

## Раздел 1. Теория систем

### Тема 2. Сущность системного подхода. Структура и стадии системного анализа

Нет ни одной стороны нашей жизни, которой не касалась бы общая теория систем (ОТС). Человек постоянно вынужден иметь дело с системами, поэтому умение определять, предсказывать и управлять их эмерджентными свойствами помогает ему решать сложные проблемы и принимать правильные решения. Между тем, эмерджентные свойства любой системы, как правило, совершенно неочевидны.

Для того чтобы определять и предсказывать интегративные свойства систем или создавать системы с заданными интегративными свойствами, необходимо владеть неким инструментом именуемым в ОТС «системным подходом».

Интерес к системному подходу объясняется тем, что с его помощью можно решить задачи, которые сложно решить традиционными методами. Здесь важна формулировка задачи, поскольку она открывает возможность использования существующих или вновь создаваемых методов исследования.

**Системный подход** представляет собой универсальный метод исследования, основанный на восприятии исследуемого объекта как нечто целого, состоящего из взаимосвязанных частей и являющегося одновременно частью системы более высокого порядка.

**Системный подход** – это методологическое направление науки. Главная задача системного подхода – разрабатывать методы и средства исследования сложных систем. Применение системного подхода предполагает также применения определенного набора процедур и приемов, с помощью которых реализуют данный подход. Это переход от методологии к методике и технологии. В каждом конкретном исследовании реализуется некоторая совокупность процедур и приемов.

Ю. Н. Лапыгин отмечает, что под системным подходом обычно понимают часть диалектики (науки о развитии), исследующей объекты как системы, т. е. как нечто целое и в общем виде его можно представить как способ мышления в отношении организации и управления систем. Объект исследования всегда многогранен и требует всестороннего, комплексного подхода, поэтому к исследованию следует привлекать специалистов различного профиля.

Назначение системного подхода заключается в том, что он направляет человека на системное видение действительности. Он заставляет рассматривать мир с системных позиций, точнее — с позиций его системного устройства. В ходе исследования реальной системы обычно приходится сталкиваться с самыми разнообразными проблемами; быть профессионалом в каждой из них невозможно одному человеку. Поэтому для применения системного подхода при исследовании систем, исследователь должен иметь образование и опыт, необходимые для опознания и классификации конкретных проблем, для определения того, к каким специалистам следует обратиться для продолжения анализа, синтеза и

решения возникшей проблемы. Это предъявляет особые требования к специалистам-системщикам: они должны обладать широкой эрудицией, раскованностью мышления, умением привлекать людей к работе, организовывать коллективную деятельность.

Схематично системный подход выглядит как последовательность определенных процедур:

- 1) определение признаков системы (целостность и множество членений на элементы);
- 2) исследование свойств, отношений и связей системы;
- 3) установление структуры системы и ее иерархического строения;
- 4) фиксация взаимоотношений между системой и внешней средой;
- 5) описание поведения системы;
- 6) описание целей системы;
- 7) определение информации, необходимой для управления системой.

Например, в медицине системный подход проявляется в том:

- одни нервные клетки воспринимают сигналы о появившихся потребностях организм;
- другие отыскивают в памяти, как эта потребность удовлетворялась в прошлом;
- третьи – ориентируют организм в окружающей обстановке;
- четвертые – формируют программу последующих действий и т. д.

Так организм функционирует как нечто целое, и эта модель может быть использована при анализе любых систем.

Системный подход рассматривает исследуемые проблемы как системы, состоящие из структурированных и функционально организованных подсистем (или элементов). Основным методом системного подхода является системный анализ.

**Системный анализ** - научная дисциплина, которая на основе системно - организованных, структурно - взаимосвязанных и функционально - взаимодействующих процедур, методологических средств, математического аппарата, программного обеспечения и вычислительных возможностей информационных систем и сетей, обеспечивает получение и накопление информации об исследуемой системе для формирования знаний о ней с позиций поставленных целей исследования и нахождения наилучшего решения возникшей проблемы.

Научной основой системного анализа считают общую теорию систем и системный подход. У этих направлений науки системный анализ заимствует лишь самые общие исходные представления и предпосылки. В системном анализе тесно переплетены элементы науки и практики.

Системный анализ возник из методологических идей системного подхода, и носит прикладной характер. Системный анализ первоначально использовался для прогноза

поведения случайно, беспорядочно движущихся наземных целей. Первое его применение произошло в США в годы второй мировой войны и явилось обобщением опыта функционирования радарных установок. Методы системного анализа послужили выработке наилучшего порядка бомбардировочной авиации, предотвращению потерь самолетов и достижению максимального поражения целей.

Приступая к изучению новой, неизвестной системы, мы не знаем, с чем имеем дело.

В этом случае представление об объекте исследования может дать некоторое описание его свойств.

Функциональное описание системы отражает ее параметры, происходящие процессы

и иерархию системы. Оно дает возможность ответить на вопрос, для чего предназначена система. В более широком смысле функциональное описание позволяет оценить значимость системы в ее конкретной функции и воздействие на внешнюю среду (связи с другими системами). При этом функция системы выполняется, если параметры системы и процессы ограничены пределами, вне которых система разрушается либо радикально меняет свои свойства. Например, функциональное описание системы отопления учебного помещения.

Морфологическое описание дает ответ на вопрос о том, из каких элементов состоит система. Оно определяет глубину описания (выбор элемента, внутрь которого описание не проникает), композиционные свойства (способ объединения элементов в систему) и эффективность выполнения функции, на которую влияют искажения и непредусмотренные потери информации.

Таким образом, морфологическое описание отражает состав системы и связи между ее элементами, позволяет построить иерархическую структуру системы. Например, представим себе морфологическое описание системы отопления учебного помещения.

Информационное описание дает представление об обмене информацией между частями системы, системой и внешней средой. Описание позволяет судить об информационной упорядоченности системы. При этом обычно определяют меру неопределенности (энтропию) или упорядоченности (негэнтропию) системы и информационный метаболизм (обмен информации со средой). Важно помнить о том, что для системы особо ценна информация, привнесенная из внешней среды, но нельзя забывать и о том, что не всякая информация нужна системе.

Системный анализ в общем случае состоит из трех основных этапов: декомпозиции, анализа и синтеза ( см. рис. 2.1).

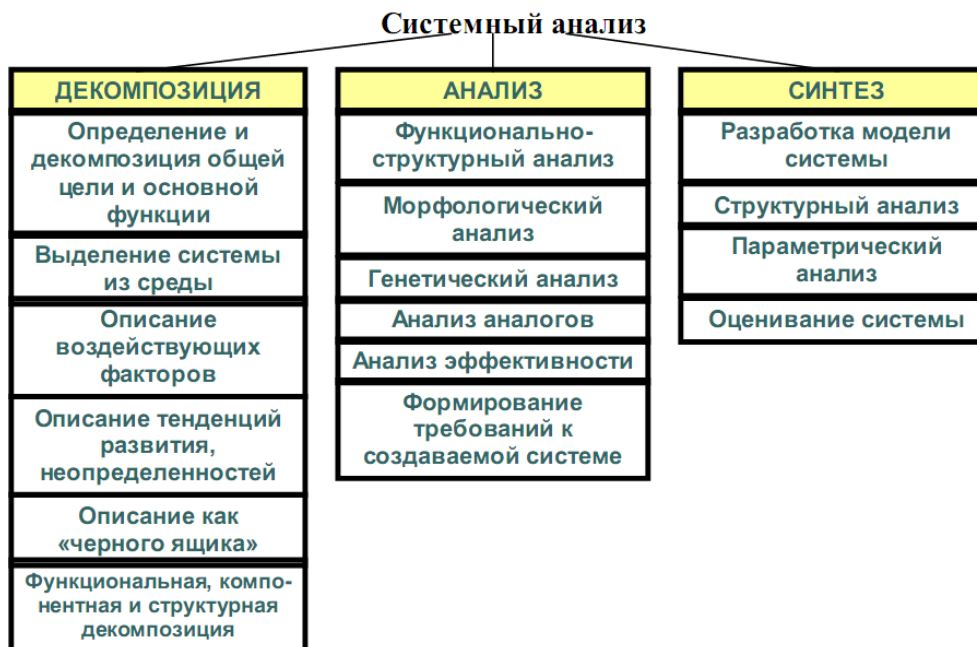


Рис. 2.1. Структура системного анализа

Процесс системного анализа можно разделить на следующие основные стадии:

- постановка проблемы, определение цели, задач и критериев оценки;
- моделирование и исследование системы на основе разработанных моделей;
- непосредственный анализ отобранных вариантов решений и их следствий с помощью ЭВМ и определения наилучшего решения.

При проведении системного анализа систем необходимо учитывать следующее:

1. При интерпретации объекта как системы каждый элемент следует описывать не как таковой, а с учетом его места в системе.
2. Исследование системы необходимо проводить неотделимо от исследования окружающей ее среды.
3. Центральным моментом системного исследования должно быть изучение порождения свойств целого из свойств элементов и наоборот.
4. В системном исследовании следует стремиться устанавливать не только чисто причинные объяснения функционирования и развития объекта, но и их целесообразность.
5. Необходимыми частями системного исследования нужно считать выявление целостности объекта, изучение его внутренних и внешних связей, структуры и функций, определение системообразующих факторов, интегральных свойств и показателей.

Общая методология исследования и совершенствования систем путем системного анализа и синтеза базируется на их рассмотрении по следующим аспектам:

- а) системно – элементный, качественно и количественно характеризующий состав системы;

- б) системно – структурный, концентрирующий внимание на способах связи и организации взаимодействия ее элементов;
- в) системно – функциональный, учитывающий задачи основных компонентов системы;
- г) системно – коммуникативный, рассматривающий ее связи с другими объектами;
- д) системно – интегративный, определяющий факторы самосохранения и самосовершенствования системы;
- е) системно – исторический, выявляющий условия ее возникновения, развития и гибели.

Обобщенная процедура совместного применения методов системного анализа и синтеза объектов включает следующие этапы:

1. Эмпирический системный анализ исследуемой сферы жизнедеятельности и выявление проблемных ситуаций.
2. Идентификация соответствующих систем и уточнение цели их системного исследования.
3. Сбор и обработка информации, декомпозиция цели на задачи и выбор способа их решения.
4. Разработка моделей выбранных систем, проверка их соответствия оригиналам и цели исследования.
5. Построение моделей с целью исследования и совершенствования выбранных оригиналов.
6. Теоретический системный синтез альтернативных рекомендаций и их внедрение в рассматриваемую сферу.

#### **Основные принципы системного подхода:**

1. Принцип конечной цели: абсолютный приоритет конечной (глобальной) цели;
2. Принцип единства: совместное рассмотрение системы как целого и как совокупности систем (элементов);
3. Принцип связанности: рассмотрение любой части совместно с ее связями с окружением;
4. Принцип модульного построения: полезно выделить модули в системе и рассматривать ее как совокупность модулей;
5. Принцип иерархии: целесообразно вводить иерархию частей (элементов) и (или) их ранжирование;
6. Принцип функциональности: совместное рассмотрение структуры и функций с приоритетом функций над структурой;
7. Принцип развития: учет изменяемости системы, ее способности развитию расширению,

замене частей, накоплению информации;

8. Принцип децентрализации: объединение в принимаемых решениях и управлении централизации и децентрализации;

9. Принцип неопределенности: учет неопределенностей и случайностей в системе.

### **Обобщённая структура и содержание системно-целевого подхода**

Системно-целевой подход применим к системам любой природы, и может рассматриваться как некоторая система, цель которой разработка рекомендаций для полной или частичной ликвидации проблемы. С этих позиций он имеет составные части, структуру, связи с внешней средой и состояния.

Практическое применение системно-целевого подхода основывается на следующих положениях.

1. Каждый элемент системы рассматривается с учетом его роли и места в системе. Роль и место элемента в системе определяется его влиянием на достижение цели.
2. Всякую систему необходимо рассматривать во взаимосвязи с окружающей средой. Окружающую среду целесообразно разделить на ближнюю и дальнюю среду. Связи системы с ближней средой всегда более существенно влияют на достижение системой своих целей.
3. В каждой системе необходимо выявить, каким образом из свойств частей системы возникает свойство эмерджентности (внешняя целостность системы) и какими свойствами должны обладать части системы, чтобы реализовалось необходимое свойство целостности (внутренняя целостность системы).
4. В процессе исследования учитывать не все свойства системы, а только необходимые для достижения цели.
5. Для каждой системы необходимо исследовать условия устойчивости внешним и внутренним возмущениям.
6. Основным аппаратом системно-целевого исследования служит метод моделирования, который позволяет представить себе функционирование будущей системы, сопоставить ее возможности с имеющимися ресурсами, сформулировать цепочку решений, в результате которых будут достигнуты поставленные цели

Методами системного анализа и синтеза решаются две задачи функционально-структурного характера – экспертная и конструктивная. Экспертная задача - на основании данных о настоящем моменте описать прошлое или предсказать будущее, а также описать глубинные и неочевидные процессы в настоящем. Решением экспертной задачи является сценарий. Сценарий должен отвечать на вопрос «что было бы, если ...?», «что будет, если ...?», или «что происходит в настоящий момент, если ...?».

Конструктивная задача – создать нечто с заранее заданными свойствами. Для теории систем ее можно сформулировать так: «создать систему с заданными интегративными свойствами». Решением конструктивной задачи является проект. Проект должен отвечать на вопрос «как сделать так чтобы...?» Для того, чтобы решение конструктивной задачи

было правильным, это решение должно сопровождаться постановкой экспертной задачи: «что будет, если проект будет осуществлен?». На основании решения экспертной задачи проект может дорабатываться, к доработанному проекту ставится новая экспертная задача, и так должно происходить до тех пор, пока сценарий осуществления проекта не покажет, что конструктивная задача решена правильно. Основным способом решения вышеуказанных задач является моделирование решаемых проблем, которое более подробно будет рассмотрено в следующем разделе.

### **Контрольные вопросы**

1. Каково содержание понятия «системный подход»?
2. Дайте определение системному анализу.
3. Каковы основные принципы системного подхода?
4. Поясните суть экспертной и конструктивной задач.
5. Где впервые был применен системный анализ?