \cdot a(t, i) + l(x, t, i) \cdot b(t, i)), \quad (1.2)$$

где $k(x, t, i)$ – коэффициент грунтового просачивания; $l(x, t, i)$ – интенсивность осадков; $X(t)$ – объем воды в потоке (у края последнего n -го участка).

Морфологическое описание системы – описание ее структуры: описание совокупности A элементов системы и необходимого для достижения цели набора отношений R между ними.

Минимальное морфологическое описание задается множеством (кортежем):

$$S = [A, R, B], \quad (1.3)$$

где A – множество элементов и их свойств; R – множество связей в A , B – множество отношений с окружающей средой. Возможно дополнительное включение в кортеж V – типа структуры системы и Q – описания системы на каком-либо языке. Из *морфологического описания системы получают функциональное описание системы* (т. е. описание эволюции и законов функционирования системы), а из него – *информационное описание системы* (описание информационных связей системы с окружающей средой и подсистем между собой), а также *информационно-логическое (инфологическое) описание системы*.

Пример. Морфологическое описание экосистемы содержит множество обитающих в ней видов («хищники – жертвы»), ее трофическую структуру («кто кого поедает?») или структуру обычного рациона обитателя), их свойства, связи и отношения. Трофическая структура простой экосистемы – одноуровневая, где хищники и жертвы образуют две непересекающиеся совокупности X и Y со свойствами $S(X)$ и $S(Y)$. Приняв языком Q морфологического описания русский язык с

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно
в интернет-магазине «Электронный универс»
[\(e-Univers.ru\)](http://e-Univers.ru)