

ЛЕКЦИЯ 5

3. ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ПРОВЕДЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙПлан лекции

3.8. Системный подход и системный анализ

3.8. Системный подход и системный анализ

Системный подход занимает одно из ведущих мест в научном познании. Предпосылкой его проникновения в науку явился прежде всего переход к новому типу научных задач: в целом ряде областей науки центральное место начинают занимать проблемы организации и функционирования сложных объектов: познание начинает оперировать системами, границы и состав которых далеко не очевидны и требуют специального исследования в каждом отдельном случае.

В основе системного подхода лежит понятие системы, под которой понимается совокупность взаимосвязанных элементов, образующих единое целое и имеющих единое назначение или цель. Важным дополнением к этому определению является замечание, что любая система представляет собой элемент системы более высокого порядка (надсистемы), а ее элементы, в свою очередь, обычно выступают в роли систем более низкого порядка (подсистем). Важнейшими характеристиками любой системы являются *функция*, *цель* и *структура*.

Под *функцией системы* понимают действия системы, которые выражаются в изменении возможных ее состояний. Например, функция (назначение) такой системы, как промышленное предприятие, заключается в изготовлении определенной продукции путем преобразования материальных и энергетических потоков, поступающих из внешней системы. Надо заметить, что большинство систем или их элементов выполняют не одну, а несколько функций. При этом из всего перечня функций объекта всегда можно выделить одну (реже – две) наиболее важную его функцию в данной системе отношений. Эта функция называется *главной полезной функцией (ГПФ)* объекта и, как правило, соответствует первоначальной цели создания или использования объекта. Выполнение системой

своих функций принято называть *функционированием системы*. Во время функционирования совершается ее переход из одного состояния в другие возможные состояния.

Целью системы называется определенное (заданное извне или устанавливаемое самой системой) состояние ее выходов, т. е. некоторое подмножество значений функции системы.

Структура системы определяется расположением и взаимосвязями элементов системы при выполнении ею своих функций. Обычно она зависит от величины и сложности системы. Величина системы характеризуется числом ее элементов и количеством связей между ними, а сложность – многообразием элементов (человек, технические средства, природные компоненты), неоднородностью их свойств и разным качеством связей (прямые, обратные). Именно структура делает систему некоторым качественно определенным целым, так как структура предполагает взаимодействие элементов друг с другом по-разному, выдвигая на первый план те или иные стороны, свойства элементов. Структура является важнейшей характеристикой системы, так как при одном и том же составе элементов, но при различном взаимодействии между ними меняется и назначение системы, и ее возможности. В подтверждение этого на рис. 3.2 приведен пример пары различных систем, построенных из одних и тех же элементов.

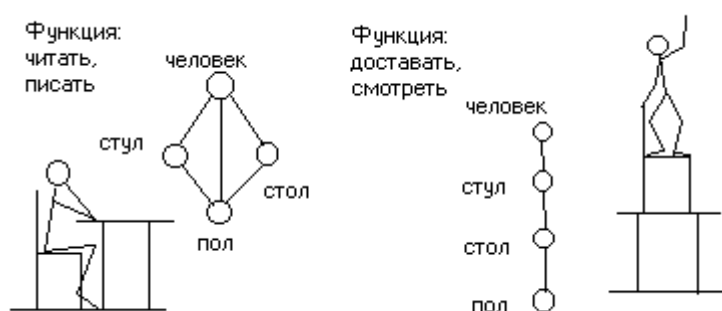


Рис. 3.2. Пример структуры систем, состоящей из одних и тех же элементов

В таблице 3.2. приведены примеры некоторых систем и их состава.

Примеры систем и их состава

Таблица 3.2

Система	Элементы	Подсистемы и их состав
Авторучка перьевая	Перо Баллон для чернил Корпус Поршень Колпачок Держатель	Подсистема письма (перо, баллон) Подсистема набора и хранения чернил (баллон, корпус, поршень) Подсистема защиты пишущего узла от повреждения (корпус, колпачок) Подсистема защиты костюма от загрязнения чернилами (колпачок) Подсистема крепления, фиксации авторучки (колпачок, держатель)
Вексель	Бумажный носитель Физические и полиграфические элементы защиты Реквизиты векселя Управляющие надписи на векселе	Подсистема идентификации векселя (бумажный носитель, реквизиты) Подсистема актуализации векселя (реквизиты, управляющие надписи) Подсистема защиты от подделки (физические и полиграфические элементы защиты, бумажный носитель)
Завод	Дирекция Бухгалтерия Планово-экономический отдел Отдел сбыта Отдел снабжения Отдел основного производства Отдел рекламы Отдел кадров И т.д.	Административно- управленческая подсистема (дирекция, бухгалтерия, планово-экономический отдел, отдел кадров) Подсистема производства (отдел основного производства, вспомогательные производственные группы, отдел снабжения) Подсистема внешних сношений (дирекция, отдел снабжения, отдел сбыта) Подсистема перспективного планирования и маркетинга (дирекция, планово-экономический отдел, отдел кадров, отдел рекламы, отдел сбыта)

Большим и сложным системам присущи свойства целостности и эмерджентности. *Целостность системы* означает, что все ее части служат общей цели и способствуют формированию наилучших (оптимальных) результатов в смысле принятого критерия эффективности. *Эмерджентность* (возникновение, появление нового) означает, что большие и сложные системы обладают свойствами, не присущими ни одному из ее элементов. Чем больше система и разница в размерах целого и частей, тем вероятнее различие в их свойствах и, следовательно, тем труднее согласовать цели их функционирования. Английский кибернетик С. Бир наиболее ярко выразил суть эмерджентности: «Оптимальное функционирование частей не исключает возможности гибели целого».

Делимость системы отражает тот факт, что любой объект можно представить состоящим из элементов. В соответствии с этим любой объект нужно рассматривать в трех аспектах: как нечто целое (систему), как часть более общей системы (надсистемы) и как совокупность более мелких частей (подсистем). Способность всегда представить себе эти три (как минимум) этажа является основной характеристикой системного подхода.

Именно это свойство – делимость – позволяет упростить изучение и преобразование даже очень сложных систем, не упустив при этом ничего существенного.

Чтобы представить степень общности системного подхода, в табл. 3.3 приведены примеры систем и некоторые элементы этих систем.

Система	Примеры элементов системы
Государственная система	Парламент, министерство, ...
Экологическая система	Симбиотическое сообщество растений, животных, ...
Автомобиль	Мотор, кузов, ...
Наука	Раздел, ...
Нервная система	Спинной мозг, нервное волокно, ...
Ландшафт	Долина, роща, озеро, ...
Мировоззрение	Принцип, этическое правило, ...
Законодательство	Таможенный кодекс, Закон "О ветеранах", ...
Товарная биржа	Расчетная палата, брокер, ...
Таракан	Голова, ноги, ...
Библиотека	Стеллаж, картотека, ...
Токарный станок	Станина, суппорт, резец, ...

При таком разнообразии систем не обойтись без их классификации. В настоящее время существует множество классификаций систем. Например, системы можно классифицировать по таким признакам:

- 1) по происхождению (естественные, искусственные),
- 2) по типу элементов (абстрактные, конкретные),

3) по виду элементов (материальный предмет, процесс, информационный блок),

4) по состоянию (статические, динамические),

5) по связям с окружением (открытые, закрытые).

С учетом изложенного можно сформулировать *принцип системного подхода* как необходимость комплексного исследования больших и сложных объектов, изучения их как единого целого с согласованием функционирования всех элементов и частей. Исходя из этого принципа нужно изучить каждый элемент системы в его связи и взаимодействии с другими элементами, выявить влияние свойств отдельных частей системы на поведение системы в целом, установить эмерджентные свойства системы и определить оптимальный режим ее функционирования.

Системный подход способствует адекватной постановке проблем в конкретных науках и выработке эффективной стратегии их изучения. Системный подход ориентирует исследование на раскрытие целостности объекта и обеспечивающих её механизмов, на выявление многообразных типов связей сложного объекта и сведение их в единую теоретическую картину.

Системный анализ – это совокупность методов, позволяющих реализовать системный подход при исследовании больших и сложных объектов. К таким методам относятся прежде всего анализ и синтез, математическое моделирование и оптимизация с использованием ЭВМ. При этом требуется максимальный учет взаимосвязи всех элементов системы (человека, технических средств и природных компонентов).

Первый шаг системного анализа – *представление изучаемого объекта в виде системы*. Для искусственной системы этот шаг сводится к выявлению и словесному определению следующих понятий:

- а) надсистема, в которую входит объект,
- б) главная полезная функция объекта,
- в) перечень подсистем объекта,

г) структура системы.

С усложнением задач и объектов исследования возникает необходимость деления (декомпозиции) системы на системы более низкого уровня (подсистемы), которые исследуются автономно, причем обязательно предполагается последующее согласование целей каждой подсистемы с общей целью системы. Таким образом, декомпозиция предопределяет создание иерархии системы. Применение декомпозиции обусловлено не только невозможностью объять необъятное, но и разнородностью элементов сложной системы и, следовательно, необходимостью привлечения специалистов различного профиля.

По существу, декомпозиция – это операция анализа системы. Естественно, что исследование менее сложных систем нижнего уровня проще и удобнее. Однако последующее согласование функционирования подсистем (операция синтеза) представляет собой гораздо более сложную задачу, чем исследование отдельных подсистем. Здесь основная трудность связана с эмерджентностью системы. На этом этапе весьма плодотворны *методы имитационного моделирования*, заключающиеся в имитации на ЭВМ процесса функционирования и структуры исследуемого сложного объекта при определенном уровне детализации его описания на том или ином алгоритмическом языке. При имитационном моделировании не предусматривается строгое детальное описание подсистем, а протекающие в них процессы имитируются в интегрированном виде, позволяющем определить, лишь основные данные, необходимые для принятия решений на более высоком уровне сложной системы.