

# Методы системного анализа

Лекция 2

# Методы системного анализа

Методы системного анализа обеспечивают научно обоснованное решение проблем, как при совершенствовании систем, так и при их проектировании. Они позволяют грамотно сформулировать проблему, поставить цели исследования и проектирования, определить альтернативы решения проблем, масштабы неопределенности в каждом из рассматриваемых вариантов, выбрать критерии их оценки, сравнить альтернативы, выбрать наиболее подходящий вариант и принять решение.

# Общие методы системного анализа

## Системный подход к решению проблемной ситуации



# Общие методы системного анализа

## Основные методы системного анализа



# Декомпозиция

Уровень декомпозиции определяется исходя из поставленных целей исследования.

При этом требуется обеспечить выполнение двух противоречивых требований:

- 1) максимально подробно, всесторонне и полно рассмотреть систему, что приводит к росту глубины декомпозиции.;
- 2) простота рассмотрения, приводящая к необходимости уменьшения числа уровней декомпозиции.

# Декомпозиция

Разрешение требований декомпозиции осуществляется за счет:

- включения в процесс декомпозиции только тех компонентов, которые оказывают существенное влияние на цели исследования;
- доведения декомпозиции до простых, понятных, реализуемых уровней;
- осуществления поэтапной детализации;
- обеспечения возможности введения новых элементов и продолжение декомпозиции с их учетом.

# Декомпозиция

Наиболее часто применяемые стратегии декомпозиции:

- **Функциональная декомпозиция.** Составляется перечень всех функций системы, а затем выделяются так называемые функциональные подсистемы, т.е. группы элементов системы, реализующих одну конкретную функцию. Если функции системы имеют иерархический характер, то составляется дерево функций.

- **Декомпозиция по жизненному циклу.** Признак выделения подсистем — изменение законов функционирования подсистем на разных этапах цикла существования системы — от замысла до гибели и утилизации. Рекомендуется применять декомпозицию по жизненному циклу, когда целью системы является оптимизация процессов и когда возможно достаточно точно определить последовательность преобразования входов в выходы

# Декомпозиция

- **Декомпозиция по физическому процессу.** Данная стратегия позволяет описывать протекающие в системе процессы, но имеет недостаток — при этом не всегда учитываются взаимные ограничения процессов. Поэтому данную стратегию рекомендуется применять в том случае, если целью исследования является описание физического процесса как такового.

- **Структурная декомпозиция.** Суть этого вида декомпозиции заключается в группировке элементов системы в относительно автономные части (подсистемы различных рангов) с учетом их связей. Основным признаком структурной декомпозиции является сила связи между элементами системы

# Декомпозиция

- **Декомпозиция по входам.** Осуществляется в соответствии с типом и характером входных воздействий на систему с целью изучения особенностей ее поведения в зависимости от этих воздействий.

- **Декомпозиция по типам ресурсов.** Цель этого вида декомпозиции — изучение влияния входной информации, энергии, материальных, финансовых, кадровых и других видов ресурсов на качество функционирования системы.

- **Декомпозиция по выходам системы.** Признаком декомпозиции служат конкретные результаты функционирования системы.

- **Декомпозиция деятельности человека.** Проводится с целью оценки роли человеческой деятельности в системе.

# Общие методы системного анализа

## Основные методы системного анализа



# Анализ

***Когнитивный анализ*** (от лат. cognition — знание) направлен на углубление познания предметной области, связанной с рассматриваемой системой, на обеспечение четкой формулировки целей и задач исследования, выяснение и изучение причинно-следственных связей и их количественную оценку.

# Анализ

## *Этапы проведения когнитивного анализа:*

- формулировка целей и задач исследования;
- сбор, обработка и анализ существующей информации по предметной области, связанной с создаваемой или совершенствуемой системой;
- определение основных тенденций и законов, характеризующих процесс проводимых исследований;
- определение ограничений и условий реализации исследований;
- определение круга лиц, связанных с исследуемой системой, и выявление их интересов;
- выработка механизма действий и путей реализации поставленной цели.

# Анализ

***Функционально-структурный анализ.*** В процессе функционально-структурного анализа изучаются алгоритмы функционирования и состав, как самой исследуемой системы, так и ее подсистем и элементов.

# Анализ

***Цель функционально-структурного анализа*** заключается в определении и уточнении следующих факторов:

- закономерностей и алгоритмов функционирования системы в целом, ее подсистем и элементов;
- взаимодействий и взаимовлияний подсистем и элементов;
- пространства состояний системы;
- совокупности управляемых и неуправляемых параметров системы;
- состава системы;
- связей между подсистемами и элементами системы;
- структурных свойств системы и ее подсистем.

# Анализ

Результатом функционально-структурного анализа является разработка заключения об оптимальности алгоритмов функционирования и структуры системы и выработка рекомендаций и путей совершенствования системы.

# Анализ

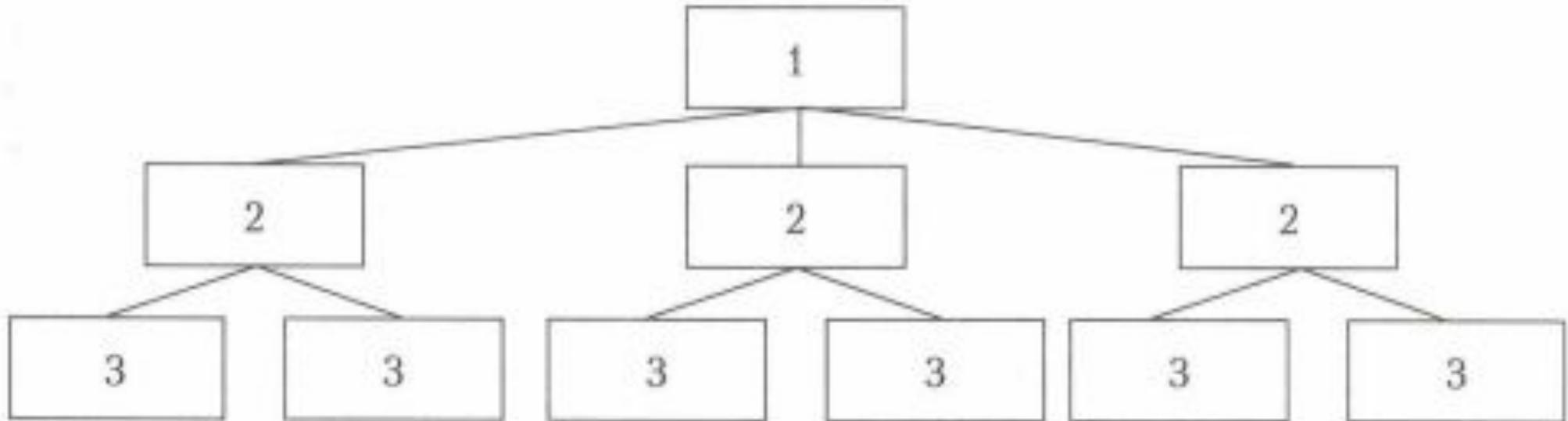
Структурные схемы представляют в виде графа.

В соответствии с характером отношений между блоками системы различают иерархические, многосвязные и смешанные структуры.

По степени определенности связей между частями (блоками) системы обычно различают детерминированные, вероятностные и хаотические структуры.

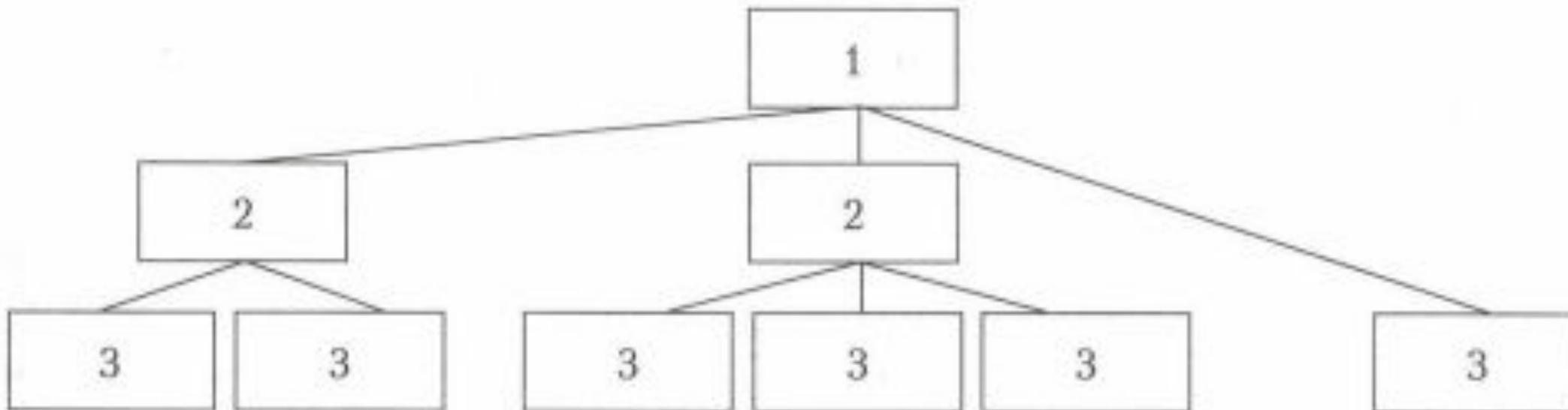
# Анализ

Граф строгой иерархической структуры



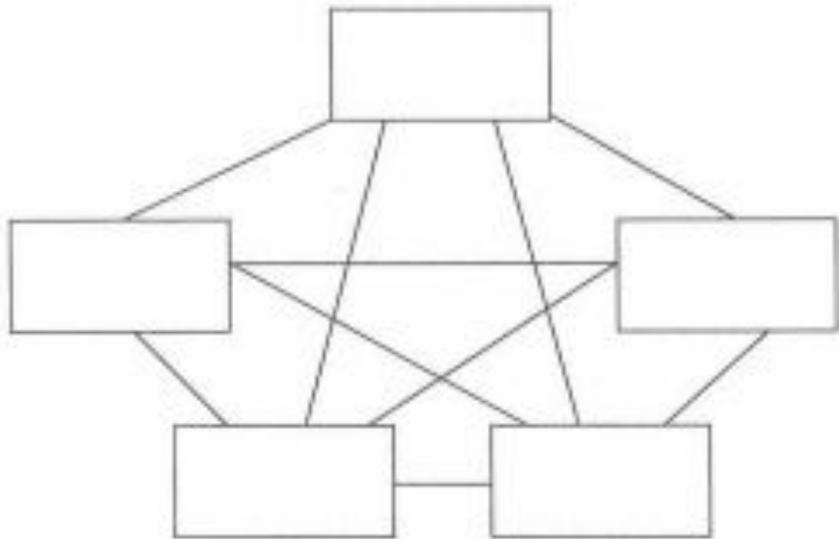
# Анализ

Граф нестрогой иерархической структуры

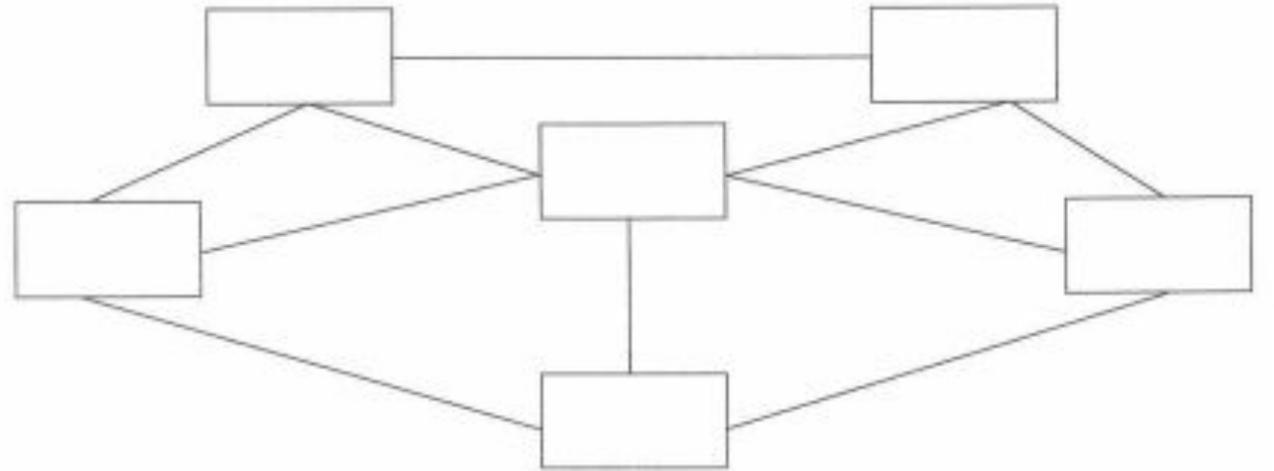


# Анализ

Граф многосвязной структуры



Граф сотовой структуры



# Анализ

**Морфологический анализ.** Основная идея морфологического анализа заключается в нахождении возможных вариантов решения проблем путем комбинирования выделенных в анализируемой системе элементов, их признаков или функций (так называемых морфологических признаков).

Морфологические исследования строятся по иерархическому принципу путем последовательной декомпозиции функций и структуры системы.

# Анализ

Основные этапы морфологического анализа :

- 1) максимально точная формулировка проблемы для рассматриваемой системы;
- 2) выяснение цели задачи — поиск вариантов функциональных и структурных схем разрабатываемой системы, определение перечня ее свойств и характеристик;
- 3) выделение морфологических признаков (отдельных частей задачи), характеризующих разрабатываемую систему с позиций поставленной цели;
- 4) разработка вариантов решений для каждого морфологического признака;

# Анализ

## Этапы морфологического анализа

- 5) полный перебор всех комбинаций вариантов по всем морфологическим признакам с проверкой каждой комбинации на соответствие условиям задачи, на их совместимость и реализуемость;
- 6) отбор из рассмотренных комбинаций тех вариантов, которые подходят для дальнейшего рассмотрения;
- 7) выбор одного наиболее эффективного варианта в соответствии с критериями, определенными исследователем.

# Анализ

## Морфологическая таблица

Морфологический признак	Альтернативы реализации морфологического признака	Число альтернатив
$МП_1$	$A_{11} A_{12} A_{13} \dots A_{1K_1}$	$K_1$
$МП_2$	$A_{21} A_{22} A_{23} \dots A_{2K_2}$	$K_2$
...	... ..	...
$МП_i$	$A_{i1} A_{i2} A_{i3} \dots A_{iK_i}$	$K_i$
...	... ..	...
$МП_n$	$A_{n1} A_{n2} A_{n3} \dots A_{nK_n}$	$K_n$

# Анализ

***Информационный анализ.*** Информационный анализ имеет очень большое значение, поскольку любая техническая, экономическая или социальная система немислима без информации.

При информационном анализе исследуемая система представляется иерархической структурой.

# Анализ

Как правило, рассматривают следующие виды информации:

- *осведомляющая*, движущаяся от нижних уровней иерархии к верхним;
- *управляющая*, содержащая директивы, указания, планы действий и т.д., движущаяся от верхних уровней иерархии к нижним;
- *преобразующая*, определяемая алгоритмом функционирования элементов системы.

# Анализ

***Цель информационного анализа*** - изучение состава информации, циркулирующей в системе, ее объема и форм представления, порядка ввода, хранения, обработки, передачи и вывода.

**Объектом исследования** в данном случае выступают информационные процессы, протекающие в системе.

# Анализ

При информационном анализе определяются:

- состав информационных элементов системы;
- потребности в информации в каждом элементе системы, на каждом уровне ее иерархии;
- форма, состав и структура входной и выходной информации;
- источники информации;
- форма, средства и структура, передачи информации;
- форма, состав и структура выходной информации;

# Анализ

- состав, структура и направление информационных потоков в системе;
- алгоритмы преобразования информации, методы ее обработки в каждом информационном элементе системы;
- количественные и качественные характеристики информации и информационных процессов в системе

# Анализ

## *Основные информационные характеристики:*

- объем информации, скорость ее обработки, ввода и вывода;
- объем и скорость (производительность) передачи информации по каждому направлению обмена;
- достоверность информации;
- вероятность искажения и трансформации информации;
- избыточность информации;
- степень дублирования информации и т.д

# Анализ

***Генетический анализ.*** В процессе генетического анализа исследуемые системы оцениваются с точки зрения их происхождения и предыдущей истории развития.

***Анализ аналогов.*** Аналогом какой-либо системы можно назвать другую систему, созданную наподобие рассматриваемой системы, похожую на нее и могущую в определенной степени ее заменить. Метод анализа аналогов позволяет провести сравнительную оценку исследуемой системы и других существующих или разрабатываемых систем.

# Анализ

***Анализ эффективности.*** Позволяет оценить конечные результаты, получаемые при совершенствовании или создании системы, т.е. ее результативность, ресурсоемкость, оперативность, надежность и другие важные системные характеристики. Процесс оценки эффективности включает в себя выбор шкал измерений, выбор и обоснование системы показателей и критериев оценки эффективности, осуществление непосредственного оценивания, а также анализ полученных результатов и выработку рекомендаций по совершенствованию или разработке системы.

# Анализ

***Формирование требований к системе.*** Этот этап является заключительным этапом процесса анализа системы. На этом этапе формулируются требования к системе и, как правило, оформляются в виде технического задания на совершенствование или разработку системы.

# Анализ

## *Методика проведения анализа систем*

- анализ проблемы;
- определение системы;
- анализ структуры системы;
- формирование общей цели и основного критерия;
- декомпозиция цели, выявление потребности в ресурсах, процессах;
- выявление ресурсов и процессов, композиция цели;
- прогноз и анализ будущих условий;
- оценка целей и средств;
- отбор варианта;
- диагноз существующей системы;
- построение комплексной программы развития;
- проектирование организации для достижения цели.

# Синтез

***Стадию синтеза можно разбить на следующие этапы:***

- 1) Анализ исходной проблемы синтеза, оценка имеющихся и формирование недостающих исходных данных.
- 2) Четкое выделение синтезируемой системы, а также всех вышестоящих систем (надсистем), в которые входит исследуемая система. На этом этапе оцениваются и исследуются внешние воздействия на систему, их тип, характеристика и степень влияния.
- 3) Установление основных функций системы и ее элементов, учет их вклада в реализацию целей системы в целом, разработка алгоритмов их реализации. На этом этапе в первую очередь определяются основные выходы системы, их тип и характер.

# Синтез

4) Определение альтернативных структур системы. На этом этапе изучаются состав и возможные структуры системы, выявляются причины, объединяющие отдельные части в некую целостность — систему. Полученная на этом этапе информация о структуре системы, роли каждого элемента позволяет оценить характер соединения элементов системы, направленность воздействий между ними, оценить степень их взаимного влияния и взаимообусловленности.

5) Определение основных процессов в системе, условий их реализации, а также состояний системы и порядка их изменений в процессе функционирования системы. Система должна рассматриваться в динамике, в развитии. На данном этапе исследуется степень управляемости каждого из процессов, его причастности к реализации функций системы. Определяются основные управляющие воздействия на систему, их тип, источники и степень влияния на систему.

# Синтез

6) Определение и обоснование необходимого объема и форм представления информации, методов и средств ее ввода, хранения, обработки, вывода и передачи с учетом разработанной структуры системы и процессов функционирования. Информационный синтез осуществляется с целью оценки требуемых качественных и количественных характеристик информации, используемой в системе.

7) Определение параметров системы. Основной целью данного этапа является оценка количественных характеристик системы и ее элементов, позволяющих оценить структуру системы, процессы ее функционирования и степень реализации внешних системных задач и функций.

# Синтез

8) Разработка модели системы. На этом этапе производится выбор типа модели и оценивается его пригодность по критериям адекватности, реализуемости, точности, многовариантности, сложности и другим, учитывающим специфику исследуемой системы. Осуществляется само моделирование и производится анализ полученных результатов.

9) Оценивание альтернативных вариантов систем. Разрабатывается и обосновывается схема оценивания предлагаемых вариантов, а затем реализуется сама оценка.

# **Виды проблем, решаемых с помощью системного анализа**

Любое исследование начинается с постановки проблемы и заканчивается выводами.

**Проблема — это ситуация несоответствия желаемого и существующего.**

# Виды проблем, решаемых с помощью системного анализа

Классификация проблем по назначению :

- **проблемы стабилизации.** Решение этого вида проблем обеспечивает компенсацию нежелательных воздействий, их предотвращение или устранение;
- **проблемы развития и совершенствования.** Целью решения этих проблем является повышение эффективности функционирования объектов и систем.

# Виды проблем, решаемых с помощью системного анализа

Классификация проблем по степени формализации:

- **хорошо структурированные** (или количественно сформулированные). Для их решения обычно используются методы исследования операций. Особенности таких проблем — достоверность, строгость, точность и надежность решения;
- **слабо структурированные**, содержащие количественные и качественные оценки. Для их решения используются методы системного анализа;
- **неструктурированные** (или качественные). При решении этих проблем используются эвристические методы, а также методы экспертных оценок.

# Виды проблем, решаемых с помощью системного анализа

Классификация проблем по степени связанности:

- *автономные* и
- *комплексные*.

# Виды проблем, решаемых с помощью системного анализа

Классификация проблем по характеру проявления и уровню решения выделяют проблемы:

- **рутинные, повторяющиеся.** Решение такого рода проблем осуществляется имеющимися методами, программами действий в соответствии со сложившейся обстановкой;
- **селективные, аналогичные** проблемы. Для решения этих проблем, как правило, имеется достаточно широкий круг методов и возможностей;
- **новые, адаптационные** проблемы. Эти проблемы требуют выработки новых, творческих методов их решения;
- **инновационные, уникальные** проблемы. Они обязательно требуют выработки новых идей, творческого, эвристического подхода, интуиции, разработки и внедрения новых технологий.

# Этапы постановки проблемы

Постановка любой проблемы включает несколько этапов:

- исследование пути обнаружения проблемы;
- оценка и рассмотрение самой проблемы;
- выделение ее из смежных проблем;
- рассмотрение и оценка результатов, получаемых в результате решения проблемы.

# Особенности научных исследований

- мнимые проблемы (лежащие вне науки и лежащие внутри науки);
- отличие научной проблемы от технической задачи.

# Способы обращения с проблемой

- игнорировать проблему, не решать ее, сохранить существующее положение дел;
- частично решить проблему, выделив и решив наиболее существенные ее части;
- полностью решить проблему и оценить полученные результаты;
- устранить проблему путем устранения причин, вызвавших появление проблемы.

# Проблемная ситуация

**Проблемная ситуация** — это совокупность противоречий между необходимыми действиями и незнанием способов их выполнения, между потребностями в новых знаниях и их недостаточностью, между поставленными целями и возможностями их реализации.

**Цель определения проблемной ситуации** и четкой формулировки проблемы заключается в установлении ее сущности и формулировании в известных, установленных терминах.

# Проблемная ситуация

*Типичными проблемными ситуациями являются:*

- фактические результаты деятельности не соответствуют их требуемому или желаемому состоянию;
- существующие методы решения проблем и задач оказываются неэффективными или непригодными для использования;
- в процессе практической или научной деятельности обнаруживаются новые факты, которые не укладываются в рамки ранее существующих теорий;
- одна или несколько частных теорий вступают в противоречие с более общей теорией в определенной области знаний.

# Цели системного анализа и их реализация

Цель в общем смысле — это мысленное предвосхищение результата деятельности.

Цель направляет и регулирует деятельность человека

С позиций системного анализа цель означает достижение требуемого или желаемого состояния системы, способное удовлетворить исходные потребности при реальных ограничениях.

# Цели системного анализа и их реализация

## *Варианты задания целей:*

- жесткое определение целей и порядка их реализации;
- определение конечной цели без ограничений условий ее достижения;
- свобода выбора целей и порядка их достижения.

## **ИЛИ**

- задание конечного состояния системы;
- определение порядка смены состояний;
- указание только требуемого направления движения системы без определения конечного состояния.

# Цели системного анализа и их реализация

## *Свойства целей:*

- зависимость от потребностей;
- субъективность;
- конкретность;
- наличие элемента неопределенности.

Цель является средством оценки будущего результата.

# Постановка целей системного анализа

*При определении целей исходят из следующих положений:*

- единая главная цель системы может и должна быть выражена совокупностью частных целей (подцелей) системы. Главная цель, формализованная в виде целевой функции, служит критерием сравнения альтернатив решения проблемы;

- достижение главной цели, обеспечивающее наиболее эффективный вариант построения системы, является компромиссом между степенью достижения подцелей, определяемым конечным результатом и затратами ресурсов на его достижение;

- главная цель системы формируется с учетом условий существования системы, задаваемых совокупностью ограничений;

- цели решения отдельных подпроблем являются частным выражением главной цели

# Дерево целей

Постановка целей системного анализа осуществляется в виде *дерева целей*.

***Для построения дерева целей необходимо:***

- определить и систематизировать все подцели системы, выбрать показатели, количественно характеризующие степень достижения подцелей;
- определить целевую функцию, т.е. некоторые математические зависимости, количественно отражающие степень достижения как главной цели, так и подцелей системы;
- определить ограничения, условия решения проблемы, аргументы целевой функции и возможные пределы их изменения;
- исследовать полученные совокупности подцелей для их уточнения, расширения или замены.

# Дерево целей

*Дерево целей* обычно *отображается графически* следующим образом:

1. Главная цель
  - 1.1. Первая подцель главной цели
    - 1.1.1. Первая подцель подцели 1.1
    - 1.1 .2. Вторая подцель подцели 1.1
    - ...
  - 1.2. Вторая подцель главной цели
    - 1.2.1. Первая подцель подцели 1.2
    - 1.2.2. Вторая подцель подцели 1.2 ... и т.д.

# Построение и выбор критериев

*Критерий* - это признак/показатель, на основании которого производится оценка качества системы, ее процесса функционирования, а также сравнение альтернатив, классификации объектов и систем.

Критерии должны удовлетворять условиям измеримости, сопоставимости и существования на всем протяжении жизненного цикла исследуемой системы.

# Построение и выбор критериев

В реальных условиях определяют не один, а ***совокупность критериев***, описывающих цели по-разному и дополняющих друг друга.

# Построение и выбор критериев

При выборе критериев необходимо учитывать ограничения по человеческим, материальным, финансовым, временным и другим ресурсам, выделяемым для проведения системного анализа, а также интересы окружающей среды.

# Построение и выбор критериев

Группы критериев наиболее часто встречающиеся при анализе систем:

- экономические — прибыль, рентабельность, себестоимость и т.д.;
- технико-экономические — производительность, надежность (безотказность, долговечность, ремонтпригодность), энергоемкость и т.д.;
- технологические — тип и объем выпускаемого продукта, характеристики его качества и пр.

# Построение и выбор критериев

Для оценки технических систем используются следующие группы показателей:

- функциональные — производительность, точность, надежность и т.д.;
- технологические — трудоемкость, показатели унификации и стандартизации, экономия живого труда и т.д.;
- экономические — расход материалов и энергии, затраты на информационное обеспечение и т.д.;
- антропологические — экологичность, эргонометричность, безопасность и т.д.

# Построение и выбор критериев

**Операционные свойства** технических систем определяются

- 1) исходом (результатом) операции и
- 2) алгоритмом получения результатов.

Любая операция может быть охарактеризована

- результативностью (Э),
- ресурсоемкостью (Р) и
- оперативностью (О).

# Построение и выбор критериев

- Для количественной оценки исхода операции используется показатель исхода операции

$$Y_{\text{исх}} = \langle Y_{\text{э}}, Y_{\text{р}}, Y_{\text{о}} \rangle,$$

где

$Y_{\text{исх}}$  — количественной показатель качества операции;

$Y_{\text{э}}$  — показатели результативности, определяемые полученными целевыми эффектами;

$Y_{\text{р}}$  — показатели ресурсоемкости, характеризующие объем всех видов ресурсов, использованных для получения целевого эффекта;

$Y_{\text{о}}$  — показатели оперативности, определяемые временными затратами на проведение операции.

# Построение и выбор критериев

Показатель  $Y_{исх}$  характеризует степень приспособленности системы для достижения цели, т.е. характеризует комплексное свойство системы — ее эффективность.

Понятие **эффективность** связано с целенаправленным процессом функционирования некоторой системы, которая создается и используется для достижения определенной цели, т.е. для получения определенного результата.

# Показатели эффективности

Эффективность - соотношение между достигнутыми результатами и затраченными ресурсами.

Эффективность системы (Э) - мера ее целесообразности, связанная с назначением системы, выгодностью, способностью решать поставленные задачи.

Эффективность всегда связана с получением некоторого полезного результата (G).

Выигрыш приобретается ценой энергетических, информационных, денежных и прочих затрат, обеспечивающих функционирование системы, и называется платой за выигрыш (С).

# Показатели эффективности

- Если выигрыш и плата выражены в одинаковых единицах измерения, то

$$\mathcal{E} = G - C$$

- Если выигрыш и плата выражены в различных единицах измерения, то

$$\mathcal{E} = G / C$$

или

$$\mathcal{E} = \alpha G e^{-\beta C},$$

где  $\alpha$  и  $\beta$  — масштабирующие коэффициенты

# Показатели эффективности

Если предельно допустимая плата равна  $C^*$ , то

$$\mathcal{E} = G \text{ при } C < C^*.$$

Если  $X$  - множество параметров системы, характеризующих как элементы системы, так и связи между ними, а  $Y$  - множество параметров внешней среды, тогда

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}(X, Y).$$

Практическую ценность представляют только те системы, для которых

$$\mathcal{E} > \mathcal{E}^*$$

где  $\mathcal{E}^*$  - некоторый пороговый уровень.

# Задачи проектирования системы

- 1) максимизировать эффективность системы  $\mathcal{E} = \mathcal{E}(X, Y)$  при затратах  $W(X)$ , не превышающих допустимого значения  $W^*$ , т.е. определить

$$\mathcal{E}_{\max} = \max \mathcal{E}(X, Y), \text{ при } W \leq W^*,$$

где  $\mathcal{E}_{\max}$  — максимальное значение эффективности системы;

- 2) минимизировать затраты на создание и эксплуатацию системы  $W(X, Y)$  при условии, что обеспечена эффективность системы не ниже некоторого минимально допустимого значения  $\mathcal{E}^*$ , т.е. найти

$$W_{\min} = \min W(X, Y),$$

при  $\mathcal{E} \geq \mathcal{E}^*$ , где  $W_{\min}$  — минимальное значение затрат на реализацию системы.

# Общий вид показателя эффективности

$$\alpha = \langle R_{\text{ц}}, R_{\text{р}}, T \rangle,$$

где  $R_{\text{ц}}$  — целевые эффекты;  $R_{\text{р}}$  — ресурсоемкость;  $T$  — затраты времени.

Если процесс функционирования системы протекает во внешней среде с характеристиками  $V$ , то

$$\mathcal{E}(V) = [e(u_n), n = \{1, N\}],$$

где  $\mathcal{E}(V)$  — эффективность системы;  $N$  — множество характеристик внешней среды;  $e(u_n)$  — показатель влияния  $n$ -й характеристики внешней среды на эффективность создаваемой системы.

Тогда цель операции,  $\mathcal{E}(V) \subset \{\mathcal{E}_{\text{доп}}\}$

где  $\mathcal{E}_{\text{доп}}$  — допустимое значение эффективности системы.

# Категории критериев эффективности

- 1) запаздывающие, т.е. отражающие окончательный результат функционирования системы;
- 2) оперативные, позволяющие оценивать текущее состояние системы, следовательно, управлять складывающейся ситуацией.

Выбор критериев эффективности — один из самых важных этапов исследования систем.

Правильный выбор критериев эффективности эквивалентен не только правильной формулировке задач, но и определению основных направлений действий по реализации системы.

# Требования формирования критериев оценки их эффективности

1. **Представительность.** Это требование означает, что критерий эффективности должен отражать главную цель системы. При наличии в системе нескольких целей каждая из них должна отражаться соответствующим локальным критерием эффективности, а главная цель — некоторым комплексным критерием.

2. **Полнота.** Критерий эффективности должен отражать по возможности все желательные и нежелательные последствия функционирования системы.

# Требования формирования критериев оценки их эффективности

3. **Измеримость**, т.е. возможность представления критерия и его составляющих в виде количественных мер. Если возможность непосредственного измерения какого-либо свойства системы отсутствует, вводятся некоторые искусственные шкалы измерения. Другим способом решения этой задачи является переход к косвенным показателям, характеризующим рассматриваемое свойство.

4. **Ясность физического смысла**. Подразумевается возможность измерения критерия эффективности в количественных мерах, доступных для восприятия человеком. Данное требование ограничивает возможности объединения локальных критериев эффективности в один комплексный критерий.

# Требования формирования критериев оценки их эффективности

5. **Неизбыточность**, т.е. минимизация набора составляющих, входящих в критерий эффективности.

6. **Чувствительность**. Это требование определяет необходимость достаточно существенного изменения значения критерия эффективности при изменении величин управляемых параметров.

# Группы критериев эффективности

1) **определенности**, если функционирование системы происходит в строго определенных условиях, при детерминированных параметрах системы и внешней среды;

2) **риска**, если параметры системы и внешней среды являются дискретными или непрерывными случайными величинами с известными законами распределения вероятности. Основная проблема оценки эффективности в этих условиях — неясность способа определения законов распределения вероятностей параметров системы и внешней среды вследствие отсутствия, как правило, достаточного статистического материала, необходимого для исследования системы;

3) **неопределенности**, если показатели системы являются случайными величинами, законы распределения которых неизвестны. В этом случае для оценки эффективности используются эвристические методы, методы экспертных оценок.

# Выработка альтернатив достижения целей

*Противоречивые требования формирования  
альтернатив:*

- 1) множество должно быть достаточно полным, включая даже самые нереальные на первый взгляд альтернативы;
- 2) формирование неоправданно широкого множества альтернатив потребует весьма больших затрат на исследование этого множества.

# Выработка альтернатив достижения целей

*При выработке альтернатив необходимо соблюдать следующие требования:*

- альтернативы должны взаимно исключать друг друга;
- альтернативы должны предполагать максимальное различие по выделенным признакам;
- альтернативы должны быть примерно одинаково вероятны;
- сформированное множество альтернатив должно отображать весь спектр возможностей исследования.

# Способы формирования альтернатив

- 1) использование прошлого опыта;
- 2) рассмотрение аналогов исследуемой системы;
- 3) использование знаний компетентных специалистов (экспертов, заинтересованных лиц, результатов советов, совещаний, комиссий и т. д.);
- 4) увеличение числа альтернатив за счет их комбинации или модификации имеющихся альтернатив (приспособить, усилить, ослабить, заменить, переделать, объединить, использовать по-другому и т.д.);
- 5) инверсия — включение альтернатив, противоположных предложенным, в том числе и «нулевой» альтернативы (ничего не делать);
- 6) использование для генерирования альтернатив эвристических и экспертных методов — мозговой атаки, Дельфи, генерации ассоциаций, морфологических методов и т. д.

# Реализация выбора и принятие решений

Цель системного анализа – это выбор рационального варианта исследуемой системы.

Процедура выбора альтернатив, т.е. принятия решения, представляет собой ряд действий над сформированным множеством альтернатив.

# Классификации выбора альтернатив

- ***по условиям выбора*** — в условиях определенности или риска или неопределенности;
- ***по числу учитываемых критериев*** — однокритериальные или многокритериальные;
- ***по числу лиц, участвующих в выборе,*** — индивидуальный выбор или групповое решение.

# Методы выбора альтернатив

1) *При решении задач в условиях определенности* значение критериев эффективности и условия выбора задаются неслучайными числовыми значениями.

Для решения используются детерминированные модели и методы поиска рациональных или оптимальных решений.

При решении однокритериальных задач в этих условиях применяются классические методы оптимизации математического анализа.

Для решения многокритериальных задач в условиях определенности обычно прибегают к следующим методам: множества Парето, выделения главного критерия, лексикографической оптимизации, свертывания векторного критерия в скалярный и т.д

# Методы выбора альтернатив

2) *При решении задач в условиях риска* параметры и условия выбора являются случайными величинами и описываются законами распределения или их числовыми характеристиками.

Задачи этого вида решаются с использованием методов теории вероятностей и математической статистики.

# Методы выбора альтернатив

3) *Задачи в условиях неопределенности* характеризуются случайными условиями и параметрами выбора, законы распределения этих величин неизвестны.

Для решения используются специальные методы выработки решений в условиях неопределенности. К ним относятся:

- метод максимина (или гарантированного результата);
- минимакса: оптимальными считаются параметры выбора, обеспечивающие минимум потерь при наихудших условиях выбора, максимизирующих потери;
- минимаксного риска (принцип Сэвиджа): оптимальными являются параметры выбора, которые при неблагоприятных условиях выбора обеспечивают минимальный риск;
- пессимизма — оптимизма (или принцип Гурвица): оптимальными считаются параметры выбора, которые обеспечивают максимальное значение взвешенного среднего эффекта при наихудших условиях выбора;
- недостаточного основания (или принцип Бернулли): если множество несовместимых альтернатив конечно, то следует считать, что все альтернативы равновероятны.

# Внедрение результатов анализа

Процесс выполнения системного анализа должен завершаться практическим внедрением его результатов.

При внедрении результатов системного анализа используются методы планирования, организации и контроля выполнения принятых решений.

При планировании определяются весь необходимый перечень работ, сроки, отводимые для выполнения каждой работы, ответственные лица, схема взаимодействия иерархических уровней в организации при решении поставленных задач, механизмы контроля исполнения, мотивация исполнителей и многое другое.

Как правило, этапы исследований и практического внедрения в сложных системах сливаются и носят итеративный характер.

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!!!**