

# **ОБЩАЯ ТЕОРИЯ СИСТЕМ**

**Определение понятия «система».  
Классификация систем. Основоположники  
общей теории систем. Характеристики,  
элементы и связи систем**

## ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Согласно определению, общая теория систем (ОТС) является научной и методологической концепцией исследования объектов, представляющих собой системы.

ОТС необходима для развития методов, пригодных для исследования широкого класса систем. Она тесно связана с системным подходом и является конкретизацией его принципов и методов.



**Общая теория  
систем была  
разработана**

**Людвигом фон  
Берталанфи в  
XX веке. Его**

**предшественником**

**был  
Александр Александрович  
Богданов, который  
разработал «всеобщую  
организационную науку»  
тектологию и  
предвосхитил некоторые**

# ОСНОВОПОЛОЖНИКИ

Термин "общая теория систем" (ОТО) связан с именем известного биолога Л. Берталанфи, который в 50-х г.г. в Канаде организовал центр общесистемных исследований и опубликовал большое число работ, в которых пытался найти то общее, что присуще любым достаточно сложным структурам произвольной природы (техническим, биологическим, социальным) Общество было организовано в 1954 г. со следующими целями:

- ⊙ изучение эквивалентности законов, концепций, моделей в различных областях и оказание помощи в перенесении их из одной области в другую;
- ⊙ поощрение разработки адекватных теоретических моделей в областях, их не имеющих;
- ⊙ минимизация дублирования теоретических усилий в разных областях;
- ⊙ содействие единству науки за счет совершенствования общения между специалистами.

# ОСНОВОПОЛОЖНИКИ

Одними из первых сторонников этих исследований были А.Раппопорт и К.Боулдинг. К.Боулдинг рассматривал ОТС как уровень теоретического построения моделей, лежащий где-то между конструкциями математики и конкретными теориями специальных дисциплин.

В России проблемами теории систем (теорией организации) занимались А.А. Богданов, И.И. Шмальгаузен, В.Н. Беклемишев и др. Значительный вклад в развитие теории систем внесли работы В.И. Вернадского о биосфере и месте в ней человека, о переходе биосферы в ноосферу.

# Основоположники

Аналогичные подходы, рассматривающие информационные процессы в системах, такие как связь и управление, были сформулированы в 40-50-х гг., и получили название "кибернетика". Наибольшее влияние в этом направлении оказали классические работы Н.Винера ("Кибернетика") и У.Росс Эшби ("Введение в кибернетику"). Кибернетика, которую Н.Винер определил как исследование "связи и управления в животном и машине", основывается на понимании того, что связанные с информацией проблемы можно изучать независимо от конкретной интерпретации.

# Л.Берталанфи. ОТС

Параллельно и независимо от кибернетики возник другой подход – Общая теория систем. Идея построения теории, применимой к системам любой природы, была выдвинута австрийским биологом Л.Берталанфи. Одним из путей обоснования своей концепции Берталанфи видел изучение структурного сходства закономерностей, выявленных в различных дисциплинах и выделение на этой основе общесистемных закономерностей. Наиболее важным достижением Берталанфи стало введение понятия открытой системы.

Берталанфи подчеркивал определяющее значение обмена систем веществом, энергией и информацией с окружающей средой. В открытых системах устанавливается динамическое равновесие, которое может быть направлено в сторону усложнения организации.

# Богданов. Тектология

В России значительным шагом в изучении системности стал выход в 1911-25 гг. трехтомного труда яркого представителя русского позитивизма А.А.Богданова «Всеобщая организационная наука (тектология)». 8 Научная ценность тектологии связана с идеей Богданова об определенной степени организованности всех существующих объектов и процессов.

В отличие от конкретных естественных наук, тектология была призвана изучать общие закономерности организации систем всех уровней. Явления рассматриваются в ней как непрерывные процессы организации и дезорганизации.

Богданов не дал четкого определения понятия «организация». Однако он отмечал, что организованность системы настолько выше, насколько существеннее свойства целого отличаются от свойств его составных частей.

Тектология впервые уделила приоритетное внимание закономерностям развития организации, изучению соотношений устойчивости, роли открытости и обратных связей. При этом Богданов акцентировал внимание на том, что собственные интересы систем могут не только совпадать с интересами системы высшего уровня, но и противоречить им.



# Богданов. Тектология

Большое внимание Богданов уделил рассмотрению проблемы кризисов, таких моментов в истории систем, когда в них происходит спонтанная перестройка структуры. Он подчеркивал роль моделирования и математики как потенциальных методов решения задач тектологии. По уровню и широте обобщений тектология Богданова сопоставима с традиционной философией, хотя и носит в основном эмпирический характер, опираясь на экспериментальные методы исследования.

Словарь «Русская философия» указывает, что тектология Богданова берет на себя функции философии, но на совершенно ином качественном уровне. Это единственная наука, которая призвана, не только вырабатывать свои методы познания, но еще исследовать и объяснять их. Поэтому она представляет "*завершение цикла наук*". Тектология была призвана стать фактором перестройки познавательной деятельности через преодоление прогрессирующей научной специализации на основе выдвинутых Богдановым общих понятий.

# Бехтерев

Малоизвестным и поныне остаётся факт, что уже в самом начале XX века русский физиолог Владимир Бехтерев, совершенно независимо от Александра Богданова, обосновал 23 универсальных закона и распространил их на сферы психических и социальных процессов. Впоследствии строит «теорию функциональных систем», близкую по уровню обобщённости к теории Берталанфи.

**Основная идея ОТС состоит в признании изоморфизма законов, управляющих функционированием системных объектов. Как междисциплинарная область науки, ОТС изучает поведение и взаимодействие различных систем в природе, обществе и науке.**

**Основной целью теории является обнаружение основных принципов функционирования систем и закономерностей их развития, необходимых для описания любой группы взаимодействующих объектов, во всех областях исследований.**

# **Общая теория систем изучает:**

- различные классы, виды и типы систем;**
- основные принципы и закономерности поведения систем (например, принцип узкого места);**
- процессы функционирования и развития систем (например, равновесие, эволюция, адаптация, сверхмедленные процессы, переходные процессы).**

**Системный подход — направление методологии исследования, в основе которого лежит рассмотрение объекта как целостного множества элементов в совокупности отношений и связей между ними, существующего или создаваемого для определённой цели.**

**В более кратком определении, системный подход – это рассмотрение анализируемого объекта как *системы*.**

**Системный подход реализует требования общей теории систем, согласно которой каждый объект должен рассматриваться как большая и сложная система и, одновременно, как элемент более общей системы.**

**Инструментом исследования в системном подходе является *системный анализ*.**

**Основным объектом рассмотрения в системном подходе, теории систем и системном анализе является система.**

**Система** (от латинского *systema*, от греческого *σύντημα*, «составленный», целое, составленное из частей; соединение) – множество *элементов*, взаимосвязанных и взаимодействующих между собой, которые образуют единое *целое*, обладающее *своими* свойствами, не присущими составляющим его элементам, взятым в отдельности.

**Система** – это набор взаимодействующих элементов, которые выполняют одну общую определённую цель.

Система имеет определённую *структуру*, состоящую из *элементов* и *связей* между ними.

Говоря о системе, будем выделять три основных признака:

- ⦿ система — это совокупность элементов, которые сами могут рассматриваться как системы; а исходная система — часть более общей системы, т.е. система рассматривается как часть иерархии систем. Например, автомобиль может рассматриваться как часть автомобильного предприятия или часть транспортных средств города и т.д.
- ⦿ для системы характерно наличие интегративных свойств, которые присущи системе в целом, но не свойственны ни одному из ее элементов в отдельности. Например, перевозить может автомобиль, измерять прибор, но не их отдельные части.
- ⦿ для системы характерно наличие существенных связей между элементами (скопление разрозненных частей не является системой).



**Элемент** (от лат. *elementum* – стихия, первоначальное вещество) – это составная часть системы, обладающая определенными *свойствами*.

**Элемент системы сам часто является *подсистемой*.**

**Связь, взаимообусловленность существования явлений, разделенных в пространстве и (или) во времени.**

**Понятие связи принадлежит к числу важнейших научных понятий: с выявления устойчивых, необходимых связей начинается человеческое познание, а в основании науки лежит анализ связей причины и следствия — универсальной связи явлений действительности, наличие которой делает возможными законы науки.**

**Структура системы – это совокупность элементов системы и устойчивых связей между ними, обеспечивающих *целостность* системы и ее тождественность самой себе, т.е. сохранение основных свойств системы при различных внешних и внутренних изменениях.**

**Процесс функционирования системы обусловлен не столько свойствами ее отдельных элементов, сколько свойствами самой структуры.**

**Цель – желаемый результат (предмет стремления). То, что желательно осуществить. Четко описанное желательное состояние, которого необходимо достигнуть. В системном смысле определяется как целевое назначение системы.**

**Функция — работа системы в соответствии с её целевым назначением.**

**Процесс — динамическое изменение системы (или надсистемы) во времени вследствие выполнения системной функции.**

**Системный анализ – методология исследования трудно наблюдаемых и трудно понимаемых свойств и отношений в объектах с помощью представления этих объектов в качестве целенаправленных систем и изучения свойств этих систем и взаимоотношений между целями и средствами их реализации.**

**Техническая система (ТС) – совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих искусственных элементов, обладающая свойствами, не сводящимися к свойствам составляющих элементов.**

**ТС создается с конкретной *целью* для удовлетворения определенной *потребности*. Она выполняет *функцию*, осуществляя *процесс*. ТС имеет определенную *структуру*.**

# СВОЙСТВА СИСТЕМ

**Связанные с целями и функциями.**

Синергичность. Эмерджентность.

Целенаправленность. Альтернативность путей функционирования и развития (*организация* или *самоорганизация*).

**Связанные со структурой.**

Структурность. Иерархичность.

**Связанные с ресурсами и особенностями взаимодействия со средой.**

Коммуникативность. Адаптивность. Надёжность.

Интерактивность. Обособленность.

Эквифинальность.

**Синергичность** — максимальный эффект деятельности системы достигается только в случае максимальной эффективности совместного функционирования её элементов для достижения общей цели.

**Эмерджентность** — появление у системы свойств, не присущих элементам системы; принципиальная несводимость свойства системы к сумме свойств составляющих её компонентов (неаддитивность).

**Целенаправленность** — наличие у системы цели (целей) и приоритет целей системы перед целями её элементов.



**Альтернативность** путей функционирования и развития (организация или самоорганизация).

**Структурность** — возможна декомпозиция системы на компоненты, установление связей между ними.

**Иерархичность** — каждый компонент системы может рассматриваться как система; сама система также может рассматриваться как элемент некоторой надсистемы (суперсистемы).

**Коммуникативность** — существование сложной системы коммуникаций со средой в виде иерархии.

**Адаптивность** — стремление к состоянию устойчивого равновесия (гомеостаза), которое предполагает адаптацию параметров системы к изменяющимся параметрам внешней среды (однако «неустойчивость» не во всех случаях является дисфункциональной для системы, она может выступать и в качестве условия динамического развития).

**Надёжность** — способность системы сохранять свой уровень качества функционирования при установленных условиях за установленный период времени.

**Интерактивность** - это принцип организации системы, при котором цель достигается информационным обменом элементов этой системы.

***Степень интерактивности*** — это показатель, характеризующий насколько быстро и удобно пользователь может добиться своей цели.

***Элементами интерактивности*** являются все элементы взаимодействующей системы, при помощи которых происходит взаимодействие с другой системой/человеком (пользователем).

**Обособленность** — свойство, определяющее наличие границ с окружающей средой.

**Эквифинальность** — свойство динамической системы приходить различными путями из различных начальных состояний в одно и то же финальное состояние независимо от случайных изменений среды.

Пример эквифинальности: управление самолетом посредством автопилота , определяющее его способность достигать точки с заданными координатами при различных атмосферных условиях.

# Классификация систем

Системы можно классифицировать по разным признакам. В соответствии с типом используемых в них величин системы делятся на физические и абстрактные (концептуальные). К физическим относятся системы, у которых величины измеримы. Элементами абстрактных систем могут быть понятия, уравнения, переменные, числа и т.п. Примером понятийной (концептуальной) системы является язык как средство общения. К абстрактным системам относятся также язык программирования, система чисел, система уравнений и т.п. Элементами системы могут быть объекты: так, в автомобиле или пишущей машинке объектами служат отдельные части. Такие системы называются техническими: станок, компьютер, магнитофон и т.п. Элементами системы могут быть субъекты, например; игроки в хоккейной команде, сотрудники в лаборатории. Такие системы называются социальными: учебная группа, партия, профсоюз, институт и т.п. Наконец, система может состоять из понятий, объектов и субъектов, как в системе "человек-машина", включающей все три вида элементов. Эти системы представляют наибольший интерес с точки зрения практической деятельности и называются организационно-техническими, человеко-машинными или большими техническими системами.

# Классификация систем

Система может состоять из других систем, которые называются ее подсистемами. В большинстве случаев приходится иметь дело с большими, высокоорганизованными системами, которые включают в себя другие системы. Такие системы будем называть общими системами или системами в целом. Оперировать такими системами нелегко, так как мы не знаем, до какого предела осуществлять декомпозицию системы, т.е. разбивать ее на подсистемы, или до какого предела продолжать "построение" большой системы. В зависимости от типа элементов системы можно разделить на естественные и искусственные (созданные людьми), живые и неживые.

# Классификация систем

Системы, свойства которых не меняются со временем, называются статическими, в противном случае – динамическими. Динамическими являются системы с изменяющейся организацией, развивающиеся системы. К статическим относится большинство технических систем, так как их назначение (функция) не меняется со временем. К динамическим относятся социальные и организационно-технические системы. С точки зрения наблюдаемых величин, используемых для описания системы, и их распределения во времени различают дискретные, непрерывные и импульсные системы.

# Классификация систем

К дискретным относятся системы, величины в которых имеют конечное число различных дискретных значений и могут быть определены лишь в дискретные моменты времени. В этом случае отношения между величинами можно задать с помощью выражений (уравнений) алгебры логики, вообще говоря, многозначной. Дискретными являются, например, технические системы.



# Классификация систем

К непрерывным системам относятся системы, в которых величины и время рассматриваются как непрерывные переменные. При этом отношения между величинами выражаются дифференциальными уравнениями. Примерами непрерывных систем являются процессы, происходящие в живой и неживой природе: круговорот воды, фотосинтез у растений, ассимиляция и диссимиляция у животных и человека, сама жизнь и т.п.

# Классификация систем

В импульсных системах величины рассматриваются как непрерывные переменные, но их значения известны лишь в дискретные моменты времени. Импульсные системы получаются при моделировании непрерывных систем. В этом случае из-за ограниченной точности измерений имеем дело, по сути, с первым случаем. Допущение о непрерывности вводится, чтобы проще выразить отношения между переменными (эти проблемы рассматриваются в теории интерполяции). При замене непрерывных переменных дискретными значениями важную роль играет теорема Уиттекера (1915 г.) {в отечественной литературе известна как теорема Котельникова}: любая непрерывная функция времени, имеющая частотный спектр с верхним пределом  $f_{max}$  допускает точную замену конечным числом ее значений, записанных в интервалах времени  $\Delta t = 1 / (2 f_{max})$ .

# Классификация систем

Системы с конечным числом величин, элементов и связей между ними называются ограниченными. Если одно из этих множеств бесконечно, то — неограниченными. Физические системы ограничены, абстрактные могут быть неограниченными.

С точки зрения взаимодействия между системой и окружающей средой различают закрытые и открытые системы

# Классификация систем по С.Биру

<i>Система</i>	<i>Простая</i>	<i>Сложная</i>	<i>Очень сложная</i>
<i>Детерминированная</i>	Оконная задвижка проект механических мастерских	Цифровая ЭВМ Автоматизация	
<i>Вероятностная</i>	Подбрасывание монеты Статистический контроль качества продукции	Хранение запасов Условные рефлексы Прибыль промышленного предприятия	Экономика Мозг Деятельность фирмы
<i>Нечеткая</i>		Человек Поведение человека, мышление Качество жизни	Социальные системы и социальные организации

# Классификация систем по К. Боулдингу

## 1. Неживые системы.

1.1 Статические системы, называемые остовами

1.2. Простые динамические структуры с заданным движением, присущие окружающему нас физическому миру. Эти системы называют часовыми механизмами.

1.3. Кибернетические системы с управляемыми циклами обратной связи, называемые термостатами.

## 2. Живые системы.

2.1. Открытые системы с самосохраняемой структурой. Уровень клеток - первая ступень, на которой возможно разделение на живое и неживое.

2.2. Живые организмы с низкой способностью воспринимать информацию (растения).

2.3. Живые организмы с более развитой способностью воспринимать информацию, но не обладающие сознанием (животные).

2.4. Люди, характеризующиеся самосознанием, мышлением и нетривиальным поведением.

2.5. Социальные системы и социальные организации.

2.6. Трансцендентальные системы, или системы, лежащие в настоящий момент вне нашего познания.

**Общая теория систем является теоретической базой для построения технических систем (ТС) и выявления законов их развития .**