Дисциплина «Информационные технологии в мехатронике и робототехнике» содержит понятия, виды и функции информационных технологий, применяемых в мехатронике и робототехнике, а также общие сведения о применении информационных систем в инженерной деятельности, компьютерных технологий в научных исследованиях и конкретные примеры применения систем управления базами данных (СУБД) в отрасли.

*Цель изучения дисциплины* - обучение будущих специалистов практическим основам применения информационных технологий и информационных систем в профессиональной деятельности в отрасли.

– знакомство с теоретическими и практическими основами применения информационных технологий в профессиональной деятельности в отрасли;

– знакомство с практическими основами применения информационных технологий в разработке информационных систем поддержки профессиональной деятельности;

– знакомство с программными продуктами с целью разработки информационных систем, в том числе, систем управления базами данных (СУБД);

– знакомство с принципами использования СУБД в профессиональной деятельности в отрасли.

## Лекция 1

## Методы и модели описания систем

Методы описания систем классифицируются в порядке возрастания формализованности - от качественных методов, с которыми в основном и связан был первоначально системный анализ, до количественного системного моделирования с применением ЭВМ. Разделение методов на качественные и количественные носит, конечно, условный характер.

1. В качественных методах основное внимание уделяется организации постановки задачи, новому этапу ее формализации, формированию вариантов, выбору подхода к оценке вариантов, использованию опыта человека, его предпочтений, которые не всегда могут быть выражены в количественных оценках.
2. Количественные методы связаны с анализом вариантов, с их количественными характеристиками корректности, точности и т. п. Для постановки задачи эти методы не имеют средств, почти полностью оставляя осуществление этого этапа за человеком.

Между этими крайними классами методов системного анализа имеются методы, которые стремятся охватить оба этапа - этап постановки задачи, разработки вариантов и этап оценки и количественного анализа вариантов, – но делают это с привлечением разных исходных концепций и терминологии, с разной степенью формализованности. Среди них: кибернетический подход к разработке адаптивных систем управления, проектирования и принятия решений (который исходит из развития основных идей классической теории автоматического регулирования и управления и теории адаптивных систем примнительно к организационным системам); информационно-гносеологический подход к моделированию систем (основанный на общности процессов отражения, познания в системах различной физической природы); системно-структурный подход; метод ситуационного моделирования; метод имитационного динамического моделирования.

## 1. Качественные методы описания систем

Качественные методы системного анализа применяются на начальных этапах моделирования, когда отсутствуют описания закономерностей систем в виде аналитических зависимостей.

В результате такого моделирования разрабатывается концептуальная модель системы.

**1.1. Эвристические методы решения творческих задач**

Наиболее распространенными методами решения эвристических задач являются:

**а) методы типа «мозгового штурма»;**

**б) метод «635»;**

**в) метод синектики** **(аналогий)**

**а) Методы типа мозговой атаки.**

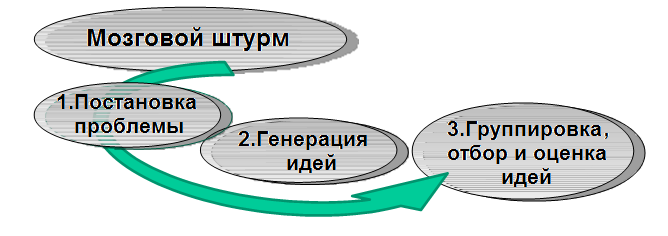
Концепция «мозговой атаки» получила широкое распространение с начала 50-х годов как метод систематической тренировки творческого мышления, нацеленный на открытие новых идей и достижение согласия группы людей на основе интуитивного мышления. Автор метода - американец А. Осборн.

Методы этого типа известны также под названиями «*мозговой штурм*», «конференция идей», а в последнее время наибольшее распространение получил термин «*коллективная генерация идей*» (КГИ).

Обычно при проведении мозговой атаки или сессий КГИ стараются выполнять определенные правила, суть которых:

1. обеспечить как можно большую свободу мышления участников КГИ и высказывания ими новых идей;
2. приветствуются любые идеи, если вначале они кажутся сомнительными или абсурдными (обсуждение и оценка идей производится позднее);
3. не допускается критика, не объявляется ложной и не прекращается обсуждение ни одной идеи;
4. желательно высказывать как можно больше идей, особенно нетривиальных.

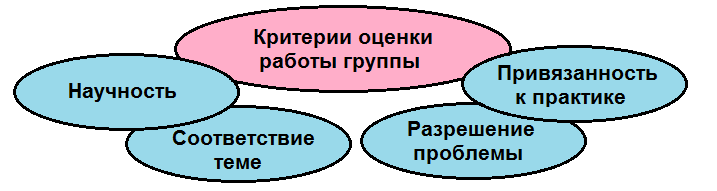
Работа по генерированию идей продолжается до тех пор, пока участники не исчерпают все свои идеи по рассматриваемому вопросу.



1. Организация мозгового штурма

По окончании МА идеи *подвергаются критике* группой технических экспертов, и даже отвергнутые идеи могут быть в дальнейшем доработаны и приняты к рассмотрению.

Критерии для оценки идей представлены на рис.6.2.



6.2. Критерии оценки идей

В зависимости от принятых правил и жесткости их выполнения различают:

* ***метод обратной мозговой атаки*** - выявления недостатков объекта. На объект обрушиваются ничем не ограниченная критика. При обратной мозговой атаки отсутствует идея, приводящая к улучшению показателей объекта. Правило игры аналогичны правилам игры прямой мозговой атаки.
* метод обмена мнениями – предусматривает проведение группой лиц дискуссий в форме свободного обмена мнениями;
* судов – одна группа вносит как можно больше предложений, а вторая – старается их как можно больше раскритиковать.

На практике подобием сессий КГИ можно считать разного рода совещания – конструктораты, заседания научных советов по проблемам, заседания специально создаваемых временных комиссий и другие собрания компетентных специалистов.

**б) Метод «635»**

Одна из разновидностей мозговой атаки.

Цифры 6, 3, 5 обозначают *шесть участников*, каждый из которых должен записать *три идеи* в течение *пяти минут*. Лист ходит по кругу. Таким образом, за полчаса каждый запишет в свой актив 18 идей, а все вместе - 108. *Структура идей четко определена*.

Идеи в дальнейшем подвергаются анализу и оценке.

Этот метод широко используется в зарубежных странах (особенно в Японии) для отбора из множества идей наиболее оригинальных и прогрессивных по решению определенных проблем.

**в) Метод синектики** **(аналогий)**

Синектика – метод решения задач и поиска новых идей, использующий

различные типы аналогий. Этот метод был предложен У. Гордоном (США) в 1952 году и является развитием и усовершенствованием метода мозговой атаки.

В методе применимы четыре вида аналогий:

* *Прямая аналогия* – предусматривает сравнение совершенствуемого объекта с более или менее аналогичным объектом из другой отрасли техники или с объектом живой природы.
* *Личная аналогия* (*эмпатия*) – базируется на том, что решающий задачу вживается в образ совершенствуемого объекта, пытаясь выяснить возникающие при этом чувства, ощущения.
* *Символическая аналогия* – является обобщенной, абстрактной аналогией.
* *Фантастическая аналогия* - предусматривает введение в задачу каких-нибудь фантастических существ, выполняющих то, что требуется по условиям задачи (попытки представления вещей такими, какими они не являются, но хотелось бы их видеть).

**Примеры технических решений**

* Изобретение позвоночной антенны.
* Застежка-липучка.
* Нож для открывания консервных банок.
* Защита от повреждений заслонок дробеструйных аппаратов путем непрерывного намораживания на заслонки тонкого слоя льда.

**Лекция 2. Разработка технического задания на проектирование ИС**

**2.1. Методы сценариев**

Методы подготовки и согласования представлений о проблеме или анализируемом объекте, изложенные в письменном виде, получили название сценария. Первоначально этот метод предполагал подготовку текста, содержащего логическую последовательность событий или возможные варианты решения проблемы, развернутые во времени. Однако позднее обязательное требование явно выраженных временных координат было снято, и *сценарием стали называть любой документ, содержащий анализ рассматриваемой проблемы или предложения по ее решению*, по развитию системы независимо от того, в какой форме он представлен.

***Модели сценариев:***

* **описательные** (фиксация свойств и параметров);
* **изыскательные** (использование методов количественных оценок);
* **нормативные** (систематизация проблем по важности, времени и ресурсам).

**Разработка сценария** – это сочетание таких методов прогнозирования как мозговая атака, дедукция, экстраполяция, аналогия, анализ и синтез.

Как правило, предложения для подготовки подобных документов пишутся вначале индивидуально, а затем формируется согласованный текст.

На практике по типу сценариев разрабатывались прогнозы в некоторых отраслях промышленности. В настоящее время разновидностью сценариев можно считать предложения к комплексным программам развития отраслей народного хозяйства, подготавливаемые организациями или специальными комиссиями.

Сценарий является предварительной информацией, на основе которой проводится дальнейшая работа по прогнозированию развития отрасли или по разработке вариантов проекта. Он может быть подвергнут анализу, чтобы исключить из дальнейшего рассмотрения то, что в учитываемом периоде находится на достаточном уровне развития, если речь идет о прогнозе, или, напротив, то, что не может быть обеспечено в планируемом периоде, если речь идет о проекте. Таким образом, сценарий помогает составить представление о проблеме, а затем приступить к более формализованному представлению системы в виде графиков, таблиц для проведения экспертного опроса и других методов системного анализа.

**2.2. Метод «дерева целей»**

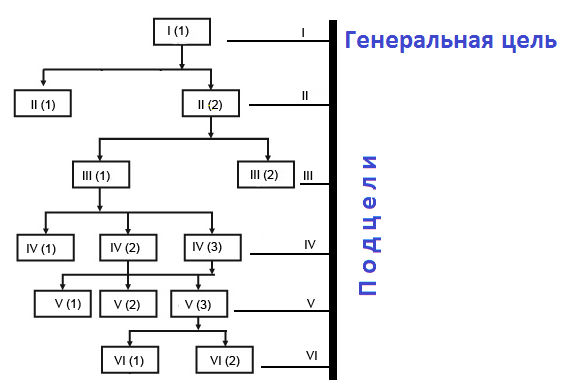
Идея метода дерева целей впервые была предложена американскими исследователеми У.Черчменом и Р. Акоффом в 1957 году.

Термин *дерево* подразумевает использование иерархической структуры.

Представление целей начинается с верхнего уровня, дальше они последовательно разукрупняются и конкретизируются.

Основным правилом разукрупнения целей является полнота: каждая *цель верхнего уровня* должна быть представлена *в виде подцелей следующего уровня* исчерпывающим образом, то есть так, чтобы объединение понятий подцелей полностью определяло понятие исходной цели.

Большую популярность приобрели методы построения целевой модели в виде *древовидного графа* (рис.6.3), вершиной, которого является генеральная цель, а ветвями – подцели, решение которых обеспечивает достижение генеральной цели.



6.3. Дерево целей

**2.3. Методы экспертных оценок.**

Термин «*эксперт*» происходит от латинского слова означающего «*опытный*».

***Экспертные оценки –*** *это неформальный прогноз, основанный на опыте и интуиции специалистов-экспертов.*

При использовании экспертных оценок обычно предполагается, что мнение группы экспертов надежнее, чем мнение отдельного эксперта. В некоторых теоретических исследованиях отмечается, что это предположение не является очевидным.

Все множество проблем, решаемых методами экспертных оценок, делится на два класса. К первому относятся такие, в отношении которых имеется достаточное обеспечение информацией. При этом методы опроса и обработки основываются на использовании принципа «*хорошего измерителя*», т. е. эксперт - качественный источник информации; групповое мнение экспертов близко к истинному решению. Ко второму классу относятся проблемы, в отношении которых знаний для уверенности в справедливости указанных гипотез недостаточно. В этом случае экспертов уже нельзя рассматривать как «*хороших измерителей*» и необходимо осторожно подходить к обработке результатов экспертизы во избежание больших ошибок. В литературе в основном рассматриваются вопросы экспертного оценивания для решения задач первого класса.

## Лекция 3

## Системный подход и системный анализ в инженерной деятельности

Применения системных представлений для анализа сложных объектов и процессов рассматривают системные направления, включающие в себя: системный подход, системные исследования, системный анализ (системологию, системотехнику и т. п.). За исключением системотехники, область которой ограничена техническими системами, все другие термины часто употребляются как синонимы. Однако в последнее время системные направления начали применять в более точном смысле.

Системный подход. Этот термин начал применяться в первых работах, в которых элементы общей теории систем использовались для практических приложений. Используя этот термин, подчеркивали необходимость исследования объекта с разных сторон, комплексно, в отличие от ранее принятого разделения исследований на физические, химические и др. Оказалось, что с помощью многоаспектных исследований можно получить более правильное представление о реальных объектах, выявить их новые свойства, лучше определить взаимоотношения объекта с внешней средой, другими объектами. Заимствованные при этом понятия теории систем вводились не строго, не исследовался вопрос, каким классом систем лучше отобразить объект, какие свойства и закономерности этого класса следует учитывать при конкретных исследованиях и т. п. Иными словами, термин «системный подход» практически использовался вместо терминов «комплексный подход», «комплексные исследования».

Системные исследования. В работах под этим названием понятия теории систем используются более конструктивно: определяется класс систем, вводится понятие структуры, а иногда и правила ее формирования и т. п. Это был следующий шаг в системных направлениях. В поисках конструктивных рекомендаций появились системные направления с разными названиями: системотехника, системология и др. Для их обобщения стал применяться термин «системные исследования». Часто в работах использовался аппарат исследования операций, который к тому времени был больше развит, чем методы конкретных системных исследований.

Системный анализ. В настоящее время системный анализ является наиболее конструктивным направлением. Этот термин применяется неоднозначно. В одних источниках он определяется как «приложение системных концепций к функциям управления, связанным с планированием» [5]. В других — как синоним термина «анализ систем» (Э. Квейд) или термина «системные исследования» (С. Янг). Однако независимо от того, применяется он только к определению структуры целей системы, к планированию или к исследованию системы в целом, включая и функциональную и обеспечивающую части, работы по системному анализу существенно отличаются от рассмотренных выше тем, что в них всегда предлагается методология проведения исследовании делается попытка выделить этапы исследования и предложить методику выполнения этих этапов в конкретных условиях. В этих работах всегда уделяется особое внимание определению целей системы, вопросам формализации представления целей. Некоторые авторы даже подчеркивают это в определении: системный анализ — это методология исследования целенаправленных систем (Д. Киланд. В. Кинг).

Термин «системный анализ» впервые появился в связи с задачами военного управления в исследованиях RAND Corporation (1948), а в отечественной литературе получил широкое распространение после выхода в 1969 г. книги С.Оптнера «Системный анализ для решения деловых и промышленных проблем».

В начале работы по системному анализу в большинстве случаев базировались на идеях теории оптимизации и исследования операций. При этом особое внимание уделялось стремлению в той или иной форме получить выражение, связывающее цель со средствами, аналогичное критерию функционирования или показателю эффективности, т, е. отобразить объект в виде хорошо организованной системы.

Так, например, в ранних руководящих материалах по разработке автоматизированных систем управления (АСУ) рекомендовалось цели представлять в виде набора задач и составлять матрицы, связывающие задачи с методами и средствами достижения. Правда, при практическом применении этого подхода довольно быстро выяснялась его недостаточность, и исследователи стали прежде всего обращать внимание на необходимость построения моделей, не просто фиксирующих цели, компоненты

л связи между ними, а позволяющих накапливать информацию, вводить новые компоненты, выявлять новые связи и т. д„ т. е. отображать объект в виде развивающейся системы, не всегда предлагая, как это делать.

Позднее системный анализ начинают определять как «процесс последовательного разбиения изучаемого процесса на подпроцессы» (С. Янг) и основное внимание уделяют поиску приемов, позволяющих организовать решение сложной проблемы путем расчленения ее на подпроблемы и этапы, для которых становится возможным подобрать методы исследования и исполнителей. В большинстве работ стремились представить многоступенчатое расчленение в виде иерархических структур типа «дерева», но в ряде случаев разрабатывались методики получения вариантов структур, определяемых временными последовательностями функций.

**Лекция 4**

**Проектирование технических и информационных систем**

Этапы проектирования систем можно представить в виде (рис.4.1).

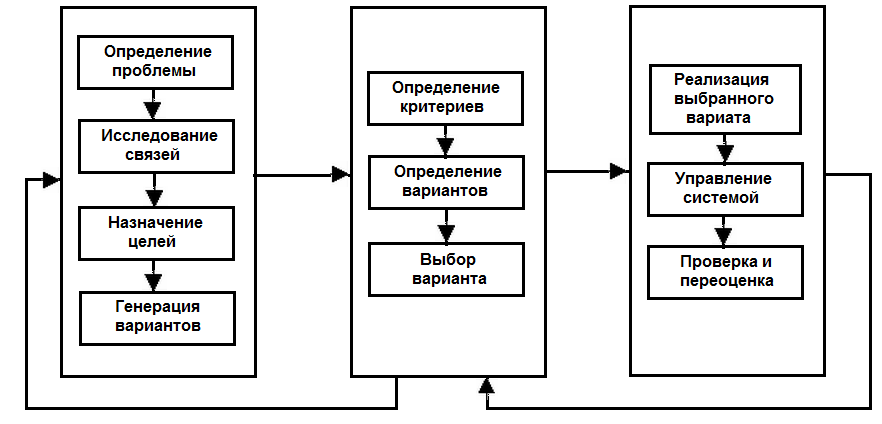


Рис.4.1. Этапы проектирования систем

В настоящее время системный анализ развивается применительно к проблемам планирования и управления, и в связи с усилением внимания к программно-целевым принципам в планировании этот термин стал практически неотделим от терминов «целеобразование» и «программно-целевое планирование и управление». В работах этого периода системы анализируются как целое, рассматривается роль процессов целеобразования в развитии целого, роль человека. При этом оказалось, что в системном анализе не хватает средств: развиты в основном средства расчленения на части, но почти нет рекомендаций, как при расчленении не утратить целое. Поэтому наблюдается усиление внимания к роли неформализованных методов при проведении системного анализа. Вопросы сочетания и взаимодействия формальных и неформальных методов при проведении системного анализа не решены. Но развитие этого научного направления идет по пути их решения.

Теория БС с точки зрения системного анализа проблемы включает три основных научных направления:

Кибернетику как науку об управлении, включающую анализ информационных процессов в системах с управлением;

Исследование операций как науку, дающую количественное обоснование степени соответствия управления целевому назначению системы;

Экономические исследования (технико-экономические, военно-экономические исследования), дающие возможность анализировать процесс функционирования основных средств системы.

Следовательно, предметом теории систем применительно к большим организационным системам является круг проблем, связанных с анализом целенаправленной деятельности коллективов людей, функционирования техники, которой управляют люди, и техники с силами природы.

**Принципы построения иерархических систем**

**4.1. Виды и формы представления структур**

Различные виды структур имеют специфические особенности и могут рассматриваться как самостоятельные понятия теории систем и системного анализа.

Структура может быть представлена в виде графа, в матричной форме, в форме теоретико-множественных описаний, с помощью языка алгебры и прочее.

Рассмотрим основные типы структур.

**Линейная (последовательная)** **структура** (рис. 5.1, а) характеризуется тем, что каждый элемент связан с двумя другими. При выходе из строя хотя бы одного элемента (связи) структура разрушается. Примером такой структуры является конвейер.

**Кольцевая структура** (рис. 5.1, б) отличается замкнутостью, любые два элемента обладают двумя направленными связями. Это повышает скорость обмена информацией, делает структуру более живучей.

**Сотовая структура** (рис. 5.1, в) характеризуется наличием резервных связей, что повышает надежность (живучесть) функционирования структуры, но приводит к повышению ее стоимости.

**Многосвязная структура** (рис. 5.1, г) имеет структуру полного графа. За счет наличия кратчайших путей надежность ее функционирования максимальная, эффективность функционирования высокая, однако стоимость тоже максимальная.

**Звездная структура** (рис. 5.1, д) имеет центральный узел, который выполняет роль центра, все остальные элементы системы являются подчиненными.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| **а - линейная** | **б - кольцевая** |
|  |  |
| **в - сотовая** | **г - многосвязная** |
|  |  |
| **д - звезда** | **е - графовая** |
|  | |
| Рис. 5.1. Типы структур | |

**Графовая структура** (рис. 5.1, е) используется обычно при описании производственно- технологических систем.

**Сетевая структура** **или сеть** (см. рис. 5.2) представляет собой декомпозицию системы во времени. Она отображает порядок действия технических систем (телефонная сеть, электрическая сеть и т. п.), этапы деятельности человека (при производстве продукции - сетевой график, при проектировании - сетевая модель, при планировании - сетевой план и т. д.).

При применении сетевых моделей пользуются определенной терминологией: вершина, ребро, путь критический путь и т.д. Элементы сети могут быть расположены последовательно и параллельно.

Сети бывают разные. Наиболее распространены и удобны для анализа однонаправленные сети. Но могут быть и сети с обратными связями, с циклами.

Для анализа сложных сетей существует математический аппарат теории графов, прикладная теория сетевого планирования и управления, имеющая широкую распространенность при представлении процессов организации производства и управления предприятиями.



Рис.5.2

**Иерархическая структура** получила наиболее широкое распространение при проектировании систем управления. Все элементы, кроме верхнего и нижнего уровней обладают, как командными, так и подчиненными функциями управления. Иерархические структуры представляют собой декомпозицию системы в пространстве.

Иерархические структуры, в которых каждый элемент нижележащего уровня подчинен одному узлу (вершине) вышестоящего уровня называют **иерархическими или** **древовидными структурами с сильными связями** (рис. 5.3).

Структуры, в которых каждый элемент нижележащего уровня может быть подчинен двум и более узлам (вершинам) вышестоящего уровня называют **иерархическими или** **древовидными структурами со слабыми связями** (рис. 5.4).



Рис. 5.3

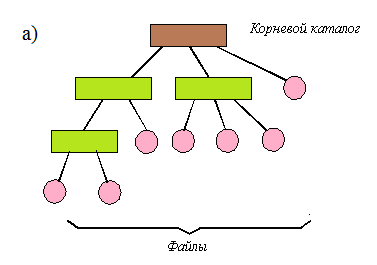


Рис.5.4

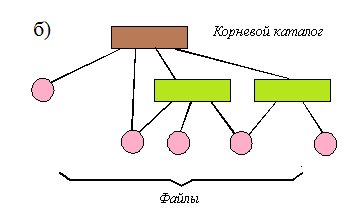
***Пример 1.***

Иерархия каталогов в ОС может быть деревом или сетью.

**Дерево** (MS-DOS) - файлу разрешено входить только в один каталог (иерархическая структура с сильными связями, рис. 5.5 а);

**Сеть** (UNIX) - файл может входить сразу в несколько каталогов (рис.5.5 б).

Иерархия каталогов в MS DOS



Иерархия каталогов в UNIX

Рис. 5.5

В общем случае термин иерархия означает соподчиненность, порядок подчинения низших по должности и чину лиц высшим. Термин возник как наименование «служебной лестницы» в религии, широко применяется для характеристики взаимоотношений в аппарате управления государством, армией и т. д. Концепция иерархии была распространена на любой согласованный по подчиненности порядок объектов.

**Матричные структуры.** Структуры систем можно представить не только в графическом, но и в табличном (матричном) виде, что позволяет представить взаимоотношения между уровнями иерархической структуры.

Иерархическая структура с сильными связями может быть представлена матричной структурой (табл. 5.1). Такое представление иногда удобнее на практике, например, при оформлении планов работ, когда нужно указать исполнителей, формы отчетности и т.п.

Взаимоотношения между уровнями иерархии со «слабыми» связями могут быть представлены в виде двумерной матричной структурой (табл. 5.2) Важной особенностью такого представления является возможность отразить не только наличие связей, но и их силу: либо словами («сильная» – «слабая»), либо путем введения количественных характеристик силы связи.

Таблица 5.1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1. … | 1.1. … | 1.1.1. … |
| 1.1.2 . … |
| 1.1.3. … |
| 1.2. … | 1.2.1. … |
| 1.2.2. … |
| 2. … | 2.1. … | 2.1.1. … |
| 2.1.2. … |

Таблица 5.2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 |
| 1.1  1.2  2.1 | +  +  - | +  -  + |

В иерархических структурах важно лишь выделение уровней соподчиненности, а между уровнями и между компонентами в пределах уровня могут быть любые взаимоотношения. В соответствии с этим существуют структуры, использующие иерархический принцип, но имеющие специфические особенности, и их целесообразно выделить особо. Это так называемые многоуровневые иерархические структуры.

М.Месаровичем предложены особые классы иерархических структур типа «страт», «слоев», «эшелонов»", отличающиеся принципами взаимоотношения элементов в пределах уровня и правом вмешательства вышестоящего уровня в организацию взаимоотношений между элементами нижележащего.

Учитывая важность этих видов структур для решения проблем управления предприятиями в современных условиях многоукладной экономики, для проблемы проектирования сложных систем, остановимся на их характеристике несколько подробнее.

***Страты.*** При отображении сложных систем основная проблема состоит в том, чтобы найти компромисс между простотой описания, позволяющей составить и сохранять целостное представление об исследуемом или проектируемом объекте, и детализацией описания, позволяющей отразить многочисленные особенности конкретного объекта. Один из путей решения этой проблемы - задание системы семейством моделей, каждая из которых описывает поведение системы с точки зрения соответствующего уровня абстрагирования. Для каждого уровня существуют характерные особенности, законы и принципы, с помощью которых описывается поведение системы на этом уровне.

Таким образом, можно задать систему семейством моделей с целью отображения многочисленных особенностей объекта. Такое представление названо **стратифицированным**, а уровни абстрагирования - **стратами**.

Основные страты изучения систем: макроскопический и микроскопический анализы.

**Макроскопический анализ** заключается в игнорировании деталей структуры системы и наблюдении только общего поведения системы как целого.

Цель макроскопического анализа состоит в создании модели изучаемой системы в ее взаимодействии с окружением (модель «вход-выход» - модель типа «черный ящик»).

**Микроскопический анализ** детально описывает каждый из компонентов системы; центральным при этом является понятие элемента: изучаются связи и функции элементов, структура системы и др.

К задачам микроанализа можно отнести следующие:

* выделение элементов в системе;
* изучение каждого из элементов;
* установление структуры системы;
* выявление связей между элементами.