

## Лекция 23

### Концептуальные понятия теории систем и системного анализа

План:

1. Основные понятия теории систем
2. Задачи системного анализа
3. Основные положения системного анализа
4. Принципы и структура СА

#### 1. Основные понятия теории систем

Существуют различные точки зрения на содержание понятия «системный анализ» и область его применения. Изучение различных определений системного анализа позволяет выделить четыре его трактовки.

Первая трактовка рассматривает системный анализ как один из конкретных методов выбора лучшего решения возникшей проблемы, отождествляя его, например, с анализом по критерию стоимость — эффективность.

Такая трактовка системного анализа характеризует попытки обобщить наиболее разумные приемы любого анализа (например, военного или экономического), определить общие закономерности его проведения.

В первой трактовке **системный анализ** — это, скорее, «анализ систем», так как акцент делается на объекте изучения (системе), а не на системности рассмотрения (учете всех важнейших факторов и взаимосвязей, влияющих на решение проблемы, использование определенной логики поиска лучшего решения и т.д.)

В ряде работ, освещающих те или иные проблемы системного анализа, слово «анализ» употребляется с такими прилагательными, как количественный, экономический, ресурсный, а термин «системный анализ» применяется значительно реже.

Согласно второй трактовке **системный анализ** — это конкретный метод познания (противоположность синтезу).

Третья трактовка рассматривает **системный анализ** как любой анализ любых систем (иногда добавляется, что анализ на основе системной методологии) без каких-либо дополнительных ограничений на область его применения и используемые методы.

Согласно четвертой трактовке **системный анализ** — это вполне конкретное теоретико-прикладное направление исследований, основанное на системной методологии и характеризующееся определенными принципами, методами и областью применения. Он включает в свой состав как методы анализа, так и методы синтеза, кратко охарактеризованные нами ранее.

Итак, **системный анализ** — это совокупность определенных научных методов и практических приемов решения разнообразных проблем, возникающих во всех сферах целенаправленной деятельности общества, на основе системного подхода и представления объекта исследования в виде

системы. Характерным для системного анализа является то, что поиск лучшего решения проблемы начинается с определения и упорядочения целей деятельности системы, при функционировании которой возникла данная проблема. При этом устанавливается соответствие между этими целями, возможными путями решения возникшей проблемы и потребными для этого ресурсами.

**Элемент** – некоторый неделимый объект (материальный, энергетический, информационный), обладающий рядом свойств и реализующий в системе определенный закон функционирования

**Целью системного** анализа является полная и всесторонняя проверка различных вариантов действий с точки зрения количественного и качественного сопоставления затраченных ресурсов с получаемым эффектом.

Системный анализ предназначен для решения в первую очередь слабоструктуризованных проблем, т.е. проблем, состав элементов и взаимосвязей которых установлен только частично, задач, возникающих, как правило, в ситуациях, характеризующихся наличием фактора неопределенности и содержащих неформализуемые элементы, неперебиваемые на язык математики.

Системный анализ помогает ответственному за принятие решения лицу более строго подойти к оценке возможных вариантов действий и выбрать наилучший из них с учетом дополнительных, неформализуемых факторов и моментов, которые могут быть неизвестны специалистам, готовящим решение.

Под **свойством** понимают величину, обуславливающую сходство или отличие объектов и проявляющуюся при взаимодействии с другими объектами. Свойства объекта отражаются характеристиками и представляются в виде закона функционирования.

## **2. Задачи системного анализа**

**Системный анализ** – это методология решения проблем, основанная на структуризации систем и количественном сравнении альтернатив.

В системном анализе используется математический аппарат общей теории систем, а также качественные и количественные методы математической логики, теории эффективности, теоретической информатики, структурной лингвистики, теории множеств методов искусственного интеллекта, методов моделирования.

Применение системного анализа в теории принятия решений дает возможность выделить перечень и указать методику выполнения взаимосвязанных задач, позволяющих не упустить важные связи и свойства объекта автоматизации.

Основными задачами системного анализа являются:

- задача декомпозиции – представление систем из подсистем, состоящих из элементов;

- задача анализа – определение свойств систем или окружающей среды (определение закона преобразования информации, описывающего поведение системы);

- задача синтеза – по описанию закона преобразования информации построить систему.

В рамках каждой задачи выполняются частные процедуры.

Декомпозиция включает, как правило, две процедуры – наблюдение и измерение.

В задачах анализа и синтеза выделяются процедуры оценки свойств и алгоритмов, реализующих заданный закон преобразования информации.

Таким образом, в основе системного анализа как науки лежат определенные понятия и принципы проведения анализа систем.

### 3. Классификация систем

Признаки	Классы
Природа элементов	Физические Абстрактные
происхождение	Естественные Искусственные
Степень сложности	Простые Сложные Большие
Изменчивость свойств	Статические Динамические
Характер поведения	С управлением Без управления
По наличию случайной функции	Детерминированные Стохастические
В зависимости от типа X, Y, Z	Непрерывные Дискретные
По взаимодействию с внешней средой	Открытые Закрытые

Деление систем на физические и абстрактные позволяет различать реальные системы и системы, являющиеся моделями реальных. Для реальных может быть построено множество систем-моделей, различающихся по цели моделирования и по требуемой степени детализации. Например, реальная ЛВС для программиста – совокупность программного, математического и информационного обеспечения, для электроника, совокупность технических средств, их исправное или неисправное состояние, для хакера – совокупность объектов, подлежащих разведке, подавлению, уничтожению.

Сложные системы отличаются от простых наличием трех основных признаков: робастность, наличием неоднородных связей и эмерджентностью.

**Робастность** – способность сохранять частичную работоспособность при отказе отдельных элементов.

В сложных системах кроме значительного количества элементов имеют место различные по типу связи – структурные, функциональные, информационные, пространственно- временные.

**Эмерджентность** (целостность) – это свойство системы, которое принципиально не сводится к сумме свойств её элементов.

Понятие открытости систем конкретизируется для каждой предметной области. В области информационных систем открытыми называются программно-аппаратные комплексы, которым присущи следующие свойства:

- мобильность (программный комплекс (ПК) переносим на различные аппаратные платформы и в различные операционные системы;
- стандартность (ПК соответствует определенному стандарту независимо от конкретного разработчика);
- наращиваемость (ПК обеспечивает включение новых программных и аппаратных средств независимо от конкретного разработчика;
- совместимость (ПК имеет возможность взаимодействовать с другими комплексами на основе развитых интерфейсов с прикладными задачами в других системах.

В отличие от открытых замкнутые системы изолированы от среды – не оставляют свободными входных компонентов ни у одного из своих элементов. Пример – сети для обработки конфиденциальной информации.

### **Классификация проблем**

Согласно классификации, все проблемы подразделяются на три класса:

- хорошо структурированные (*well-structured*), или количественно сформулированные проблемы, в которых существенные зависимости выяснены очень хорошо;
- неструктурированные (*unstructured*), или качественно выраженные проблемы, содержащие лишь описание важнейших ресурсов, признаков и характеристик, количественные зависимости между которыми совершенно неизвестны;
- слабо структурированные (*ill-structured*), или смешанные проблемы, которые содержат как качественные элементы, так и малоизвестные, неопределенные стороны, которые имеют тенденцию доминировать.

### **Методы решения**

Для решения хорошо структурированных количественно выражаемых проблем используется известная методология исследования операций, которая состоит в построении адекватной математической модели (например, задачи линейного, нелинейного, динамического программирования, задачи теории массового обслуживания, теории игр и др.) и применении методов для отыскания оптимальной стратегии управления целенаправленными действиями.

Системный анализ предоставляет к использованию в различных науках, системах следующие системные методы и процедуры:

- абстрагирование и конкретизация
- анализ и синтез, индукция и дедукция
- формализация и конкретизация
- композиция и декомпозиция
- линеаризация и выделение нелинейных составляющих
- структурирование и ре структурирование

- макетирование
  - ре инжиниринг
  - алгоритмизация
  - моделирование и эксперимент
  - программное управление и регулирование
  - распознавание и идентификация
  - кластеризация и классификация
  - экспертное оценивание и тестирование
  - верификация
- и другие методы и процедуры.

### **Процедура принятия решений**

Для решения слабо структурированных проблем используется методология системного анализа, системы поддержки принятия решений (СППР). Рассмотрим технологию применения системного анализа к решению сложных задач.

Процедура принятия решений включает следующие основные этапы:

1. формулировка проблемной ситуации;
2. определение целей;
3. определение критериев достижения целей;
4. построение моделей для обоснования решений;
5. поиск оптимального (допустимого) варианта решения;
6. согласование решения;
7. подготовка решения к реализации;
8. утверждение решения;
9. управление ходом реализации решения;
10. проверка эффективности решения.

Для многофакторного анализа, алгоритм можно описать и точнее:

1. описание условий (факторов) существования проблем, И, ИЛИ и НЕ связывание между условиями;
2. отрицание условий, нахождение любых технически возможных путей. Для решения нужен хотя бы один единственный путь. Все И меняются на ИЛИ, ИЛИ меняются на И, а НЕ меняются на подтверждение, подтверждение меняется на НЕ-связывание;
3. рекурсивный анализ вытекающих проблем из найденных путей, т.е. п.1 и п.2 заново для каждой подпроблемы;
4. оценка всех найденных путей решений по критериям исходящих подпроблем, сведенным к материальной или иной общей стоимости.

### **3. Основные положения системного анализа**

Система декомпозируется на элементы не сразу, а последовательным разделением на подсистемы.

Подсистема – это часть системы, выделенная по определенному признаку, обладающая некоторой самостоятельностью и допускающая разложение на элементы.

Последовательная декомпозиция системы в глубину приводит к иерархии подсистем, нижним уровнем которой является элемент. Примером

декомпозиции является структура программы на языке Паскаль. (тело основной программы включает модули – подсистемы первого уровня, модули включают функции и процедуры – подсистемы второго уровня, процедуры включают операторов – элементы системы).

**Характеристика** – это отражение некоторого свойства элемента системы. Характеристика задается кортежем

Характеристики делятся на количественные и качественные в зависимости от типа отношений на множестве их значений.

Если на множестве значений заданы метризованные отношения с указанием степени количественного превосходства, то характеристика является **количественной**. Пример, размер экрана по диагонали (см.) и максимальное разрешение (ПК) являются количественными характеристиками мониторов.

Если пространство значений не метрическое, то такая характеристика называется **качественной**. Например, такая характеристика монитора, как комфортность разрешения, хотя и измеряется в пикселях, является качественной (мерцание, резкость).

Характеристики элемента являются зависимыми переменными и отражают свойства элемента. одна из основных целей системного анализа – выявление внутренних свойств системы, определяющих её поведение.

Формально свойства представляются в виде закона функционирования.

**Законом функционирования**  $F^S$ , описывающим процесс функционирования элемента системы во времени, называется зависимость:

$$y(t) = F^S(x, p, u, t).$$

Оператор  $F^S$  преобразует зависимые переменные в независимые и отражает их поведение во времени.

**Цель** - ситуация или область ситуаций, которая должна быть достигнута при функционировании системы за определенный промежуток времени.

Закон функционирования отражает цель системы управления. Цель задается требованиями к показателям результативности, ресурсоемкости и оперативности функционирования системы. Цель для системы определяется старшей системой, в которой рассматриваемая система является элементом.

**Показатель** – характеристика, отражающая качество или целевую направленность системы.

Важным для описания систем является понятие **алгоритма функционирования**, под которым понимается метод получения выходных характеристик с учетом различных факторов.

Наличие нескольких алгоритмов достижения поставленной цели для системы с одним и тем же законом функционирования приводит к необходимости оценки систем по качеству и эффективности функционирования.

**Качество** – совокупность свойств объекта, обуславливающих его пригодность для использования по назначению.

**Эффективность** – степень приспособленности системы к достижению цели.

**Критерий эффективности** – обобщенный показатель и правило выбора лучшей системы.