

1. ОСНОВЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

Системность – общее свойство материи

Свойство системности является всеобщим свойством материи [1]. Современные научные данные и современные системные представления позволяют говорить о мире как о бесконечной иерархической системе систем. Причем части системы находятся в развитии, на разных стадиях развития, на разных уровнях системной иерархии и организации.

Системность как всеобщее свойство материи проявляется через следующие составляющие [2] (рис. 1.1):

- системность практической деятельности;
- системность познавательной деятельности и
- системность среды, окружающей человека.

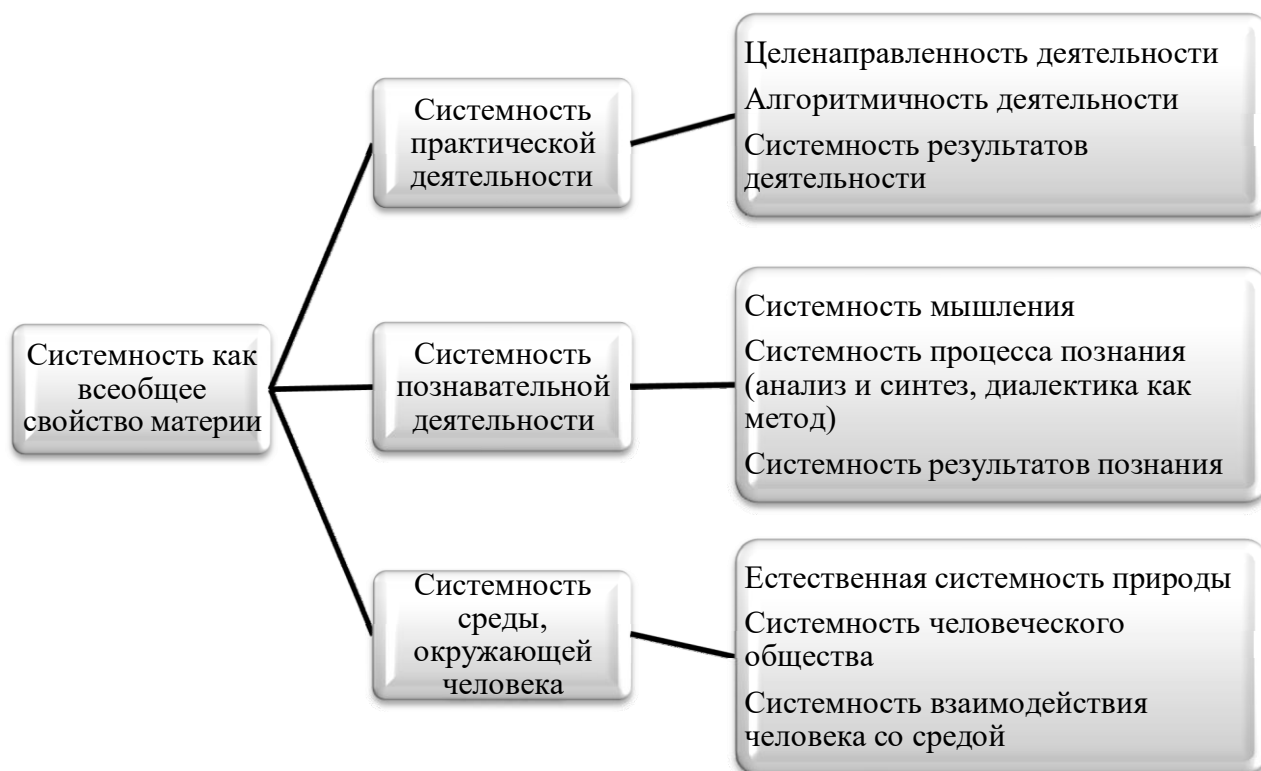


Рис. 1.1. Системность как всеобщее свойство материи

Отметим очевидные и обязательные признаки системности:

- структурированность системы,
- взаимосвязанность составляющих ее частей,
- подчиненность организации всей системы определенной цели.

По отношению к человеческой деятельности эти признаки очевидны. Всякое осознанное действие преследует определенную цель. Во всяком действии достаточно просто увидеть его составные части, более мелкие действия. При этом легко убедиться, что эти составные части должны выполняться не в произвольном порядке, а в определенной их последовательности (алгоритм). Это и есть определенная, подчиненная цели взаимосвязанность составных частей, которая и является признаком системности. Следует отметить:

во-первых, всякая деятельность алгоритмична;

во-вторых, не всегда алгоритм реальной деятельности осознается – ряд процессов человек выполняет интуитивно (признак профессионализма);

в-третьих, в случае неудовлетворенности результатом деятельности возможную причину неудачи следует искать в несовершенстве алгоритма.

Системными являются также результаты практической деятельности. В настоящее время практика ставит задачу создания новых объектов с некоторыми оптимальными свойствами. Цели, которые ставятся перед разработчиками, таким образом, являются более глобальными и более сложными.

Системным является само мышление. Успешное решение поставленной задачи зависит от того, насколько системно подходит специалист к ее анализу. Неудачи в решении тех или иных проблем связаны с отходом от системности, с игнорированием части существенных взаимосвязей компонентов системы. Разрешение возникшей проблемы осуществляется путем перехода на новый, более высокий уровень системности (системность – процесс).

Свойство системности присуще процессу познания. Системны знания, накопленные человечеством. В качестве особенности процесса познания отметим наличие аналитического и синтетического образов мышления. *Анализ* – это процесс, состоящий в разделении целого на части, в представлении сложного в виде совокупности более простых компонент, но чтобы познать целое, сложное, необходим и обратный процесс *синтез*. Это относится как к индивидуальному мышлению, так и к общечеловеческому знанию.

Аналитичность человеческого знания находит свое отражение в существовании различных наук, в продолжающейся их дифференциации, во все более глубоком изучении все более узких вопросов. Вместе с тем мы наблюдаем и обратный процесс синтеза знаний. Процесс синтеза проявляется в возникновении междисциплинарных наук, таких как физическая химия, биофизика, биохимия и т.п. Наконец, наиболее высокая форма синтеза знаний реализуется в виде наук о самых общих свойствах природы (философия, математика, кибернетика, теория систем, теория организации и т.п.). В этих дисциплинах органическим образом соединяются технические, естественнонаучные и гуманитарные знания.

В качестве методологического подхода к анализу явлений и процессов с точки зрения их системности развился диалектический метод. Именно диалектический метод рассматривает объект как комплекс взаимодействующих и взаимосвязанных компонентов, развивающихся во времени.

«Диалектика является методом познания, обеспечивающим согласование системности знаний и системности мира на любом уровне абстракции» [1].

Свойство системности присуще результатам познания. В технических науках это реализуется в построении адекватных моделей, являющихся отражением исследуемых объектов, моделей, описывающих динамическое поведение материальных объектов.

Системно также среда, окружающая человека. Свойство системности является естественным свойством природы. Окружающий нас мир есть бесконечная система систем, иерархическая организация все более сложных объектов.

Системно человеческое общество в целом. Системность человеческого общества выражается во взаимосвязи развития отдельных структур (национальных, государственных, религиозных образований) и в их взаимном влиянии друг на друга. Причем уровень системности человеческого общества постоянно увеличивается. Таким образом, системность необходимо рассматривать в историческом аспекте. Если в Древнем мире уровень общения между племенами был минимален, то в современном обществе события,

происходящие в одних государствах, находят отклик в различных частях мира и имеют на них влияние.

Системны взаимодействия человека со средой. В данном аспекте системность выражается в необходимости комплексного учета всех особенностей и возможностей воздействий факторов внешней среды на ее состояние в последующие моменты. В случае недостаточной проработки данных вопросов, игнорирования ряда факторов наблюдается возникновение проблемы в развитии природы, негативное воздействие на хозяйственную и культурную деятельность человека (например, строительство гидроэлектростанций, атомных станций, гибель Аральского моря и т.п.).

Основные понятия системного анализа

Системный подход представляет собой совокупность методов и средств, позволяющих исследовать свойства, структуру и функции объектов и процессов в целом, представив их в качестве систем со сложными межэлементными взаимосвязями, взаимовлиянием самой системы на ее структурные элементы.

Методология системного подхода опирается на доминирующую роль целого по отношению к составным частям элементов.

В системном подходе мысль движется от целого к составным частям, от системы к элементам, от сложного к простому явлению, и целое определяет характер и специфику элементов и частей, входящих в состав данного целого.

Системные исследования – термин, введенный в 70-е гг. XX в. для обобщения прикладных научных направлений, связанных с исследованием и проектированием сложных систем.

Системные исследования представляют собой совокупность научных теорий, концепций и методов, в которых объект исследования рассматривается как система.

Объектом системных исследований являются системы, представляющие множество взаимосвязанных элементов, выступающих как единое целое со всеми присущими ему внутренними и внешними связями и свойствами.

В системных исследованиях выделяют *три аспекта*:

- 1) разработка теоретических основ системного подхода;
- 2) построение адекватного системному подходу исследовательского аппарата (формальная сфера);
- 3) приложение системных идей и методов (прикладная сфера).

Специфика системного исследования определяется выдвижением новых принципов подхода к объекту изучения.

Ведущее место в системных исследованиях на данный момент занимает общая теория систем, основания которой заложил в 40-х годах XX века Л. Берталанфи. Он разработал концепцию организма как открытой системы и сформулировал программу построения общей теории систем. *Общая теория систем* в ее нынешнем состоянии рассматривается как совокупность различных моделей и способов описания систем разного рода [6] (рис. 1.2).



Рис. 1.2. Состав общей теории систем

Системный анализ признается в настоящее время наиболее конструктивным из направлений системных исследований.

Системный анализ – наука, занимающаяся проблемой принятия решений в условиях анализа большого количества информации различной природы.

Системный анализ

- в узком смысле представляет собой методологию принятия решений,
- в широком смысле – синтез методологии общей теории систем, системного подхода и системных методов обоснования и принятия решений.

Системный анализ позволяет разделить сложную задачу на совокупность простых задач, расчленив сложную систему на элементы с учетом их взаимосвязи. Таким образом, системный анализ выступает как процесс последовательной декомпозиции решаемой сложной проблемы на взаимосвязанные частные проблемы.

Суть системного анализа заключается в следующем:

- системный анализ связан с принятием оптимального решения из многих возможных альтернатив;
- каждая альтернатива оценивается с позиции длительной перспективы;
- системный анализ рассматривается как методология углубленного уяснения (понимания) и упорядочения (структуризации) проблемы;
- применяется в первую очередь для решения стратегических проблем.

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

Задачи системного анализа

В состав задач системного анализа входят задачи декомпозиции, анализа и синтеза [7] (табл. 1.1).

Таблица 1.1

Задачи системного анализа	Описание
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 может быть определение закона преобразования информации, задающего поведение системы. В последнем случае речь идет об агрегации (композиции) системы в один 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.

Основные задачи системного анализа могут быть представлены в виде трехуровневого дерева функций (рис. 1.3).



Рис. 1.3. Дерево функций системного анализа

Принципы системного анализа

Принципы системного анализа – это некоторые положения общего характера, являющиеся обобщением опыта работы человека со сложными системами. На настоящее время нет общепринятых формулировок принципов, но так или иначе все они описывают одни и те же понятия.

Наиболее часто к системным причисляют следующие принципы [7], представленные в таблице 1.2.

Таблица 1.2

Системные принципы	Описание
Принцип конечной цели	Это абсолютный приоритет конечной (глобальной) цели. Принцип имеет несколько правил: – для проведения системного анализа необходимо в первую очередь сформулировать цель исследования;

Системные принципы	Описание
	<ul style="list-style-type: none"> – анализ следует вести на базе первоочередного уяснения основной цели (функции, основного назначения) исследуемой системы, что позволит определить ее основные существенные свойства, показатели качества и критерии оценки; – при синтезе систем любая попытка изменения или совершенствования должна оцениваться относительно того, помогает или мешает она достижению конечной цели; – цель функционирования искусственной системы задается, как правило, системой, в которой исследуемая система является составной частью
Принцип измерения	Для определения эффективности функционирования системы необходимо представить ее как часть более общей и проводить оценку внешних свойств исследуемой системы относительно целей и задач суперсистемы
Принцип эквивалентности	Система может достигнуть требуемого конечного состояния, не зависящего от времени и определяемого исключительно собственными характеристиками системы при различных начальных условиях и различными путями. Это форма устойчивости по отношению к начальным и граничным условиям
Принцип единства	Это совместное рассмотрение системы как целого и как совокупности частей (элементов). Принцип ориентирован на «взгляд изнутри» системы, на расчленение ее с сохранением целостных представлений о системе
Принцип связанности	Рассмотрение любой части совместно с ее окружением подразумевает проведение процедуры выявления связей между элементами системы и выявление связей с внешней средой (учет внешней среды)
Принцип иерархии	Полезно введение иерархии частей и их ранжирование, что упрощает разработку системы и устанавливает порядок рассмотрения частей
Принцип функциональности	Это совместное рассмотрение структуры и функции с приоритетом функции над структурой
Принцип развития (изменения)	Это учет изменяемости системы, ее способности к развитию, адаптации, расширению, замене частей, накоплению информации
Принцип неопределенности	Это учет неопределенностей и случайностей в системе. Принцип утверждает, что можно иметь дело с системой, в которой структура, функционирование или внешние воздействия не полностью определены
Принцип системности [6]	Он предполагает исследование объекта, с одной стороны, как единого целого, а с другой стороны, как части более крупной системы, в которой анализируемый объект находится с остальными системами в определенных отношениях

Области применения системного анализа

Системный анализ применяется для решения крупных проблем, связанных с деятельностью многих людей, с большими материальными затратами [6].

Человеческую деятельность можно условно разделить на две области:

- область рутинной деятельности, т.е. регулярных, повседневно решаемых задач;
- область решения новых, впервые возникших задач.

В первой из них способы решения задач обычно хорошо отработаны и почвы для системного анализа не представляют, хотя само наличие рутины в некоторых случаях составляет проблему (например, тенденция к постоянному увеличению работников аппарата управления).

Во второй области (науке, перспективном планировании) методы системного анализа применимы почти повсеместно.

Потребность в системном анализе возникает, например, в следующих ситуациях:

1. При решении новых проблем, когда с помощью системного анализа формулируется проблема, определяется, что и о чем нужно знать, кто должен знать и понимать.
2. Если решение проблемы предусматривает увязку целей со множеством средств их достижения.
3. Если проблема имеет разветвленные связи, вызывающие отдаленные последствия в разных отраслях народного хозяйства, и принятие решения по ним требует учета полной эффективности и полных затрат.
4. Во всех случаях, когда в народном хозяйстве создаются совершенно новые уникальные системы, совершенствуется производство или методы и формы экономического управления.
5. Во всех проблемах, связанных с автоматизацией производства, а особенно управления, в процессе создания автоматизированных систем управления.
6. Если принимаемые на будущее решения должны учитывать факторы неопределенности и риска.
7. Во всех случаях, когда планирование или выработка ответственных решений о направлениях развития принимается на достаточно отдаленную перспективу.
8. Везде, где требуется выработка критериев оптимальности с учетом целей развития и функционирования системы и т. п.

Определение системы

Главной категорией системных исследований в целом и системного анализа в частности является понятие системы.

Существует множество определений понятия «система». Под *системой*, например, понимается [6]:

- (от др.-греч. σύστημα — целое, составленное из частей; соединение) – множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом,

которое образует определённую целостность, единство (Большой Российский энциклопедический словарь);

- комплекс элементов, находящихся во взаимодействии и единстве (Людвиг фон Берталанфи);
- множество элементов с отношениями между ними и между их атрибутами (А. Холл, Р. Фейджин);
- совокупность элементов, организованных таким образом, что изменение, исключение или введение нового элемента закономерно отражаются на остальных элементах (В.Н. Топоров);
- взаимосвязь самых различных элементов; все, состоящее из связанных друг с другом частей (С. Бир);
- отображение входов и состояний объекта в выходах объекта (М. Месарович).

Мы будем придерживаться следующих определений системы [2]:

- *система есть средство достижения цели;*
- *система есть совокупность взаимосвязанных элементов, обособленная от среды и взаимодействующая с ней как целое.*

Понятие модели системы

Одной из составных частей процедуры проведения системного анализа является формализация описания системы, т.е. построение модели.

Понятие модели системы играет важную роль в проведении системных исследований любой направленности [2]. *Модель* – это искусственно создаваемый образ конкретного объекта, процесса или явления, в конечном счете, любой системы.

Понятие модели связано с наличием какого-либо сходства между выбранными объектами, один из которых является оригиналом, а другой – его образом, выполняющим роль модели. Модели являются всегда упрощенным описанием системы.

Модель – это отображение реальной системы (оригинала), имеющее определенное объективное соответствие ей и позволяющее прогнозировать и исследовать ее функциональные характеристики, т.е. характеристики, определяющие взаимодействие системы с внешней средой.

Анализируемая система может быть описана разными моделями, каждая из которых обладает характерными свойствами и пригодна для решения лишь определенного круга задач, относящихся к структуре и функционированию системы. Рассмотрим основные виды моделей систем и способы их построения (табл. 1.3).

Таблица 1.3

Модель системы	Описание
Модель черного ящика	Модель типа «черный ящик» (названием подчеркивается отсутствие сведений о внутреннем содержании «ящика») отображает только связи системы со средой в виде перечня «входов» и «выходов»

Продолжение табл. 1.3

Модель системы	Описание
	<p>Трудность построения модели черного ящика состоит в том, что надо решать, какие из многочисленных реальных связей включать в состав модели, т.е. отвечать на вопрос, какие связи существенны с точки зрения решаемой задачи. Кроме того, всегда существуют и такие связи, которые нам неизвестны (не выявлены), но они тоже могут оказаться существенными</p> <p>Метод черного ящика применим в различных ситуациях.</p> <p>Во-первых, конструкция системы может не интересовать наблюдателя, которому важно знать только поведение системы.</p> <p>Во-вторых, этот метод используется при недоступности внутренних процессов системы для исследования.</p> <p>В-третьих, метод черного ящика используется при исследовании систем, все элементы и связи которых в принципе доступны, но либо многочисленны и сложны, что приводит к огромным затратам, либо изучение недопустимо по каким-либо соображениям</p>
Модель состава системы	<p>В том случае, когда системного аналитика интересуют вопросы внутреннего устройства системы, модели черного ящика оказывается недостаточно. Для решения данного вопроса необходимо разрабатывать более детальные, более развитые модели. Одной из разновидностей таких моделей, раскрывающей внутренне содержание системы, является модель состава системы. Модель состава системы описывает из каких подсистем и элементов она состоит.</p> <p>Трудности построения модели состава:</p> <ul style="list-style-type: none"> – в зависимости от цели исследования, постановки задачи по достижению данной цели и исходной информации, имеющейся для решения задачи, одну и ту же систему следует представить в виде различных частей, различных иерархий; – условным является также разбиение системы над подсистемы; – неоднозначность границ между системой и окружающей средой, которые определяются целями построения модели и не имеют абсолютного характера.
Модель структуры системы	<p>Тип модели, который еще глубже характеризует внутреннюю композицию системы, называется моделью структуры системы. Модели данного типа наряду с характеристикой состава системы отражают взаимосвязи между объектами системы: элементами, частями, компонентами и подсистемами. Таким образом, модель структуры системы является дальнейшим развитием модели состава.</p> <p>Трудности построения модели структуры системы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – каждый элемент – «черный ящик», следовательно, все сложности построения модели черного ящика; – разные модели состава – разные модели структуры, следовательно, все сложности построения модели состава; – для одной модели состава можно строить разные модели структуры.

Модель системы	Описание
Динамические модели систем	<p>Выше были построены модели, которые являются как бы «фотографиями» системы, отображают ее в некоторый момент времени. В этом смысле их можно назвать статическими моделями.</p> <p>Динамические модели отражают поведение систем, описывают происходящее с течением времени изменения, последовательность операций, действий, причинно-следственные связи. Системы, в которых происходят какие бы то ни было изменения со временем, называются динамическими, а модели, отображающие эти изменения, – динамическими моделями систем.</p> <p>Различают два типа динамики системы: ее функционирование и развитие. Под функционированием понимают процессы, которые происходят в системе (и окружающей ее среде), стабильно реализующей фиксированную цель. Развитием называют изменения, происходящие с системой при смене ее целей. Характерной чертой развития является тот факт, что существующая структура перестает соответствовать новой цели, и для обеспечения новой функции приходится изменять структуру, а иногда и состав системы.</p> <p>Всякая реальная динамическая система подчинена принципу причинности: отклик системы на некоторое воздействие не может начаться раньше самого воздействия. Условия, при которых модель отражает этот принцип, называются условиями физической реализуемости модели.</p>

Основные признаки системы

К основным признакам системы можно отнести следующие:

- *целостность, связность или относительная независимость от среды и систем* (это наиболее существенная количественная характеристика системы), с исчезновением связности исчезает и сама система, хотя элементы системы и даже некоторые связи, отношения между ними могут быть сохранены;
- *наличие подсистем и связей между ними или наличие структуры системы* (это наиболее существенная качественная характеристика системы), с исчезновением подсистем или связей между ними может исчезнуть и сама система;
- *возможность обособления или абстрагирования от окружающей среды*, т.е. относительная обособленность от тех факторов среды, которые в достаточной мере не влияют на достижение цели;
- *связь с окружающей средой по обмену ресурсами*;
- *подчиненность всей организации системы некоторой цели*;
- *эмерджентность или несводимость свойств системы к свойствам элементов*.

Чтобы определить систему необходимо сделать следующее:

1. Исходя из намеченных функций, система вычленяется (проводится граница) из внешней среды.

2. Четко определяется функция системы и в соответствии с ней система проверяется на полноту элементов, целостность, единство с позиции ее функционирования.
3. Строится структура системы.
4. Устанавливаются внутренние законы, по которым система функционирует и развивается

Понятия, характеризующие строение и функционирование систем

Рассмотрим понятия, с помощью которых уточняют представление о системе и характеризуют ее строение и функционирование (табл. 1.4) [5, 9].

Таблица 1.4

Понятие	Определение
Элемент	Это предел членения системы с точки зрения решения конкретной задачи или поставленной цели. Поскольку элемент выступает как своеобразный предел возможного членения объекта, собственное его строение (или состав) обычно не принимается во внимание в характеристике системы
Подсистема	Представляет собой компонент более крупный, чем элемент, и в тоже время более детальный, чем система в целом. Возможность деления системы на подсистемы связана с вычленением совокупностей взаимосвязанных элементов, способных выполнять относительно независимые функции, подцели, направленные на достижение общей цели системы. Подсистема должна обладать свойствами системы, в частности свойством целостности
Структура (от латинского слова «structure», означающего строение, расположение, порядок)	<p>Отражает наиболее существенные взаимоотношения между элементами и их группами (компонентами, подсистемами), которые мало меняются при изменениях в системе и обеспечивают существование системы и ее основных свойств. Структура может быть представлена:</p> <ul style="list-style-type: none"> – в виде графического отображения; – в виде теоретико-множественных описаний; – в виде матриц; – в виде графов; – с помощью языков моделирования структур. <p>Структуру часто стремятся представить в виде иерархии.</p> <p>Структуры систем бывают разного типа, разной топологии (или же пространственной структуры)</p>
Связь	<p>Обеспечивает возникновение и сохранение структуры и целостных свойств системы. Данное понятие одновременно характеризует и строение, и функционирование системы.</p> <p>Связь можно охарактеризовать направлением, силой, характером (видом).</p> <p>По первым двум признакам связи делятся на направленные и ненаправленные, слабые и сильные.</p> <p>По характеру – на связи подчинения, связи порождения, равноправные, связи управления, связи развития, связи функционирования.</p>

Понятие	Определение
	<p>По месту приложения – внешние и внутренние.</p> <p>По направленности процессов в системе в целом или в отдельных ее подсистемах – прямые и обратные.</p> <p>Связи в конкретных системах могут одновременно характеризоваться несколькими из перечисленных признаков.</p> <p>Обратная связь является основой саморегулирования и развития систем, приспособления их к меняющимся условиям существования.</p> <p>Принцип обратной связи следует отличать от самой обратной связи.</p> <p>Обратная связь подразумевает наличие канала для передачи информации (воздействия) от управляемого объекта (с его выходов) к управляющему.</p> <p><i>Принцип обратной связи</i> есть принцип коррекции входных воздействий в процессе управления на основе информации о выходе управляемой системы. Принцип обратной связи – это универсальный принцип управления, позволяющий в изменяющейся среде достигать заданной цели.</p> <p>В зависимости от характера самой цели выделяют положительные и отрицательные обратные связи.</p> <p><i>Отрицательная обратная связь</i> – обратная связь, предназначенная для поддержания системы в заданном состоянии (при неизменном значении описывающих ее параметров), т.е. для достижения так называемой долговечной цели.</p> <p><i>Положительная обратная связь</i> – обратная связь, предназначенная для перевода системы в новое состояние, которое зависит от сложившейся конкретной ситуации, т.е. для достижения текущей (меняющейся, конкретизирующейся) цели</p>
Состояние	Понятие состояние характеризует мгновенную фотографию, «срез» системы, остановку в ее развитии. Его определяют либо через входные воздействия и выходные сигналы (результаты), либо макропараметры, макросвойства системы
Поведение	<p>Если система способна переходить из одного состояния в другое (например, $s_1 \rightarrow s_2 \rightarrow s_3$), то говорят, что она обладает поведением.</p> <p>Поведение можно представить как функцию $s_t = f(s_{t-1}, y_t, x_t)$, где y_t, x_t – соответственно управляющие и возмущающие (неконтролируемые) входы системы (помехи)</p>
Равновесие	Понятие равновесия определяют как способность системы в отсутствие внешних возмущающих воздействий (или при постоянных воздействиях) сохранить свое состояние сколь угодно долго
Устойчивость	Способность системы возвращаться в состояние равновесия после того как она была из этого состояния выведена под влиянием внешних возмущающих воздействий, называют устойчивостью
Развитие	Если в системе количественные изменения характеристик элементов и их отношений в системе приводят к качественным изменениям, то такие системы называются развивающимися

Понятие	Определение
Цель	Это субъективный образ (абстрактная модель) несуществующего, но желаемого состояния среды, которое решило бы возникшую проблему
Целеобразование (целеполагание)	Направление системного анализа, занимающееся исследованием процесса формулирования и анализа целей в системах разного рода

Классификация систем

Классификацией называется распределение некоторой совокупности объектов на классы по наиболее существенным признакам. Признак или их совокупность, по которым объекты объединяются в классы, являются основанием классификации.

Класс – это совокупность объектов, обладающих некоторыми признаками общности.

Анализ существующих классификаций с учетом логических правил деления всего объема понятий, связанных с системами, позволяет сформулировать следующие требования к построению классификации:

- в одной и той же классификации необходимо применять одно и то же основание;
- объем элементов классифицируемой совокупности должен равняться объему элементов всех образованных классов;
- члены классификации (образованные классы) должны взаимно исключать друг друга, т. е. должны быть непересекающимися;
- подразделение на классы (для многоступенчатых классификаций) должно быть непрерывным, т. е. при переходах с одного уровня иерархии на другой необходимо следующим классом для исследования брать ближайший по иерархической структуре системы.

Для выделения классов систем могут использоваться различные классификационные признаки (табл. 1.5) [2, 3, 6].

Таблица 1.5

Классификационные признаки	Классы	Характеристика различных классов систем
Природа элементов	Материальные	Являются объектами реального времени
	Абстрактные	Это умозрительное представление образов или моделей материальных систем, которые подразделяются на описательные (логические) и символические (математические)
Происхождение	Естественные	Представляют собой совокупность объектов природы
	Искусственные	Это результат созидательной деятельности человека.

Продолжение табл. 1.5

Классификационные признаки	Классы	Характеристика различных классов систем
Длительность существования	Постоянные	К <i>постоянным</i> обычно относятся естественные системы, хотя с точки зрения диалектики все существующие системы – <i>временные</i> . К постоянным относятся искусственные системы, которые в процессе заданного времени функционирования сохраняют существенные свойства, определяемые предназначением этих систем
	Временные	
Изменчивость свойств	Статические	Системы, при исследовании которых можно пренебречь изменениями во времени характеристик их существенных свойств. Статическая система – это система с одним состоянием
	Динамические	Эти системы имеют множество возможных состояний, которые могут меняться как непрерывно, так и дискретно
	Квазистатические (квазидинамические)	Системы, находящиеся в неустойчивом положении между статикой и динамикой, которые при одних воздействиях ведут себя как статические, а при других воздействиях – как динамические
Степень сложности	Простые	Системы, которые с достаточной степенью точности могут быть описаны известными математическими соотношениями (пример: деталь, оконная задвижка, подбрасывание монеты и т.п.)
	Сложные	Сложные системы – это системы, которые нельзя скомпоновать из некоторых подсистем. Это равноценно тому, что: а) наблюдатель последовательно меняет свою позицию по отношению к объекту и наблюдает его с разных сторон; б) разные наблюдатели исследуют объект с разных сторон. Пример: ЭВМ, условные рефлексы, выбор материала ветрового стекла автомобиля и т.п.
	Большие	Это системы, не наблюдаемые одновременно с позиции одного наблюдателя либо во времени, либо в пространстве. В таких случаях система

Продолжение табл. 1.5

Классификационные признаки	Классы	Характеристика различных классов систем
		рассматривается последовательно по частям (подсистемам), постепенно перемещаясь на более высокую ступень. Каждая из подсистем одного уровня иерархии описывается одним и тем же языком, а при переходе на следующий уровень наблюдатель использует уже метаязык, представляющий собой расширение языка первого уровня за счет средств описания самого этого языка. Создание этого языка равноценно открытию законов порождения структуры системы и является самым ценным результатом исследования. Пример: АСУ, промышленные предприятия, воинские части и т.п.
Степень взаимодействия с внешней средой	Открытые	Эти системы обладают особенностью обмениваться с внешней средой массой, энергией, информацией
	Замкнутые (или закрытые)	Эти системы изолированы от внешней среды
Степень организованности	Хорошо организованные	Система, у которой определены все элементы, их взаимосвязь, правила объединения в более крупные компоненты, связи между всеми компонентами и целями системы, ради достижения которых создается или функционирует система. При этом подразумевается, что все элементы системы с их взаимосвязями между собой, а также с целями системы можно отобразить в виде аналитических зависимостей. Пример: сложное электронное устройство
	Плохо организованные	При представлении объекта в виде плохо организованной системы не ставится задача определить все учитываемые компоненты, их свойства и связи между собой, а также с целями системы. Для плохо организованной системы формулируется набор макропараметров и функциональных закономерностей, которые будут ее характеризовать

Классификационные признаки	Классы	Характеристика различных классов систем
	Самоорганизующиеся	Системы, обладающие свойством адаптации к изменению условий внешней среды, способные изменять структуру при взаимодействии системы со средой, сохраняя при этом свойство целостности; системы способные формировать возможные варианты поведения и выбирать из них наилучшие. Пример: биологические системы, предприятия и их система управления, городские структуры управления и т.п.

Контрольные вопросы

1. Объясните, что такое системность. Как Вы понимаете тезис: «системность – всеобщее свойство материи»?
2. Что такое системный подход, системные исследования и системный анализ?
3. Состав задач системного анализа.
4. Назовите принципы системного анализа.
5. Когда применяются методы системного анализа?
6. Состав общей теории систем.
7. Дайте определение понятия «система».
8. Что такое элемент, подсистема и структура системы?
9. Определите понятие «связь». Что такое обратная связь?
10. Понятие состояния и поведения системы.
11. Дайте определение внешней среды.
12. Что такое модель? Модель черного ящика, модель состав системы и модель структуры системы.
13. Дайте классификацию систем по признакам.