

# Тема 1: «ВВЕДЕНИЕ В СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ»

## ВОПРОСЫ

1. Предпосылки возникновения и связь системного анализа с другими науками.
2. Системный подход и системный анализ
3. Задачи системного анализа

## Литература

1. Спицнадель В. Н. Основы системного анализа: Учебное пособие – Санкт-Петербург, «Издательский дом «Бизнес-пресса», 2000 – 208 с.
2. Антонов А.В. Системный анализ: Учебное пособие для вузов. – М., Высшая школа, 2004. – 454 с.
3. Анфилатов В.С., Емельянов А.А., Кукушкин А.А. Системный анализ в управлении: Учебное пособие. – М., Финансы и статистика, 2002.
4. Сурмин Ю.П. Теория систем и системный анализ: Учебное пособие. – Киев, МАУП, 2003. – 368 с.

# 1. ПРЕДПОСЫЛКИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И СВЯЗЬ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА С ДРУГИМИ НАУКАМИ

**Системный анализ** (СА) – совокупность понятий, методов, процедур и технологий для изучения, описания, реализации явлений и процессов различной природы и характера, междисциплинарных проблем; это совокупность общих законов, методов, приемов исследования таких систем или методология исследования сложных, часто не вполне определенных проблем теории и практики.

**Применяется** в любой предметной области, включая в себя частные и общие методы и процедуры исследования. **Целью является** исследование новых связей и отношений объектов и явлений. **Основной проблемой СА** является исследование связей и отношений таким образом, чтобы изучаемые объекты стали более управляемыми, изучаемыми, а "вскрытый" в результате исследования механизм взаимодействия объектов – более применимым и к другим объектам и явлениям.

**Изучение основ СА** базируется на понятийно-содержательном подходе, который концентрируется на основных понятиях, идеях, подходах, концепциях, возможностях и основных методологических принципах, использует "полуформальное" введение в суть рассматриваемых научных подходов и понятий.

## Различают три ветви науки, изучающей системы:

**системологию** (общую теорию систем), которая изучает теоретические аспекты и использует теоретические методы (теории информации, вероятностей, игр и др.);

**системный анализ** (методологию, теорию и практику исследования систем), которая исследует методологические, а часто и практические аспекты и использует практические методы (математическая статистика, исследование операций, программирование и др.);

**системотехнику** – практику и технологию проектирования и исследования систем.

**Общим у этих ветвей является системный подход, системный принцип исследования – рассмотрение изучаемой совокупности не как простой суммы составляющих (линейно взаимодействующих объектов), а как совокупности нелинейных и многоуровневых взаимодействующих объектов.**

СА предоставляет к использованию в различных науках, 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 реструктурирование; макетирование; реинжиниринг; алгоритмизация; моделирование и эксперимент; программное управление и регулирование; распознавание и идентификация; кластеризация и классификация; экспертное оценивание и тестирование; верификация и другие методы и процедуры.

## Системный анализ тесно связан с:

**синергетикой** – междисциплинарной наукой, исследующей общие идеи, методы и закономерности организации (изменения структуры, ее пространственно-временного усложнения) различных объектов и процессов, инварианты (неизменные сущности) этих процессов.

"Синергический" означает "совместный, согласованно действующий". Это теория исследования возникновения новых качественных свойств, структур на макроскопическом уровне;

**философией**, которая дает общие методы содержательного анализа, а системный анализ – общие методы формального, межпредметного анализа предметных областей, выявления и описания, изучения их системных инвариантов.

Существуют различные **подходы к системному исследованию объектов**, поскольку они логически неоднородны, характеризуются различными концептуальными моделями, математическими средствами, исходными позициями и т.д.: *классическая теория систем; использование вычислительных машин и моделирование; теория ячеек; теория множеств: теория графов; теория сетей; кибернетика; теория информации; теория автоматов; теория игр; теория принятия решений и теория очередей.*

## **Системный анализ выступает в двух смыслах.**

**В широком смысле** – как основополагающая, фундаментальная наука, охватывающая всю совокупность проблем, связанных с исследованием и конструированием систем (в теоретическую часть включаются 12 выше приведенных направлений).

**В узком смысле** – СА, наука, стремящаяся вывести из общего определения системы как комплекса взаимодействующих элементов понятия, относящиеся к организованным целым (взаимодействие, сумма, централизация, финальность и т.д.), и применяющая их к анализу конкретных объектов и явлений.

***Прикладная область системного анализ включает:***

- 1) системотехнику;
- 2) исследование операций;
- 3) общую теорию систем.

***Системные исследования*** – вся совокупность научных и технических проблем, которые при всей их специфике и разнообразии сходны в понимании и рассмотрении исследуемых ими объектов как систем, т.е. множества взаимосвязанных элементов, выступающих в виде единого целого.

## 2. СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД И СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ

**Системный подход** – применяется для необходимости исследования объекта с разных сторон, комплексно, в отличие от принятого разделения исследований на физические, химические и др. С его помощью получают более правильное представление об объектах, выявляют их новые свойства, лучше определяют взаимоотношения объекта с внешней средой и другими объектами. Т.е. под системным подходом, понимаемым как часть методологии СА, называется применение ряда методологических положений (принципов) общего характера к исследованию систем. Известно около двух десятков таких принципов, связанных с необходимостью изучать систему комплексно, в ее разумной полноте, связности и организованности.

**Системные исследования** – в исследованиях понятия теории систем используются более конструктивно: определяется класс систем, вводится понятие структуры, а иногда и правила ее формирования и т.п. Это был шаг в направлении системных исследований. Прилагательный «системный» в применении к целому ряду понятий (метод, исследование, особенность, взгляд, модель и т.д.) означает учет в этих понятиях принципов системного подхода. Так, системные исследования – это акцентирование внимания на сложности конечной цели, единстве и расчлененности процесса исследования, наличии его внутренней структуры и т.д.

**Системный анализ** – работы по СА существенно отличаются тем, что в них всегда предлагается методология проведения исследований, делается попытка выделить этапы исследования и предложить методику выполнения этих этапов в конкретных условиях. В них уделяется особое внимание определению целей системы, вопросам формализации представления целей. Понятие **«системный»** используется потому, что исследования объектов строятся на использовании категории системы. С одной стороны, системой называется физическая реальность, по отношению к которой необходимо принять решения С другой стороны, в процессе СА создается абстрактная и концептуальная система, описываемая с помощью символов или других средств, которая представляет определенное структурно-логическое устройство, цель которого – служить инструментом для понимания, описания и возможно более полной оптимизации поведения связей и отношений элементов реальной физической системы. Такого рода абстрактной системой может быть математическая, машинная или словесная модель или система моделей и т.д.

Термин **«анализ»** используется для характеристики самой процедуры проведения исследования, которая состоит в том, чтобы разбить проблему в целом на ее составляющие части, более доступные для решения, использовать наиболее подходящие специальные методы для решения отдельных подпроблем и, наконец, объединить частные решения так, чтобы было построено общее решение проблемы.

## **Основные отличия системного анализа от других формализованных подходов при обосновании решений**

- рассматриваются все теоретические возможные альтернативные методы и средства достижения целей по жизненному циклу сложного объекта (исследовательские, конструктивные, технологические, эксплуатационные и т.д.), правильная комбинация и сочетание этих различных методов и средств;
- альтернативы объекта оцениваются с позиции длительной перспективы;
- четко излагаются различные взгляды при решении проблемы;
- применяются к проблемам, для которых не полностью определены требования стоимости или времени;
- признается принципиальное значение организационных и субъективных факторов в процессе принятия решений, и в соответствии с этим разрабатываются процедуры широкого использования качественных суждений в анализе и согласовании различных точек зрения;
- особое внимание уделяется факторам риска и неопределенности, их учету и оценке при выборе наиболее оптимальных решений среди возможных вариантов.



**Применение СА определяется типом проблемы, которые от глубины их познания подразделяются на:**

- а) **хорошо структурированные**, в которых существенные зависимости выяснены настолько хорошо, что они могут быть выражены в числах и символах, получающих в конце концов численные оценки;
- б) **неструктурированные**, содержащие лишь описание важнейших ресурсов, признаков и характеристик, количественные зависимости между которыми совершенно неизвестны;
- в) **слабо структурированные**, которые содержат как качественные, так и количественные элементы, причем качественные малоизвестные и неопределенные стороны проблемы имеют тенденцию доминировать.

Исходя из этого, СА – это совокупность методов и средств выработки, принятия и обоснования решений. **Новизна СА** - он рассматривает проблему в целом, с постоянным ударением на ясность анализа, на количественные методы и на выявление неопределенности.

**Достоинство СА** - позволяет систематически и эффективно сочетать суждения и интуицию экспертов в соответствующих областях.

**Ограниченность СА** обусловлена: неизбежной неполнотой анализа; приближенностью меры эффективности; отсутствием способов точного предсказания будущего.

**Недостатки СА** - многие факторы, имеющие фундаментальное значение, не поддаются количественной обработке и могут быть упущены из рассмотрения или умышленно оставлены для последующего рассмотрения.

### 3. ЗАДАЧИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

В процессе исследований стремятся к наиболее полному и объективному представлению объекта – описанию его внутренней структуры, объясняющей причинно-следственные законы функционирования и позволяющей предсказать, а значит, и управлять его поведением. Одним из условий является адекватное представление сложного объекта в виде системы.

Существует несколько подходов к математическому описанию систем. Наиболее общим является теоретико-множественный подход, при котором система  $S$  представляется как отношение  $S \subset X \times Y$ , где  $X$  и  $Y$  – входной и выходной объекты системы, соответственно. Т.е., предполагается, что задано семейство множеств  $V_i$ , где  $i \in I$  – множество индексов, и система задается на  $V_i$  как некоторое собственное подмножество декартова произведения, все компоненты которого являются объектами системы.

В СА используются как математический аппарат общей теории систем, так и другие качественно-количественные методы из области математической логики, теории принятия решений, теории эффективности, теории информации, структурной лингвистики, теории нечетких множеств, методов искусственного интеллекта, методов моделирования.

**В состав задач СА входят задачи декомпозиции, анализа и синтеза**

**Задача декомпозиции** означает представление системы в виде подсистем, состоящих из более мелких элементов (часто задачу декомпозиции рассматривают как составную часть анализа).

**Задача анализа** состоит в нахождении различного рода свойств системы или среды, окружающей систему. Целью анализа является определение закона преобразования информации, задающего поведение системы. В данном случае речь идет об агрегации (композиции) системы в единственный элемент.

**Задача синтеза** системы противоположна задаче анализа. Необходимо по описанию закона преобразования построить систему, фактически выполняющую это преобразование по определенному алгоритму. При этом должен быть предварительно определен класс элементов, из которых строится искомая система, реализующая алгоритм функционирования. В рамках каждой задачи выполняются частные процедуры. Например, задача декомпозиции включает процедуры наблюдения, измерения свойств системы. В задачах анализа и синтеза выделяются процедуры оценки исследуемых свойств, алгоритмов, реализующих заданный закон преобразования. Тем самым вводятся различные определения эквивалентности систем, делающие возможными постановку задач *оптимизации*, т.е. задач нахождения в классе эквивалентных систем системы с экстремальными значениями определяемых в них функционалов.

## ВОПРОСЫ К СЕМИНАРУ

1. Почему в криминалистике узкоспециальная ограниченность недопустима? Какими причинами обусловлена необходимость системного подхода в криминалистике?
2. Понятие системного анализа, основные задачи системного анализа и его отличия при исследовании сложных объектов от других наук.
3. Системный подход, его взаимосвязь с системным анализом.