1. Основные понятия и задачи системного анализа

<http://gos2012asu.narod.ru/index/0-21>

## Понятия о системном подходе, системном анализе. Выделение системы из среды, определение системы. Системы и закономерности их функционирования и развития. Управляемость, достижимость, устойчивость. Свойства системы: целостность и членимость, связность, структура, организация, интегрированные качества.

**Понятия о системном подходе, системном анализе**

При построении моделей объектов используется **системный подход**, представляющий собой методологию решения сложных задач, в основе которой лежит рассмотрение объекта как системы, функционирующей в некоторой среде. **Система -** совокупность элементов и связей между ними, обладающая определенной целостностью. Анализ систем позволяет определить наиболее реальные способы выполнения поставленной задачи, обеспечивающие максимальное удовлетворение поставленных требований. (**Подсистема** - часть системы, выделенная по определенному признаку, обладающая некоторой самостоятельностью, и допускающая разложение на элементы в рамках данного рассмотрения. Под элементом принято понимать простейшую, неделимую часть системы.) Системный подход предполагает раскрытие целостности объекта, выявление и изучение его внутренней структуры, а также связей с внешней средой.

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

**Системным анализом** называется логически связанная совокупность теоретических и эмпирических положений из области математики, естественных наук и опыта разработки сложных систем, обеспечивающая повышение обоснованности решения конкретной проблемы.

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.

В системном анализе могут быть выделены три основные составляющих:

* **методология** - базовое начало системного анализа; она включает определения базовых понятий, принципы системного подхода, постановку и общую характеристику основных проблем системного исследования;
* **аппаратная реализация**, которая подразумевает стандартные процедуры моделирования (процессов и явлений, принятия решений);
* **опыт применения;** эта область чрезвычайно обширна, поскольку системность исследований необходима для таких отраслей, как биология, экология, медицина, социология, управление государством, регионом и др.

**Выделение системы из среды, определение системы**

**Система** — конечное множество функциональных элементов и отношений между ними, выделенное из среды в соответствии с определённой целью в рамках определённого временного интервала (В. Н. Сагатовский).

**Система** - совокупность элементов и связей между ними, обладающая определенной целостностью.

Всякая реальная система существует в среде. Связь между ними (системой и средой) бывает настолько тесной, что определять границу между ними становится сложно. Поэтому выделение системы из среды связано с той или иной степенью идеализации. Можно выделить два аспекта взаимодействия: во многих случаях принимает характер обмена между системой и средой (веществом, энергией, информацией); среда обычно является источником неопределенности для систем. Воздействие среды может быть пассивным либо активным (антогонистическим, целенаправленно противодействующее системе). Поэтому в общем случае среду следует рассматривать не только безразличную, но и антогонистическую по отношению к исследуемой системе.

**Теоретически для выделения системы из среды надо ввести какой-либо признак (или признаки), который позволил - бы осуществить разделение на уровне элементов среды.** Такими признаками могут быть: организационные формы (предприятие, подразделение предприятия), функции, которые выполняет система, товары, которые функционируют в ее материальном потоке, место ее в цепочке товародвижения и т.д.)

Для организационной системы основными вопросами, которые должны быть решены при ее выделении из среды являются:

- цель ее создания (для чего существует данная система);

- ее функции по отношению к внешней среде (что она получает от внешней среды и что ей дает).

Решение этих вопросов обычно помогает установить границы среды и системы. Для организационных систем они иногда могут быть достаточно нечеткими.

Первые попытки определить функции системы по отношению к внешней среде заставляют выделить связи среды и системы.

**Системы и закономерности их функционирования и развития**

**Система** – целое, составленное из частей, совокупность элементов и отношений, закономерно связанных в единое целое, обладающая своим смыслом, отсутствующим у образующих его элементов – это относительно обособленная и упорядоченная совокупность взаимодействующих элементов, обладающих особой связью и целостностью и способных реализовывать определенные функции (смысл существования).

**Система** — это целое, созданное из частей и элементов, для целенаправленной деятельности.

**Система** — это совокупность целостных упорядоченных элементов и подсистем, взаимодействующих между собой для достижения какой-либо цели.

Понятия, входящие в определения системы и характеризующие её строение[[2]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0#cite_note-_db15258c3657a46e-2):

* [*Элемент*](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82_(%D1%84%D0%B8%D0%BB%D0%BE%D1%81%D0%BE%D1%84%D0%B8%D1%8F)) — предел членения системы с точки зрения аспекта рассмотрения, решения конкретной задачи, поставленной цели.
* *Компонент,*[*подсистема*](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%BE%D0%B7%D0%B8%D1%86%D0%B8%D1%8F) — относительно независимая часть системы, обладающая свойствами системы, и в частности, имеющая подцель.
* *Связь, отношение* — ограничение [степени свободы](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D0%B5%D0%BF%D0%B5%D0%BD%D0%B8_%D1%81%D0%B2%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D0%B4%D1%8B) элементов: элементы, вступая во взаимодействие (связь) друг с другом, утрачивают часть свойств или степеней свободы, которыми они потенциально обладали; сама же система как целое при этом приобретает новые свойства.
* [*Структура*](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BA%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0_(%D1%84%D0%B8%D0%BB%D0%BE%D1%81%D0%BE%D1%84%D0%B8%D1%8F)) — наиболее существенные компоненты и связи, которые мало меняются при функционировании системы и обеспечивают существование системы и её основных свойств. Структура характеризует организованность системы, устойчивую во времени упорядоченность элементов и связей.
* [*Цель*](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A6%D0%B5%D0%BB%D1%8C) — сложное понятие, в зависимости от контекста и стадии познания имеющее разное наполнение: «идеальные устремления», «конечный результат», «побуждение к деятельности» и т. д.

Понятия, характеризующие функционирование и развитие системы[[2]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0#cite_note-_db15258c3657a46e-2):

* [*Состояние*](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%8F%D0%BD%D0%B8%D0%B5) — мгновенная «фотография», «срез» системы; фиксация значений параметров системы на определённый момент времени.
* [*Поведение*](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5) — известные или неизвестные закономерности перехода системы из одного состояния в другое, определяемые как взаимодействием с внешней средой, так и целями самой системы.
* [*Развитие*](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B7%D0%B2%D0%B8%D1%82%D0%B8%D0%B5)*, эволюция* — закономерное изменение системы во времени, при котором может меняться не только её состояние, но и физическая природа, структура, поведение и даже цель.
* [*Жизненный цикл*](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%96%D0%B8%D0%B7%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D1%86%D0%B8%D0%BA%D0%BB_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D1%8B) — стадии процесса развития системы, начиная с момента возникновения необходимости в такой системе и заканчивая её исчезновением.
* **Переходный процесс** – реакция системы на какой-либо входной сигнал или внутреннее изменение.
* **Равновесие** – способность системы в отсутствии внешних возмущающих воздействий или при постоянных воздействиях сохранять свое поведение сколь угодно долго.
* **Устойчивость** – способность системы возвращаться в состояние равновесия после того, как она была из этого состояния выведена.

**Закономерности**

Под **закономерностью** понимается устойчивая зависимость между рассматриваемыми объектами, явлениями или процессами. Общесистемной называется закономерность, присущая системам различной природы и различного назначения. **Закономерности функционирования и развития систем** (закономерности систем) — общесистемные закономерности, характеризующие принципиальные особенности построения, функционирования и развития сложных систем.

1. Закономерности целостности и аддитивности

* **Целостность или эмерджентность** (Закономерность целостности (эмерджентность) проявляется в системе в появлении (emerge — появляться) у нее новых свойств, отсутствующих у элементов).
* **Прогрессирующая систематизация** (стремлением системы к уменьшению самостоятельности элементов, т.е. к большей целостности)
* **Прогрессирующая факторизация** (стремлением системы к состоянию со всё более независимыми элементами)
* **Аддитивность** (Свойство физической аддитивности проявляется у системы, как бы распавшейся на независимые элементы, система = сумма элементов)

PS: Любая развивающаяся система находится, как правило, между состоянием **абсолютной** **целостности** и **абсолютной** **аддитивности**, и выделяемое состояние системы можно охарактеризовать степенью проявления одного из этих свойств или тенденций к его нарастанию или уменьшению. Для оценки этих тенденций А. Холл ввел две сопряженные закономерности, которые он назвал **прогрессирующей факторизацией** и **прогрессирующей систематизацией**.

2. Закономерности иерархической упорядоченности

* **Иерархичность** (Закономерность иерархичности, или иерархической упорядоченности, была в числе первых закономерностей теории систем, которые выделил и исследовал Л. фон Берталанфи. Он, в частности, показал связь иерархической упорядоченности мира с явлениями дифференциации и негэнтропийными тенденциями, т.е. с закономерностями самоорганизации, развития открытых систем, рассматриваемыми ниже. На выделении уровней иерархии природы базируются некоторые классификации систем. Эти особенности иерархических структур систем наблюдаются не только на биологическом уровне развития Вселенной, но и в социальных организациях, при управлении предприятием, объединением, государством, при представлении замысла проектов сложных технических комплексов и т.п.)
* **Коммуникативность** (Эта закономерность составляет основу определения системы, из которого следует, что система не изолирована от других систем, она связана множеством коммуникаций со средой, представляющей собой, в свою очередь, сложное и неоднородное образование, содержащее надсистему, подсистемы и системы одного уровня с рассматриваемой.)

3. Закономерности осуществимости систем

* **Эквифинальность** (Эта закономерность характеризует как бы предельные возможности системы. Л. фон Берталанфи, предложивший этот термин, определил эквифинальность как «способность в отличие от состояния равновесия в закрытых системах, полностью детерминированных начальными условиями ... достигать не зависящего от времени состояния, которое не зависит от ее начальных условий и определяется исключительно параметрами системы»)
* **Закономерность необходимого разнообразия У.Р.Эшби** (Когда исследователь (лицо, принимающее решение, «наблюдатель» N сталкивается с проблемой D, решение которой для него неочевидно, то имеет место некоторое разнообразие возможных решений VD. Этому разнообразию противостоит разнообразие мыслей исследователя («наблюдателя») VN. Задача исследователя заключается в том, чтобы свести разнообразие (VD−VN) к минимуму, в идеале (VD−VN) → 0. Эшби доказал теорему, на основе которой сформулировал следующий вывод: «Если для VD дано постоянное значение, то (VD−VN) может быть уменьшено лишь за счет соответствующего роста VN... Говоря более образно, только разнообразие в N может уменьшить разнообразие, создаваемое в D; только разнообразие может уничтожить разнообразие». Сказанное означает, что, создавая систему, способную справиться с решением проблемы, обладающей определенным, известным разнообразием (сложностью), нужно обеспечить, чтобы система имела еще большее разнообразие (знания методов решения), чем разнообразие решаемой проблемы, или была способна создать в себе это разнообразие (владела бы методологией, могла разработать методику, предложить новые методы решения проблемы).)
* **Потенциальная осуществимость Б.С. Флейшмана** (Развивая идею В. А. Котельникова о потенциальной помехоустойчивости систем, Б. С. Флейшман связал сложность структуры системы со сложностью ее поведения; предложил количественные выражения предельных законов надежности, помехоустойчивости, управляемости и других качеств систем; показал, что на их основе можно получить количественные оценки осуществимости систем с точки зрения того или иного качества — предельные оценки жизнеспособности и потенциальной эффективности сложных систем.)

4. Закономерности развития систем

* **Самоорганизация** (основными особенностями самоорганизующихся систем с активными элементами являются способность противостоять энтропийным тенденциям, способность адаптироваться к изменяющимся условиям, преобразуя при необходимости свою структуру и т.п. В основе этих внешне проявляющихся способностей лежит более глубокая закономерность, базирующаяся на сочетании в любой реальной развивающейся системе двух противоречивых тенденций: с одной стороны, для всех явлений, в том числе и для развивающихся, открытых систем, справедлив второй закон термодинамики («второе начало»), т.е. стремление к возрастанию энтропии; а с другой стороны, наблюдаются негэнтропийные тенденции, лежащие в основе эволюции. Дж. ван Гиг называет эту особенность развивающихся систем «дуализмом».)
* **Историчность** (любая система не может быть неизменной, что она не только возникает, функционирует, развивается, но и погибает, и каждый легко может привести примеры становления, расцвета, упадка (старения) и даже смерти (гибели) биологических и социальных систем. Все же для конкретных случаев развития организационных систем и сложных технических комплексов трудно определить периоды их расцвета и старения. При этом закономерность историчности можно учитывать, не только пассивно фиксируя старение, но и использовать для предупреждения смерти системы, разрабатывая механизмы реконструкции, реорганизации системы для сохранения ее в новом качестве)

5. Закономерности целеобразования

* Зависимость представления о цели и формулировки цели от стадии познания объекта (процесса) и от времени.
* Зависимость цели от внешних и внутренних факторов.
* Возможность и необходимость сведения задачи формулирования обобщающей (общей, глобальной) цели к задаче ее структуризации.
* Закономерности формирования структур целей.

**Управляемость, достижимость, устойчивость**

**Устойчивость** – способность системы возвращаться в состояние равновесия после того, как она была из этого состояния выведена. (при различных воздействиях внешней среды на систему. Она сохраняет свои свойства, то есть функционирует без изменения)

Система находится в ***равновесии,***если ее состояние может оставаться неизменным неограниченное время. В системе может быть несколько состояний равновесия.

Под **устойчивостью**системы понимается ее способность под действием входного сигнала переходить из одного состояния равновесия в другое. Понятие устойчивости связано с величиной воздействия, вызвавшего изменения состояния системы. Надо учитывать предельное значение входного сигнала.

Принцип **управляемости** выражает необходимость зависимости показателя эффективности, целевой функции от параметров управления системой (входных сигналов).

**Достижимость**означает что параметры, как самой системы, так и ее среды должны достичь определенных значений. Система может достигать определенного решения поставленной задачи, то есть система считается достижимой. Цель - это состояние объекта управления, к достижению которою стремится исполнитель

**Свойства системы: целостность и членимость, связность, структура, организация, интегрированные качества**

**Система** - совокупность элементов и связей между ними, обладающая определенной целостностью. Под свойством понимают совокупность характеристик, определяющих одну из сторон системы.

**Целостность и членимость**. Система есть целостная совокупность элементов, взаимодействующих друг с другом. Следует иметь в виду, что элементы существуют лишь в системе. Вне системы это лишь объекты, обладающие потенциальной способностью образования системы. Элементы системы могут быть разнокачественными, но одновременно совместимыми.

**Целостность** – свойство системы как совокупности взаимосвязанных элементов, характеризующееся зависимостью выходных параметров системы в целом от параметров элементов.

**Связность**. Между элементами системы имеются существенные связи, которые с закономерной необходимостью определяют интегративные качества этой системы. Связи могут быть вещественные, информационные, прямые, обратные и т. д. Связи между элементами внутри системы должны быть более мощными, чем связи отдельных элементов с внешней средой, так как в противном случае система не сможет существовать.

**Связность** – осуществление обмена информацией между системами, невозможность включения в систему элементов без информационного обмена. Связью называется обмен веществом, энергией или информацией между подсистемами и элементами в любой системе.

**Организация**. Наличие системоформирующих факторов у элементов системы лишь предполагает возможность ее создания. Для появления системы необходимо сформировать упорядоченные связи, т. е. определенную структуру, организацию системы.

**Организованность системы** – это внутренняя упорядоченность, согласованность взаимодействия более или менее дифференцированных и автономных частей системы, обусловленные внутренними законами её строения, а также это совокупность процессов и действий, ведущих к образованию и совершению взаимодействий между частями системы.

**Интегративные качества**. Наличие у системы интегративных качеств, т. е. качеств, присущих системе в целом, но не свойственных ни одному из ее элементов в отдельности.

**Сложная система** - система, характеризуемая тремя основными признаками: свойством робастности, наличием неоднородных связей и эмерджентностью.

**Робастность** - способность сохранять частичную работоспособность (эффективность) при отказе отдельных элементов или подсистем.

**Эмерджентность** ((целостность - Анфилатов)) – означает наличие у сложной системы свойств, не присущих её компонентам и не сводимых к сумме свойств ее составных частей.

## Модели систем: статические, динамические, концептуальные, формализованные (процедуры формализации моделей систем), информационные, логико-лингвистические, семантические и др.

**Модель –** объект любой природы, кот-й создается исследователем с целью получения новых знаний об объекте оригинале и отражать только существенные св-ва оригинала. Метод исследования, базирующийся на разработке и использовании моделей, называется **моделирования**.

**Математическая модель** – абстрактная модель, представленная на языке математических отношений. Она имеет форму функциональных зависимостей между параметрами, учитываемыми соответствующей концептуальной моделью. Эти зависимости конкретизируют причинно-следственные связи, выявленные в концептуальной модели, и характеризуют их количественно.

Модель называется **статической**, если среди параметров, участвующих в описании модели, нет временного параметра. Статическая модель в каждый момент времени дает лишь «фотографию» системы, ее срез. Модель **динамическая**, если среди параметров модели есть временной параметр, т. е. она отображает систему (процессы в системе) во времени.

**Статические** модели инвариантны относительно времени. К статическим относятся системы, при исследовании которых можно пренебречь изменениями во времени характеристик их существенных свойств. Они служат для описания процессов и явлений, независящих от времени. Пример: Глобус. В отличие от статических, **динамические** системы имеют множество возможных состояний, которые могут меняться как непрерывно, так и дискретно. **Динамические** модели служат для описания изменения процессов и объектов во времени. Пример: Звёздное небо в Планетарии

**Концептуальная** (содержательная) **модель** — это абстрактная модель, определяющая структуру моделируемой системы, свойства её элементов и причинно-следственные связи, присущие системе и существенные для достижения цели моделирования. Основное назначение **концептуальной модели** – выявление набора причинно-следственных связей, учёт которых необходим для получения требуемых результатов.

**Формализованные** (процедуры формализации моделей систем) Формализация - отображение системы с помощью символов какого-либо формального языка.

Процедура формализации включает: 1) введение терминов исходных понятий, а также терминов основных отношений между этими понятиями, 2) введение переменных и правил построения на их основе соответствующих формул, 3) введение исходных доказуемых формул (аксиом), 4) введение правил логического вывода, позволяющих из аксиом получать производные от них доказуемые формулы (теоремы). Пример: Дифференциальные уравнения, блок-схемы, передаточные функции, графы и др.

**Топологические модели** позволяют представлять систему в виде графов. Пример: Диаграмма связей (структура системы), диаграмма состояний (взаимосвязи различных состояний системы с вероятностями их возникновения) и т.п

**Информационная модель** отражает отношения между элементами системы в виде структур данных (состав и взаимосвязи). **Информационное (кибернетическое) моделирование** связано с исследованием моделей, в которых отсутствует непосредственное подобие физических процессов, происходящих в моделях, реальным процессам. В этом случае стремятся отобразить лишь некоторую функцию, рассматривают реальный объект как «черный ящик», имеющий ряд входов и выходов, и моделируют некоторые связи между выходами и входами. Так, например, экспертные системы являются моделями ЛПР. Абстрактность модели проявляется в том, что её компонентами являются понятия, а не физические элементы (например, словесные описания, чертежи, схемы, графики, таблицы, алгоритмы или программы, математические описания). Информационные модели описывают поведение объекта-оригинала, но не копируют его.

**Логико-лингвистическая** модель - модель, в которой представление знаний основано на учете объектов предметной области, отношений между ними и использовании лингвистических средств. Пример: семантические сети и сети фреймов.

**Семантическая модель** - представление понятий в виде графа, в вершинах которого расположены понятия, в терминальных вершинах - элементарные понятия, а дуги представляют отношения между понятиями. Пример: семантическая сеть (способ представления знаний в виде ориентированного графа, в котором вершины соответствуют семантическим единицам языка или речи, а дуги - свойствам или отношениям между ними).

**Модель теоретико-множественная**, если представима с помощью некоторых множеств и отношений принадлежности им и между ними. ТЕОРЕТИКО-МНОЖЕСТВЕННЫЕ МОДЕЛИ - математические модели в виде, например, абстрактно-алгебраического описания, согласно которому система представляется в виде совокупности соотношений, определяемых на декартовом произведении множеств.

**Другие:**

**Функциональная** модель системы описывает совокупность выполняемых системой функций, характеризует морфологию системы (ее построение) - состав функциональных подсистем, их взаимосвязи.

**Поведенческая** (событийная) модель описывает информационные процессы (динамику функционирования), в ней фигурируют такие категории, как состояние системы, событие, переход из одного состояния в другое, условия перехода, последовательность событий.

**Модель дискретная**, если она описывает поведение системы только в дискретные моменты времени.

**Модель непрерывная**, если она описывает поведение системы для всех моментов времени из некоторого промежутка.

**Модель имитационная**, если она предназначена для испытания или изучения, проигрывания возможных путей развития и поведения объекта путем варьирования некоторых или всех параметров модели.

**Модель детерминированная**, если каждому входному набору параметров соответствует вполне определенный и однозначно определяемый набор выходных параметров; в противном случае модель недетерминированная, стохастическая (вероятностная).

**Модель логическая**, если она представима предикатами, логическими функциями.

**Модель игровая**, если она описывает, реализует некоторую игровую ситуацию между участниками игры (лицами, коалициями).

**Модель алгоритмическая**, если она описана некоторым алгоритмом или комплексом алгоритмов, определяющим ее функционирование, развитие. Введение такого на первый взгляд непривычного типа моделей кажется нам вполне обоснованным, так как не все модели могут быть исследованы или реализованы алгоритмически.

**Модель языковая**, лингвистическая, если она представлена некоторым лингвистическим объектом, формализованной языковой системой или структурой. Иногда такие модели называют вербальными, синтаксическими и т. п.

**Модель визуальная**, если она позволяет визуализировать отношения и связи моделируемой системы, особенно в динамике.

**Модель натурная**, если она есть материальная копия объекта моделирования.

**Модель геометрическая**, **графическая**, если она представима геометрическими образами и объектами.

## Классификация систем. Целенаправленные, активные и пассивные, стабильные и развивающиеся; системы простые и сложные; системы производственные и экономические, естественные, концептуальные и искусственные.

**По степени организованности** системы подразделяют на казуальные и **целенаправленные.** Казуальные системы формируются в результате причинно-следственных связей. Таким системам имманентно (внутренне) не присуща цель, ее могут задать извне. Выделяют детерминированные, нечеткие и вероятностные, статические и динамические системы. Целенаправленные системы формируются исходя из факторов целесообразности и целеполагания. Эти системы способны к выбору своего поведения в зависимости от имманентной цели. Признание всеобщности адаптации явилось и признанием того, что всем типам систем свойственна одна целевая стратегия – самосохранение. Целенаправленные системы – эти системы не только адаптируются, но и действуют в соответствии с некоторым планом, параметры которого определены извне. **Целеполагающие** – способны сами формировать свои цели и планировать поведение, но при этом в них не происходит качественного изменения структуры и принципов функционирования. Системы, входящие в эти классы, по различным признакам подразделяются на программные, самовосстанавливающиеся, адаптивные, самовоспроизвозводящиеся, самосохраняющиеся, предвидящие, социальные, активные и пассивные (по взаимодействию с внешней средой: В зависимости от реакции на возмущающие воздействия выделяют **активные и пассивные** системы. **Активные системы** способны противостоять воздействиям среды (противника, конкурента и т.д.) и сами могут воздействовать на неё. У пассивных систем это свойство отсутствует).

**По характеру развития** существует два класса систем: **стабильные и развивающиеся** (У стабильной системы структура и функции практически не изменяются в течение всего периода её существования и, как правило, качество функционирования стабильных систем по мере изнашивания их элементов только ухудшается. Восстановительные мероприятия обычно могут лишь снизить темп ухудшения. Отличной особенностью развивающихся систем является то, что с течением времени их структура и функции приобретают существенные изменения. Функции системы более постоянны, хотя часто и они видоизменяются. Практически неизменными остаётся лишь их назначение. Развивающиеся системы имеют более высокую сложность). На основе понятия внешней среды системы разделяются на: открытые, закрытые (замкнутые, изолированные) и комбинированные. Деление систем на открытые и закрытые связано с их характерными признаками: возможность сохранения свойств при наличии внешних воздействий. Если система нечувствительна к внешним воздействиям её можно считать закрытой. В противном случае - открытой.

**По сложности** системы могут быть разделены на **простые, сложные**, сверхсложные. В зависимости от того, как определяется признак сложности, возможно различное деление одних и тех же систем. Существуют разные теории со своим описанием сложности и построением специфических моделей. Простые - системы, не имеющие разветвлённых структур, состоящие из небольшого количества взаимосвязей и небольшого количества элементов. Такие элементы служат для выполнения простейших функций, в них нельзя выделить иерархические уровни. Отличительной особенностью простых систем является детерминированность (четкая определенность) номенклатуры, числа элементов и связей как внутри системы, так и со средой. Сложные - характеризуются большим числом элементов и внутренних связей, их неоднородностью и разнокачественностью, структурным разнообразием, выполняют сложную функцию или ряд функций. Компоненты сложных систем могут рассматриваться как подсистемы, каждая из которых может быть детализирована ещё более простыми подсистемами и т.д. до тех пор, пока не будет получен элемент.

**По содержанию** различают реальные (материальные), объективно существующие, и абстрактные (концептуальные или идеальные), являющиеся продуктом мышления. Реальные системы делятся на естественные (природные системы) и искусственные (антропогенные). Естественные системы: системы неживой (физические, химические) и живой (биологические) природы. **Естественные системы** — системы, существующие в объективной действительности (например, атом, молекула, клетка, организация, популяция, общество). **Искусственными являются системы** (технические и организационные), созданные человеком (например, механизм, комплекс, бригада, министерство). Искусственные делятся на технические (технико-экономические) и социальные (общественные). Техническая система спроектирована и изготовлена человеком в определённых целях. К социальным системам относятся различные системы человеческого общества. **Концептуальные (или идеальные) системы** отражают реальную действительность (например, научная теория, музыкальное или литературное произведение).

В зависимости от того, в какой области ведется исследование, системы могут быть биологическими, техническими, производственными, экономическими, социальными и т.д.

**Под управлением** в самом общем виде будем понимать про­цесс формирования целенаправленного поведения системы по­средством информационных воздействий, вырабатываемых че­ловеком (группой людей) или устройством (ЛПР - в теории принятия решений).

**Под системой** будем понимать совокупность элементов взаимосвязанных и взаимодействующих между собой и представляющую определенную целостность.

**Простая система** имеет не более двух состояний – исправно и неисправно (примеры).

**Сложные системы** имеют более двух состояний, состоят из множества простых и требуют управления для поддержания (достижения) требуемого состояния.

## Основные методологические принципы анализа систем. Задачи системного анализа. Роль человека в решении задач системного анализа.

Общим для всех методик системного анализа является определение **закона функционирования системы**, формирование вариантов структуры системы (нескольких альтернативных алгоритмов, реализующих заданный закон функционирования) и выбор наилучшего варианта, осуществляемого путем решения задач декомпозиции, анализа исследуемой системы и синтеза системы и снимающего проблему практики.

**Принципы системного анализа** (общепринятых формулировок на настоящее время нет)

**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.

**Системный анализ** - это анализ системы любой степени сложности, как:

* состоящей из отдельных связанных между собой определенными отношениями частей;
* находящейся во взаимодействии с окружающей средой;
* находящейся в непрерывном развитии.

Непосредственно из основных положений вытекают три основных принципа.

**Принцип единства** - совместное рассмотрение системы как целого и как совокупности частей (элементов).

**Принцип связности** - рассмотрение любой части совместно с ее окружением, подразумевает проведение процедуры выявления связей между элементами системы и выявление связей с внешней средой.

**Принцип развития** (историчности, открытости) - изменяемость системы, ее способность к развитию, адаптации, расширению, замене частей, накапливанию информации, при этом учитывается и динамика внешней среды, изменение взаимодействия системы с внешней средой.

Следующие принципы определяют рациональный, целенаправленный подход к рассмотрению структуры и функционирования системы:

**Принцип иерархии** - структурное распределение подсистем по уровням иерархии в зависимости от важности (общности) их функций.

**Принцип измерения** - способность системы более высокого порядка делать выводы о качестве функционирования какой-либо системы.

**Принцип децентрализации** - передача части управляющих функций из органа управления в другие подсистемы.

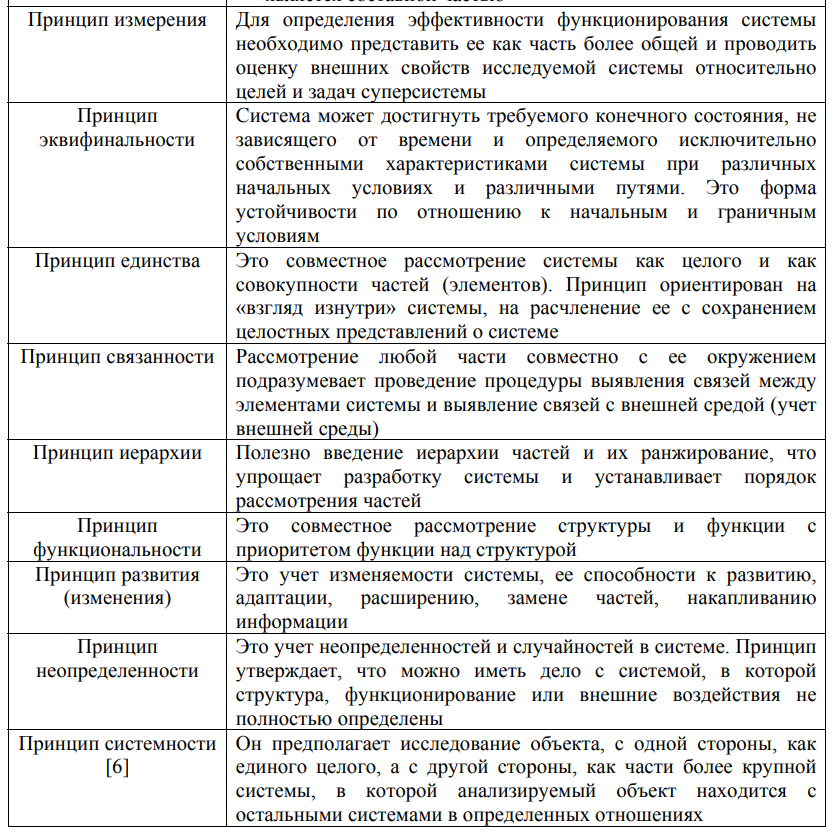
**Принцип конечной цели** - абсолютный приоритет конечной (глобальной) цели.

**Принцип модульного построения** - выделение модулей в системе для представления ее функционирования.

**Принцип неопределенности** - учет неопределенностей и случайностей в системе.

**Принцип функциональности** - совместное рассмотрение структуры и функции с приоритетом функции над структурой.

**Принцип эквифинальности** - способность системы достигнуть требуемого конечного состояния, не зависящего от времени и определяемого исключительно собственными характеристиками системы, при различных начальных условиях и различными путями.



Перечисленные принципы обладают очень высокой степенью общности. Для непосредственного применения исследователь должен наполнить их конкретным содержанием применительно к предмету исследования.

**В состав задач системного анализа 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. Основной операцией анализа является представление целого в виде частей. При решении задач системных исследований объектами анализа являются системы и цели, для достижения которых они проводятся. В результате анализа решаемые системой задачи разбиваются на подзадачи, системы на подсистемы, цели на подцели. Операция разложения целого на части называется декомпозицией.

**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.

Операцией, противоположной декомпозиции, является операция агрегирования, т. е. объединения нескольких элементов в единое целое. Цель агрегирования - составление модели системы из моделей составляющих компонентов. Если декомпозиция системы осуществляется сверху вниз, то агрегирование идет снизу-вверх. Необходимость агрегирования может вызываться различными целями, что приводит к различным способам агрегирования. Однако у всех агрегатов (результат агрегирования) есть одно общее свойство — эмерджентность. Агрегат — система, обладающая внешней и внутренней целостностью. Возникновение качественно новых свойств при агрегировании элементов есть проявление всеобщего закона диалектического материализма - закона перехода количества в качество. Новые свойства возникают благодаря конкретным связям между конкретными элементами

**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 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.

**Роль человека в решении задач системного анализа**

Результатом системного анализа, системных исследований является, как правило, выбор альтернативы, параметров конструкции, системы, структуры системы управления и т. д. Системный анализ — дисциплина, занимающаяся проблемами принятия решений в условиях, когда выбор альтернативы требует анализа сложной информации различной природы. Любая деятельность человека состоит из последовательности принятия решений. В обыденной жизни, в простых ситуациях люди обходятся стандартными приемами, традиционными навыками, интуицией. Необходимость в специальных методах возникает в сложных ситуациях, в задачах при отсутствии уверенности в правильности принимаемых решений. Тогда требуются специальные методы принятия решений. Задачи, которые не решаются с помощью традиционных математических методов и в которых все более существенное место занимает процесс формализации и постановки задачи, методов получения и обработки информации, а процесс решения связан с активным участием человека, составляют основу подходов и инструментария теории принятия решений. Совокупность таких методов по мере их развития сложилась в специальную дисциплину — теорию принятия решений. На современном этапе развития аппарат, модели и методы теории предполагают широкое использование взаимодействия человека и вычислительной техники. Методическая общность анализа и решения задач различной природы, системы моделей и методов теории принятия решений сложились в развитую и сложную систему, которая стала называться системным анализом. Подчеркнем, что анализ действительно сложной проблемы или системы является уникальной задачей, требующей наряду с формальными методами привлечения опыта, интуиции, знаний, таланта специалистов.