



ФИНАНСОВЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ  
ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

# Системный анализ и моделирование

---

Свиридова Ольга Александровна  
доцент кафедры Системного анализа в  
экономике, к.э.н.  
[olshan@list.ru](mailto:olshan@list.ru)

## Литература

1. Пособия:

[https://portal.fa.ru/Files/Data/87919273-c187-4888-badc-c38717377ddf/Mm\\_Sisteman\\_bEc\\_19.pdf](https://portal.fa.ru/Files/Data/87919273-c187-4888-badc-c38717377ddf/Mm_Sisteman_bEc_19.pdf)

[https://portal.fa.ru/Files/Data/d5f0ce08-d390-4660-8b4e-1fa0bbd8bdde/metod\\_sist\\_an\\_model\\_bak\\_jek.pdf](https://portal.fa.ru/Files/Data/d5f0ce08-d390-4660-8b4e-1fa0bbd8bdde/metod_sist_an_model_bak_jek.pdf)

Или:

Клейнер, Г. Б. Системный анализ и моделирование: сборник ситуационных задач: Учебное пособие / Г. Б. Клейнер, Л. С. Звягин, Г. А. Щербаков; под редакцией Г. А. Щербакова. — Москва: Издательский дом "Научная библиотека", 2018. — 506 с

2. Дрогобыцкий, И.Н. Системный анализ в экономике: учебник / И.Н. Дрогобыцкий . — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Юнити-Дана, 2017. — 607 с. — Текст: непосредственный.— То же. — ЭБС Znanium. — URL: <http://znanium.com/catalog/product/1028469> ( дата обращения 10.10.2019). — Текст: электронный

3. Сайт <http://systems-analysis.ru/>

Где необходимо системное мышление?

**Системная инженерия** - методология, которая базируется на системном подходе и охватывает все технические мероприятия по созданию инженерных систем и системных решений на протяжении их жизненного цикла

**Системный инженер** – профессия «системного инженера» была признана в 2009 году лучшей профессией в США. В опубликованном CNN Money совместно с PayScale рейтинге работ с самой большой оплатой и карьерным ростом первое место занимает системный инженер

**Исследование операций** – научное направление, которое занимается разработкой и применением методов оптимизации на основе математического моделирования и различных эвристических подходов

**Operational researcher** – одна из самых востребованных профессий в США и Британии, уровень з/п примерно 100 000\$ и выше

**Менеджмент** все больше дрейфует от гуманитарной специфики к инженерным дисциплинам – оказывается, что при координации работ современных организаций и при их развитии в нашем быстром и сложном мире недостаточно компетенций в области экономики и финансов, а также лидерских качеств.

**Логистика, Финансы, Политика, Медицина, IT**

И т.д.

## Системный анализ

**Системный анализ — научный метод, который отличается междисциплинарным подходом к решению сложных проблем.** Объектом системного анализа выступают практические проблемы, которые связаны с созданием новых и модернизацией существующих систем. Это организационные, экономические, технические, информационные, военные и другие системы.

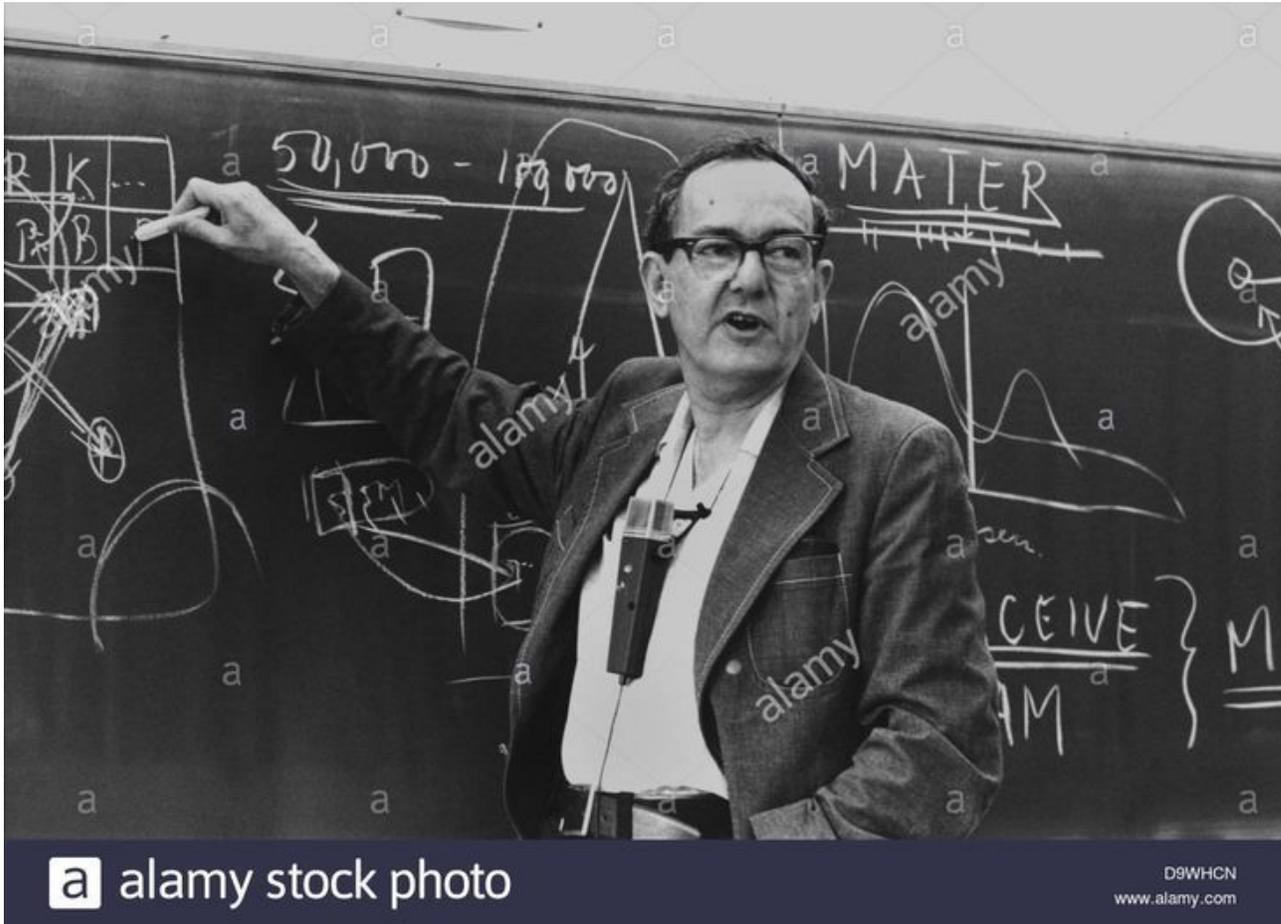
Системный анализ - научно-методологическое направление, которое занимается разработкой и применением методов решения слабоструктурированных проблем с большой начальной неопределенностью и исследующее процессы целеобразования и средств работы с целевыми показателями

**Системный анализ - интегрирующая дисциплина («навигатор») – позволяет увидеть ситуацию в целом**

Опирается на исследования в области математики, моделирования, информатики, наблюдения и эксперименты

Системный анализ – метод, помогающий руководителю выбирать предпочтительный курс действий

## Проблемы принятия решений



Герберт Александр Саймон (1916—2001)

Нобелевская премия по экономике 1978 г.  
«за новаторские исследования процесса принятия  
решений в экономических организациях, в  
фирмах».

# Проблемы принятия решений

Хорошо

структурированные

- количественные факторы;
- количеств. зависимости между упр. и неупр. факторами;
- четкая цель;
- единств критерий эффективности решения;
- возможно построить объективную матем. модель;
- независимость оптимального решения от предпочтений ЛПР

**Исследование операций**

Слабоструктурированные

- количественные и качественн факторы;
- отсутствие части инф.
- количеств. зависимости между упр. и неупр. факторами;
- множество критериев оценки;
- неопределенность будущего;
- Возможно построить матем. модель только с привлечением субъективных предпочтений ЛПР

**Системные науки**

**Исследование операций в области многокритериальных задач, Целевое программирование, Теория принятия решений**

Неструктурированные

- качественные факторы;
- отсутствие объективной информации;
- множество качественных противоречивых критериев;
- неопределенность будущего;
- Нельзя построить математическую модель;
- Обязательно участие ЛПР (с его субъективными предпочтениями)

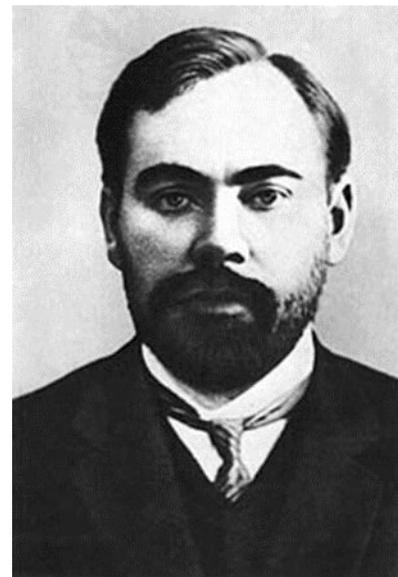
**Теория принятия решений**

## Развитие направления

Системный анализ — развитие системного подхода и теории систем. Основоположником теории систем принято считать биолога Л. Фон Берталанфи, который в 30-е годы XX века ввел понятие открытой системы и сформулировал основные идеи и закономерности обобщающего направления. Важный вклад в становление системных представлений внес ранее Богданов А.А.



Карл Людвиг Фон Берталанфи  
(1901-1972)



А.А. Богданов (1873-1928) российский учёный-энциклопедист, революционный деятель, врач, мыслитель-утопист, писатель-фантаст, один из крупнейших идеологов социализма.

## **Тектология А. Богданова**

Богданов опередил работы Н. Винера и Л. Бергаланфи более чем на 30 лет и может заслуженно считаться автором первого варианта общей теории систем и предшественником кибернетики (идея изоморфизма различных организационных структур)

Тектология – дословно «учение о строительстве».

Тектологию Богданов рассматривал как науку, находящуюся в тесной связи с тремя основными циклами научного знания: с науками математическими, естественными (физико-биологическими) и общественными. По сути, она была задумана как дисциплина, обладающая развитой обобщенной методологией. Объединяя специализированные научные методы, решая вопросы универсально-практического характера организованности форм, А. А. Богданов создал уникальную концепцию системного подхода к анализу явлений в природе и социуме. В тектологии Богданова впервые сформулированы основные положения системного подхода и теории самоорганизации систем.

### **Законы организации систем едины для любых объектов:**

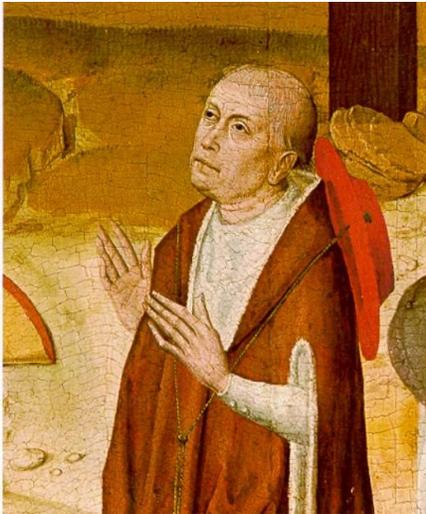
«...структурные отношения могут быть обобщены до такой же степени формальной чистоты схем, как в математике отношения величин, и на такой основе организационные задачи могут решаться способами, аналогичными математическим. Более того, отношения количественные я рассматриваю как особый тип структурных, и самую математику - как раньше развившуюся, в силу особых причин, ветвь всеобщей организационной науки: этим объясняется гигантская практическая сила математики как орудия организации жизни»

**«Общая теория систем» Л. Берталанфи** – попытка упорядочить разрозненные системные подходы в рамках универсальной концепции.

- Ввел понятие **открытой системы**
- Сформулировал основные идеи и закономерности нового обобщающего направления.
- Описывал общие закономерности таких сложных систем, как биологические или социальные.
- Для исследования разнородных систем применялся математический аппарат, благодаря чему абсолютно разные системы описывались с помощью единого формального аппарата, что также позволило установить единство реальности.
- Исследовал взаимодействие систем с внешней средой, обмен веществом, энергией, информацией, энтропией и доказал, что в системах устанавливается динамическое равновесие, направленное в сторону усложнения организации. Системы любой природы адаптируются в ответ на внешние воздействия благодаря внутренним механизмам. Эти механизмы обеспечивают достижение равновесия в системах.
- В 1950-е гг. Л. Берталанфи в Канаде организовал институт системных исследований, целью которого являлось накопление эмпирических данных из различных наук и обобщение их на основе единых научных принципов, основанных на идее единства и изоморфизма законов

## Вернемся к истории

Л. фон Берталанфи указывал на глубинную связь теории систем с философией [Г. В. Лейбница](#) и [Николая Кузанского](#): «Конечно, как и любое другое научное понятие, понятие системы имеет свою долгую историю... В этой связи необходимо упомянуть „натуральную философию“ Лейбница, Николая Кузанского с его совпадением противоположностей, мистическую медицину Парацельса, предложенную Вико и Ибн-Халдуном версию истории последовательности культурных сущностей, или „систем“, диалектику Маркса и Гегеля...».



Николай Кузанский  
(1401-1464)

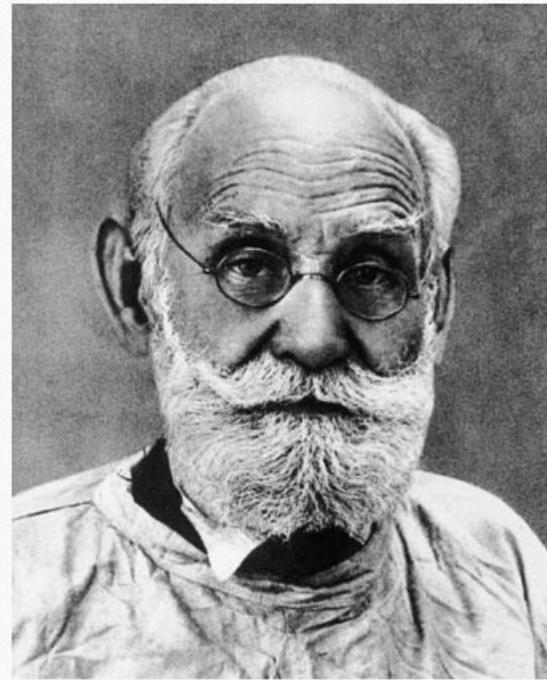
кардинал Римской католической церкви,  
крупнейший немецкий мыслитель XV века,  
философ, теолог, учёный-энциклопедист,  
математик, церковно-политический деятель



Готфрид Вильгельм Лейбниц  
(1646-1716)

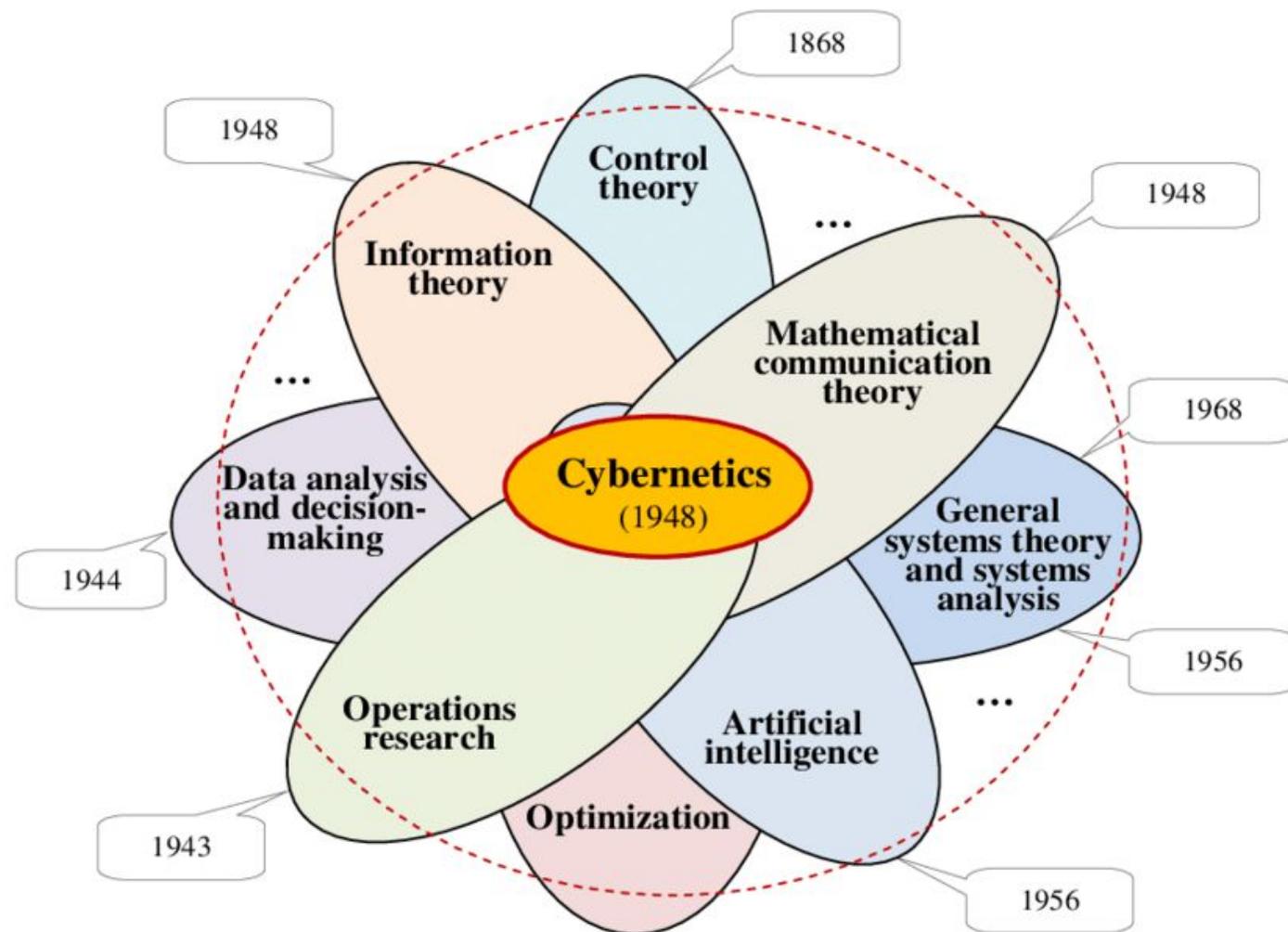
Одной из первых естественных наук, где объекты исследования рассматривались как системы, стала биология. Преимущество изучения целостного организма выражено, например, в ранних работах И. П. Павлова. Так, еще в конце XIX столетия выдающийся отечественный физиолог выдвинул идею, что наиболее нормальные функции организма можно изучать не у ограниченного в подвижности животного, т. е. в условиях вивисекции, а у целостного, ненаркотизированного животного. Так появились его знаменитые методы исследования: изучение кровяного давления, фистульные методы при изучении пищеварения и, наконец, изучение высшей нервной деятельности.

Иван Петрович Павлов



# Кибернетика

## CYBERNETICS



## Кибернетика

**cybernetics (n.)** "theory or study of communication and control," coined 1948 by U.S. mathematician Norbert Wiener (1894-1964), with **-ics** + Latinized form of Greek *kybernetes* "steersman" (metaphorically "guide, governor"), from *kybernan* "to steer or pilot a ship, direct as a pilot," figuratively "to guide, govern," which is of uncertain origin. Beekes agrees that "the word has no cognates" and concludes "Foreign origin is probable." The construction is perhaps based on 1830s French *cybernétique* "the art of governing."

Beekes attributes it to a Mediterranean substrate, probably Pre-Greek. Neumann sees it as a denominal verb from κύρβεις (*kúrbeis*, "turnable wooden cylinders"), from Proto-Indo-European \*k<sup>w</sup>erb- ("to turn"), via a variant κύρβνα (*kúrbna*) formed with the tool morpheme -να- (-na-)(compare Sanskrit नयति (*náyati*, "to lead, guide, govern")), whence through metathesis the verbal stem κυβερνα- (*kubernā-*). Compare Ancient Greek καρπός (*karpós*, "wrist") and English whirl

**Андре́-Мари́ Ампе́р** ([фр. \*André-Marie Ampère\*](#); [20 января 1775](#) — [10 июня 1836](#)) — французский [физик](#), [математик](#) и [естествоиспытатель](#).

«Беспреданно правительству приходится выбирать среди различных мер ту, которая более всего пригодна к достижению цели, - писал ученый, - и лишь благодаря углубленному и сравнительному изучению различных элементов, доставляемых ему для этого выбора, знанием всего того, что касается управляемого им народа, - характера, воззрений, истории, религии, средств существования и процветания, организаций и законов, - может оно составить себе общие правила поведения, руководящие им в каждом конкретном случае. Эту науку я называю кибернетикой от слова кибернет, обозначавшего сперва, в узком смысле, искусство управления кораблем, а затем постепенно получившего у самих греков гораздо более широкое значение искусства управления вообще»

Андре-Мари Ампер

фр. *André-Marie Ampère*



## Бронислав Фердинанд Трентовский ( [1808](#)- [1869](#) )

В 1843 г. на польском языке была издана монография Трентовского «Отношение философии к кибернетике как искусству управления народом»

Ученый отмечал, что результативное управление требует учета всех основных внутренних и внешних факторов, способных оказать влияние на объект управления. При подготовке мер управляющего воздействия кибернет должен учитывать региональные особенности, а также действовать с учетом временного аспекта. Иными словами, даже руководствуясь одной идеологией, следует по-разному управлять в Австрии, Пруссии или России, точно как и в одном и том же государстве необходимо завтра управлять иначе, чем сегодня

Бронислав Фердинанд Трентовский

польск. *Bronisław Trentowski*



Ferdinand Bronisław Trentowski. Kresła Szczerzy.

**Евграф Степанович Фёдоров** ( [1853](#) — [1919](#)) — [кристаллограф](#), [минералог](#) и [математик](#).  
Академик [Российской академии наук](#), директор петербургского [Горного института](#).

Установил факт ограниченности видов кристаллической решетки (230 типов) при том, что практически любое вещество при определенных обстоятельствах способно кристаллизоваться. Таким образом было продемонстрировано, что огромное многообразие минералов и кристаллов использует для своего строения ограниченное количество типов структур.

Вывод: невообразимое разнообразие природных тел реализуется из ограниченного и небольшого числа исходных форм. Е. С. Федоров отметил аналогичные закономерности в области архитектурных конструкций, музыкальных произведений, языковых построений, строения вещества и ряда других систем. Развивая системные представления отечественный ученый установил ряд других закономерностей развития систем. В частности, им было выявлены такие свойства систем как самоорганизация, способность к приспособлению («жизненная подвижность»), к повышению стройности [1, С. 12-13].



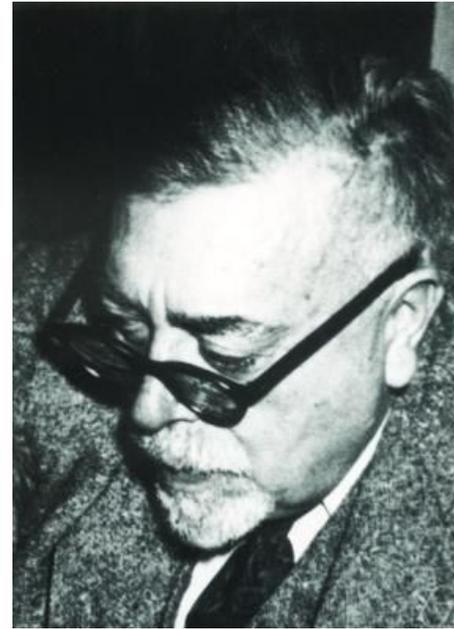
Е. С. Фёдоров



## Кибернетика

Н. Винер о социальных последствиях автоматизации:

Представим себе, что вторая революция завершена. Тогда средний человек со средними или ещё меньшими способностями не сможет предложить для продажи ничего, за что стоило бы платить деньги. Выход один — построить общество, основанное на человеческих ценностях, отличных от купли-продажи. Для строительства такого общества потребуются большая подготовка и большая борьба, которая при благоприятных обстоятельствах может вестись в идейной плоскости, а в противном случае — кто знает как?



**Норберт Винер**  
**(1894-1964)**

С кибернетикой Винера связаны такие продвижения в развитии системных представлений, как:

- типизация моделей систем,
- выявление особого значения обратных связей в системе,
- подчеркивание принципа оптимальности в управлении и синтезе систем,
- осознание информации как всеобщего свойства материи и возможности ее количественного описания,
- введение принципа энтропии в теорию информации,
- развитие методологии моделирования вообще и в особенности идеи математического эксперимента с помощью ЭВМ

# Кибернетическая модель управления



Реализует алгоритм жесткого управления и алгоритм корректирующего воздействия

# Принцип обратной связи

Обратная связь

Положительная обратная связь  
(Усиливающая)

- Банковский вклад
- Цепные реакции деления ядер при ядерном взрыве
- Видообразование ускоряет видообразование
- «Стадный эффект»

Отрицательная обратная связь  
(Уравновешивающая)

- Механизмы терморегуляции
- Поддержание численности популяций
- Равновесие спроса и предложения в экономике

Упреждающая связь:

- Бегство капиталов
- Ожидание дефицита

В 1980-е гг. возникла синергетика - научное направление, занимающееся исследованием общих закономерностей в процессах образования, устойчивости и разрушения упорядоченных временных и пространственных структур в сложных неравновесных системах различной физической природы (физических, химических, биологических, социальных). Термин «синергетика» (от греч. synergetikos - совместный, согласованно действующий) ввел немецкий физик Г. Хакен при исследовании механизмов кооперативных процессов в лазере. Однако еще раньше, в 1960-е гг., И. И. 19

Пригожин пришел к идеям синергетики (хотя вначале этот термин не использовал) из анализа химических реакций. Теоретической основой его моделей является нелинейная термодинамика.

Академик Анохин выделяет четыре доминирующие тенденции в развитии системной теории:

1. **Философское направление** (система выступает как научная и философская категория, ведущая к усовершенствованию познавательного процесса )
2. Представителями второй тенденции являются **сторонники математической формализации** системы или математической теории систем (М. Месарович, А. Раппопорт, В. Кухтин и др.).
3. Последователи системного подхода, поддерживающие третье направление, считают, что теория систем должна вырасти из изучения **натуральных систем** и затем стать конкретным инструментом исследования.
4. К четвертому направлению примыкают сторонники системного подхода, которые под этим углом зрения анализируют **социально-экономические системы**.

## Системные концепции, их авторы и характеристики

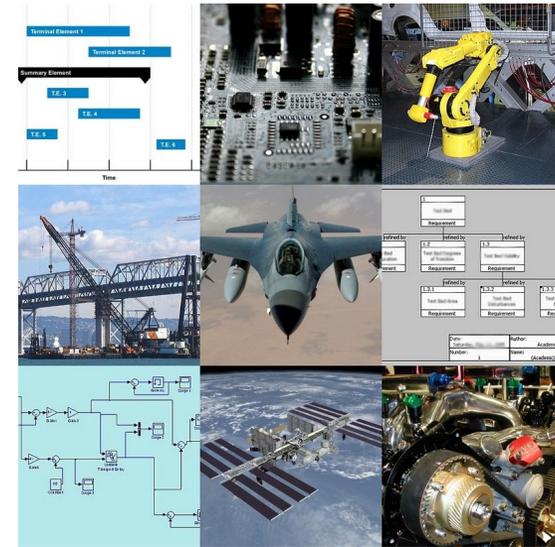
Название	Период возникновения	Авторы	Характеристика
Тектология	1924 г.	А. А. Богданов (Малиновский)	
Общая теория систем (несколько вариантов)	1930-е гг.	Л. Берталанфи, К. Боулдинг, Дж. Гиг, М. Месарович, У. Р. Эшби, В. Г. Афанасьев, И. В. Блауберг, С. П. Никаноров, В. Н. Садовский, В. С. Тюхтин, А. И. Уёмов, Ю. А. Урманцев, Э. Г. Юдин и др.	Формирование понятийного аппарата систем; попытка создания строгой теории; выявление общих закономерностей функционирования и развития систем любой природы
Системно-кибернетический подход	1934 г.	Н. Винер, У. Р. Эшби, Ст. Бир, В. М. Глушков, А. И. Берг, Л. П. Крайзмер, Н. Е. Кобринский, Л. Т. Кузин, Е. З. Майминас, Л. А. Растринин и др.	Выделение общих законов управления; гомеостатический, целевой, управленческий характер систем; наличие прямой и обратной отрицательной и положительной обратной связей; процессы управления рассматриваются как процессы переработки информации; теория автоматического регулирования; теория информации; теория оптимального управления; теория алгоритмов; становление химической, технической, экономической и т.п. кибернетики
Структурализм (несколько вариантов)		К. Леви-Стросс, М. П. Фуко, Ж. Лакан, Р. Барт, Л. Гольдман, А. Р. Радклифф-Браун и др.	Выявление структур, имеющих в культуре; применение структурных методов в изучении различных продуктов человеческой деятельности в целях выявления логики порождения, строения и функционирования объектов духовной культуры; выделение и анализ эпистем - способов фиксации связей между словами и вещами
Функционализм (несколько вариантов)		Г. Спенсер, Т. Парсонс, Б. Малиновский, Р. Мертон, Н. Луман, К. Гемпель, Ч. Миллс и др.	Выявление функций как наблюдаемых следствий, которое служит саморегуляции и адаптации системы; исследование функциональных потребностей и их обеспечения структурами; выделение явных и латентных функций, функций и дисфункций; исследование проблем адаптации и саморегуляции

Структурный функционализм (несколько вариантов)		Р. Бейлз, Р. Мак-Айвера, Р. Мертон, Т. Парсонс, Н. Смелсер, Э. Шилз и др.	Равновесие и спонтанная регуляция систем; наличие в обществе инструментальной и функциональной рациональности; общество как система имеет технико-экономическую, профессиональную и стратификационную структуры
Имитационное моделирование	1950-е гг.	Дж. Форрестер, А. В. Федотов (имитационное динамическое моделирование), А. А. Емельянов	
Системология	1950-е гг.	В. Т. Кулик, И. Б. Новик, Б. С. Флейшман, В. В. Дружинин, Д. С. Конторов, Б. Ф. Фомин и др.	Наука о системах, которая интегрирует в себя общую теорию систем, частные и отраслевые теории систем, системотехнику
Системотехника (System Engineering)	1962 г.	Г. Гуд, Р. Макол, Ф. Е. Темников, В. В. Дружинин, Д. С. Конторов, В. И. Николаев, А. Холл, Г. Честнат	Прикладное, инженерное направление знаний о системах, определяющее их моделирование, проектирование, конструирование и регулирование
Синергетический подход	1960-е гг.	И. Пригожин, И. Стенгерс, Г. Хакен, А. П. Руденко и др.	Исследование процессов самоорганизации в системах любой природы; объяснение поведения сложных нелинейных систем, находящихся в неравновесных состояниях спонтанным образованием структур; роль динамического хаоса и флуктуаций в развитии системы; наличие многообразия путей развития систем в условиях хаоса
Исследование операций	1960-е гг.	Р. Акофф, Е. С. Вентцель, Т. Саати, М. Сасиени, У. Черчмен, Ф. Эмери и др.	Направление кибернетики, основанное на аппарате оптимального математического программирования, теории массового обслуживания, математической статистики, теории игр и пр.
Системный анализ	1960-е гг.	Корпорация RAND, Ч. Дэвис, С. Зигфорд	
	Конец 1960-х - 1970-е гг.	Э. Квейд, В. Кинг, Д. Клиланд, С. Оптнер, С. Янг, Э. Янч; Ю. И. Черняк, Е. П. Голубков, Н. Н. Моисеев, Ф. И. Перегудов, В. Н. Сагатовский, Ф. П. Тарасенко, В. З. Ямпольский, С. А.	

		Валуев, В. Н. Волкова, Ю. И. Дегтярев, А. А. Емельянов, В. Н. Козлов, Д. Н. Колесников и др.	
Математические теории систем (несколько вариантов)		М. Месарович, Л. В. Кантарович, В. С. Немчинов и др.	Математические определения систем, основанные на теории множеств, логике, математическом программировании, теории вероятностей и статистике; математические описания структуры, функций и состояний систем
Ситуационное моделирование	1970-е гг.	Д. А. Поспелов, Ю. И. Клыков, Л. С. Загадская-Болотова	Анализируются результаты функционирования системы в различных ситуациях, исследуется динамика изменения этих результатов
Информационный подход	1973 г.	А. А. Денисов	
Концептуальное мета моделирование и проектирование	1990-е гг.	В. В. Нечаев, С. П. Никаноров	

**Системная наука** развивалась в рамках дисциплин:

- **Исследование операций** (военные задачи, впоследствии адаптированы под промышленность, с применением методов оптимизации, математической статистики и математического программирования)
  - **Системотехника (системная инженерия)** – задачи моделирования и проектирования больших технических систем
  - **Кибернетика** – задачи организационного управления экономическими, экологическими и социальными системами
- Сложился большой спектр дополняющих друг друга подходов от математического до философского.



**В результате имеется множество понятий «система»**

***Система – совокупность элементов, находящихся в отношениях и связях между собой и образующих определенное единство***

***Система есть особая организация специализированных элементов, объединенных для решения конкретной задачи***

***Система - сущность, которая в результате взаимодействия ее частей может поддерживать свое существование и функционирование***

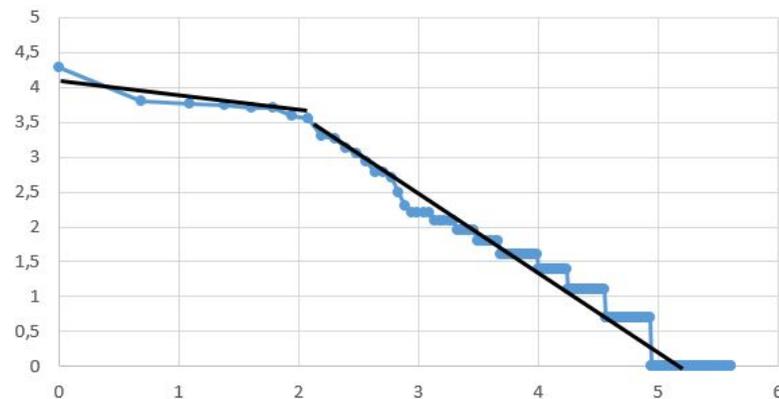
***Система – философская категория, характеризующая организацию материи и духовного мира***

## Семантический анализ термина Система

N	слово	кол-во K	ранжирование по K	ln(N)	ln(K)
1	абстрактный	5	73 элемент	0	4,290459
2	автономностью	1	45 целое	0,69314718	3,806662
3	активность	1	43 связь, связанный	1,09861229	3,7612
4	ансамбль	2	42 множество	1,38629436	3,73767
5	аспект	1	41 взаимно -связанный, -действующий	1,60943791	3,713572
6	атрибут	2	41 отношение	1,79175947	3,713572
7	большой	1	36 определение, определённый	1,94591015	3,583519
8	быть	1	35 между (ними, собой)	2,07944154	3,555348
9	ведет себя	1	27 совокупность	2,19722458	3,295837
10	вещь	5	26 объект	2,30258509	3,258097
11	взаимо -связанный, -действующий	41	23 образ, образовательобразующий	2,39789527	3,135494
12	видение	1	21 свойство	2,48490665	3,044522
13	вид	1	19 единый	2,56494936	2,944439
14	включение	1	16 находиться	2,63905733	2,772589
15	влияние	2	16 составленный, состоять	2,7080502	2,772589

Система

Выборка из 113 определений

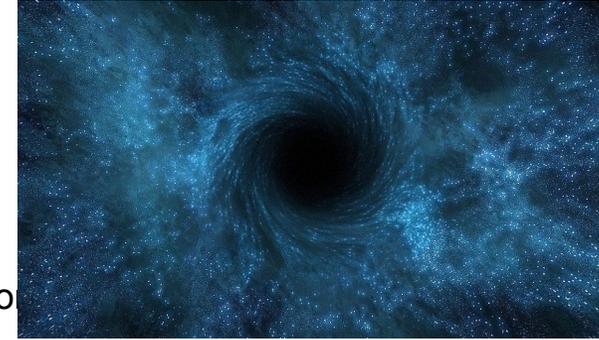


## Семантический анализ термина Система

Система - это множество элементов, взаимосвязанных между собой определёнными отношениями, которые обладают целостностью

**system (n.)** 1610s, "the whole creation, the universe," from Late Latin *systema* "an arrangement, system," from Greek *systema* "organized whole, a whole compounded of parts," from stem of *synistanai* "to place together, organize, form in order," from *syn-* "together" (see **syn-**) + root of *histanai* "cause to stand," from PIE root **\*sta-** "to stand, make or be firm."

# Основные свойства Системы



## 1. Взаимодействие со средой

Открытость – отдельные элементы системы связаны с окружающей средой

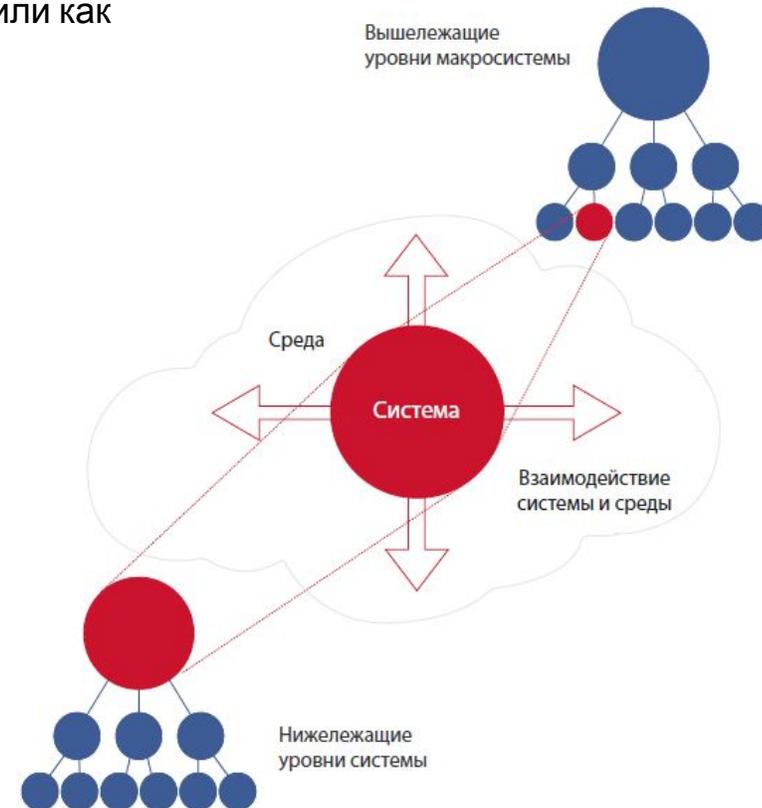
Среда — совокупность всех объектов, изменение свойств которых влияет на систему, а также тех объектов, чьи свойства меняются в результате поведения системы.

Одна и та же система может быть представлена изолированно, или как подсистема (зависит от способа описания объекта и целей исследователя)  
Какие системы можно считать закрытыми?

??? «Черные дыры»???

??? Натуральные хозяйства в экономике???

1. Система образует особое единство с окружением.
2. Любая исследуемая система представляет собой элемент системы более высокого порядка.
3. Элементы любой исследуемой системы, в свою очередь выступают как системы более низкого порядка.



# Основные свойства Системы

## 2. Целостность – внутреннее единство

**Эмерджентность** – от англ. Emerge – возникать, появляться. Это возникновение нового свойства, не существующего без объединения элементов системы

??? Как обнаружить эмерджентные свойства ???

??? Какие явления представляют собой эмерджентные свойства ???



Ураган

Большой Барьерный риф — крупнейший в мире коралловый риф, который находится в Тихом океане. Гряда насчитывает более 2900 отдельных коралловых рифов и 900 островов в Коралловом море. Большой Барьерный риф протянулся вдоль северо-восточного побережья Австралии на 2500 км и занимает площадь около 344 400 квадратных километров. Большой Барьерный риф является самым большим на Земле природным объектом, образованным живыми организмами — его можно увидеть из космоса. Структура этого рифа образована (построена) из миллиардов крошечных организмов, известных науке как коралловые полипы.

### **Эмерджентные свойства**

Водоросли и кишечнополостные животные, эволюционируя совместно, образуют систему коралловых рифов, в результате чего возникает эффективный механизм круговорота элементов питания, позволяющий такой комбинированной системе поддерживать высокую продуктивность в водах с очень низким содержанием питательных элементов



Природное чудо света и самая большая экосистема

### 3. Информационное взаимодействие

Наличие каналов связи и материальная наполненность их носителями информации.

#### Неопределенность

Неопределенность может возникать во многих случаях, она характеризуется рядом случайных факторов.

Распределение случайных факторов в некоторых случаях известно заранее, а в других случаях оно неизвестно или известно лишь случайно.

В ряде случаев, неопределенность возникает в зависимости от действий противника (в военном планировании) или конкурента (в деловой сфере).

В качестве примера, можно привести классификацию факторов, влияющих на степень неопределенности из первой работы по системному анализу,

рассматривавшей вопросы военного планирования (на схеме).

1. Неопределенность рассматривается как мера наличия информации.

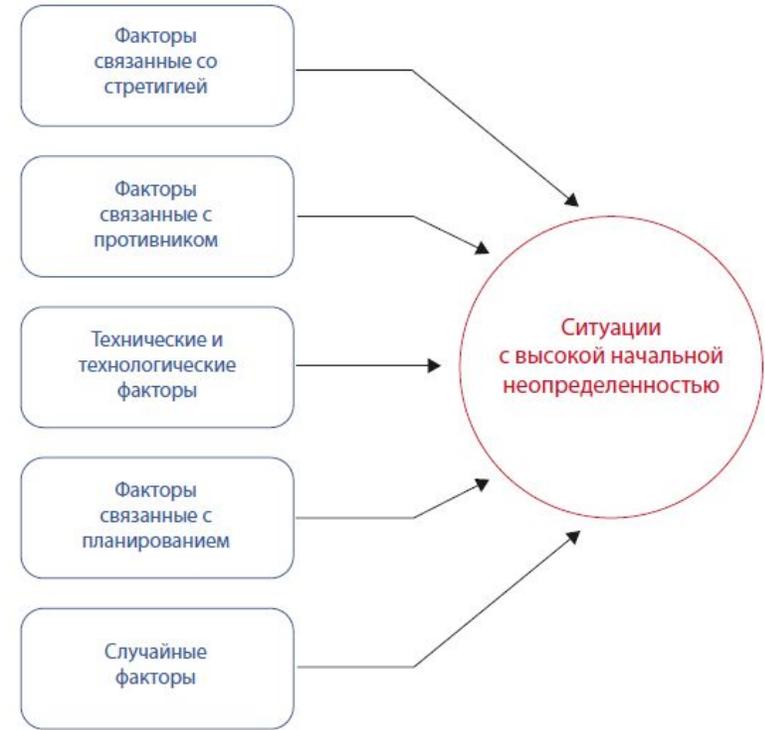
2. Неопределенность может восприниматься как возможность выбора альтернатив и множественность данного выбора (вариативность выбора).

3. Неопределенность определяет качество информации (достоверность, полнота, ценность, актуальность, ясность).

4. Неопределенность предполагает неоднозначность реализации событий, порождаемая факторами неизвестной природы.

5. Неопределенность является атрибутивным источником риска.

6. Неопределенность является естественным ограничителем управляемости и стабильности организационно-экономической системы.

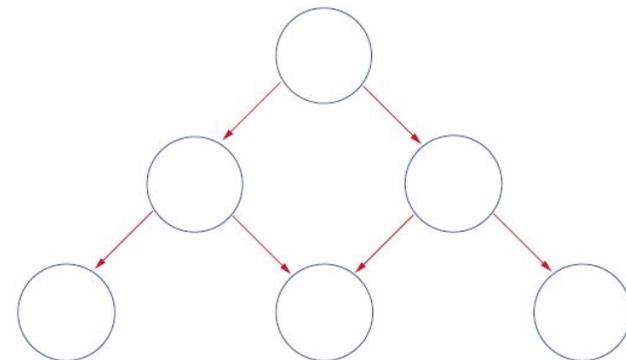


## 4. Иерархичность систем

Эта закономерность тесно связана с принципом целостности и разделения целого на части, однако также, она характеризует взаимодействие системы и её окружения или среды.

**Иерархия** — порядок подчинённости или включенности от низших звеньев к высшим и наоборот, организация их в структуру типа «дерево».

Иерархически может быть представлен как материальный уровень или процессный уровни, так и вся система в целом. Одна и та же система, представлена различными иерархическими структурами. Такое представление зависит от назначения и цели системы, методики структуризации, профессиональных навыков и опыта исследователя и ряда других обстоятельств. Каждая из иерархических структур, может быть вложенным элементом в иерархической структуре другого порядка. Относительно инженерных систем, иерархический принцип соответствует детализовке»: разбиению крупных объектов на более мелкие. В социальных структурах, соответствует принципу подчинённости нижних уровней верхним. В процессах, можно выделить подпроцессы и. т. д.

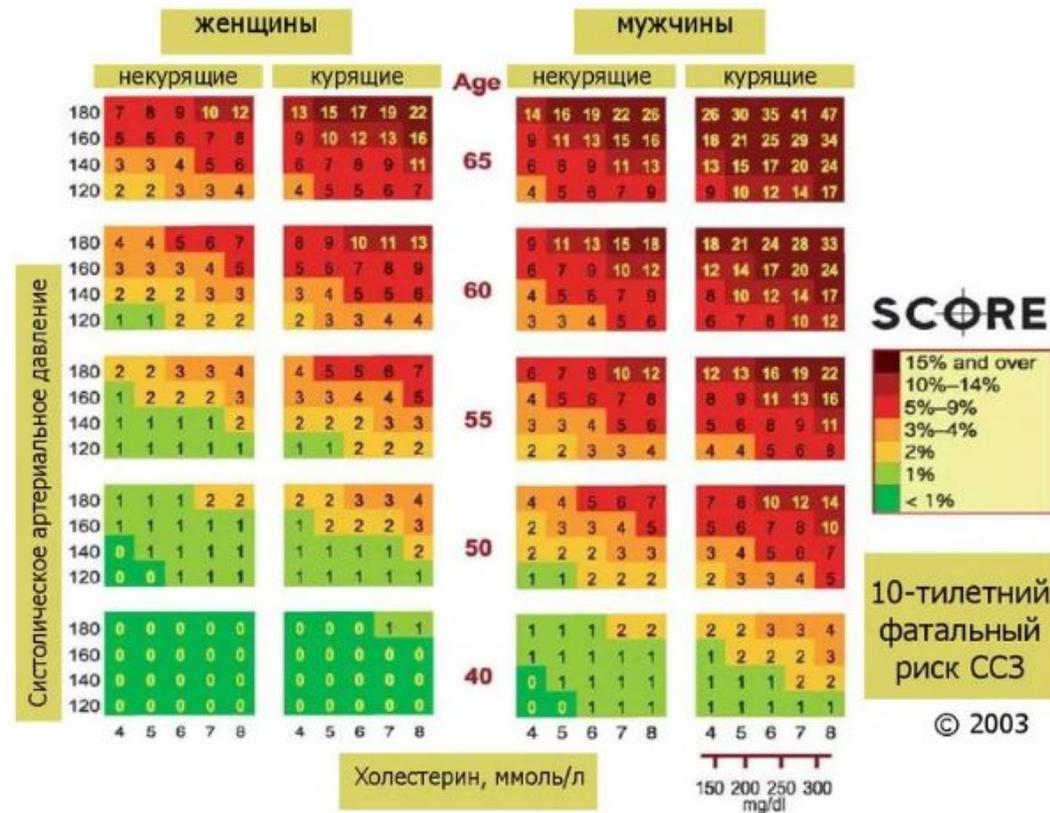


## Стратификация

*Страта* — масштабируемый уровень описания. Одна и та же система, может быть описана с позиций разного уровня абстрагирования. При описании систем, есть проблема, которая заключается в том, чтобы найти компромисс между простотой описания, которая сохраняет целостное представление об исследуемом объекте и детализацией описания, которая отражает многочисленные особенн

## Стратификация риска ССЗ

Чем ниже движение по иерархии страт, тем детальнее становится раскрытие системы. Чем выше движение по иерархии, тем яснее становится замысел и значение всей системы.



## 5. Наличие обратных связей и использование их

для саморегулирования

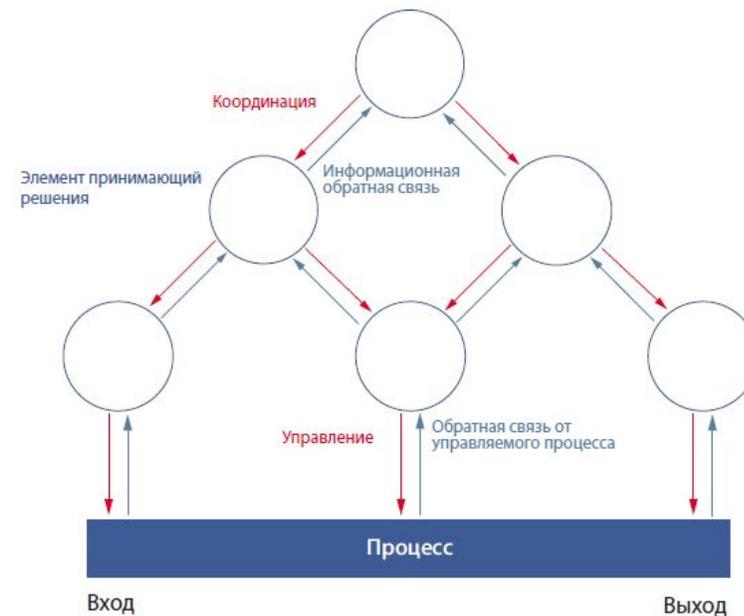
Отличает систему от простого нагромождения элементов.

Обратная связь предполагает информационное взаимодействие выхода системы (или ее фрагмента) с входом: часть выходной информации системы возвращается на ее вход и используется для выработки управляющего воздействия на последующее развитие системы.

Нет связей – нет системы

Виды:

- Усиливающая обратная связь
- Уравновешивающая обратная связь
- Упреждающая обратная связь



Усиливающая обратная связь



Упреждающая обратная связь  
уравновешивающего типа

## 6. Эквивиональность

Л. Фон Бертаманфи определяет эквивиональность как способность системы достигать состояния, которое не зависит от времени и начальных условий, а определяется исключительно параметрами системы

*Некое конечное состояние открытой системы не зависит от ее исходного состояния и определяется особенностями протекающих внутри нее процессов и характером ее взаимодействия со средой.* Есть прекрасная формула: «Мы рождаемся равными, но не одинаковыми». В одной и той же семье могут вырасти святой и разбойник. Однотипные организации, возникшие в одно и то же время, в одном и том же месте, могут быть совершенно не похожими, достигшими совершенно разных результатов. Все это примеры закона эквивиональности.

Согласно этому закону, для открытых систем всегда существует не один, а несколько способов достижения одного и того же результата, одного и того же состояния. Этот закон позволяет понять, что открытость системы не только таит опасности для ее выживания, но и создает возможности использования среды, ее элементов, ее изменений для развития самой организации. Среда огромна, в ней множество такого, что может стать ресурсами для собственного развития организации, для изменений внутри нее или для получения желаемого результата.

??? Чем определяется эквивиональность ???

- Промышленного предприятия
- Региона
- Государства

Классификация систем  
По принципу отношения  
системы к человеку

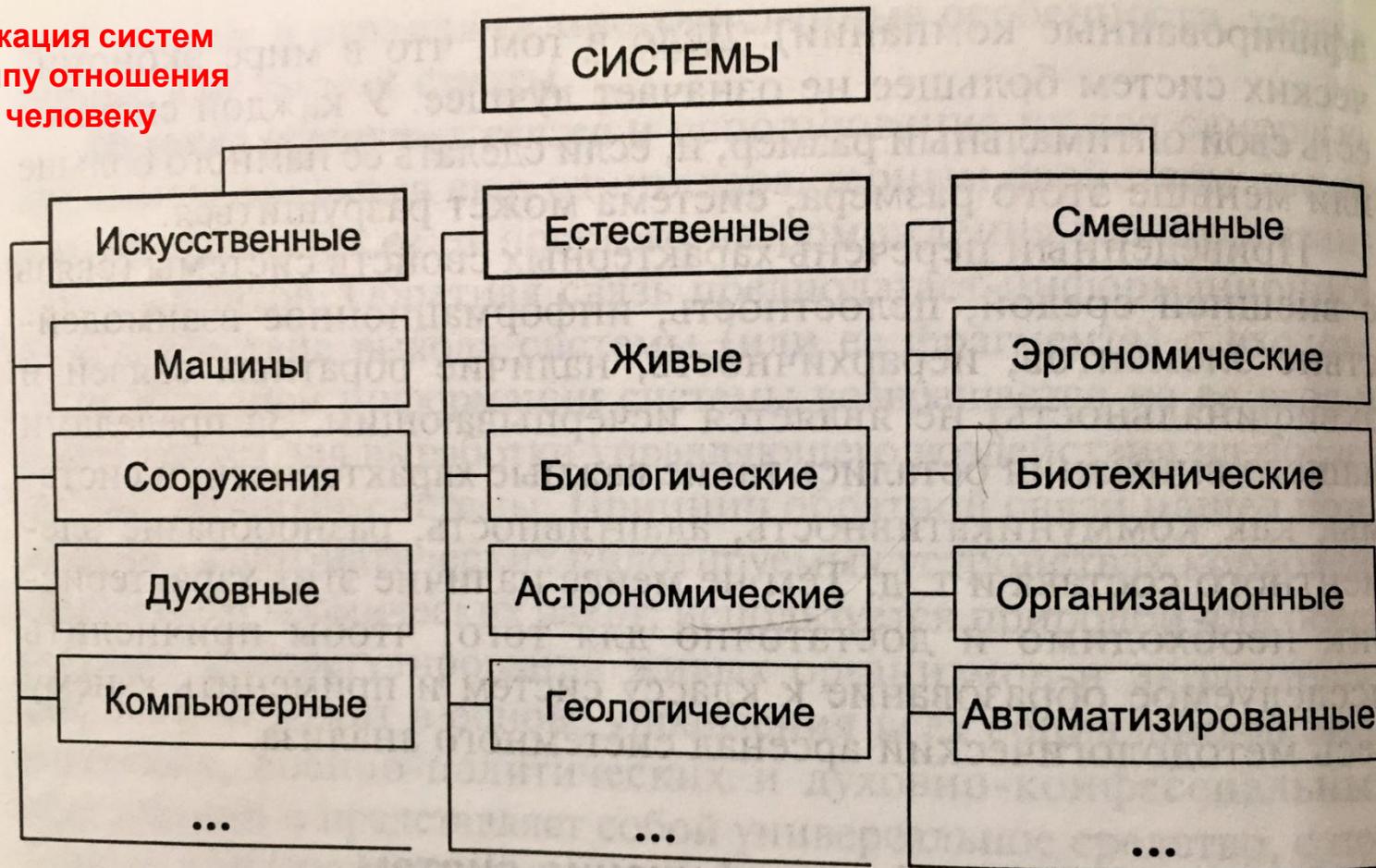


Рис. 3.1. Базовая классификация систем

## Классификация систем

Признак	Классификация
Тип используемых величин	Физические и абстрактные (концептуальные)
??? язык, язык программирования, система чисел, система уравнений???	
Элементы системы	Объекты – технические системы; субъекты – социальные системы; понятия+объекты+субъекты – организационно-технические (или человеко-машинные или большие технические)
??? энергетическая система; хоккейная команда, компьютер; партия; университет; фирма; транспортная система???	
Тип элементов	Естественные и искусственные (созданные людьми) Живые и неживые
Приведите примеры: естественных живых систем, естественных неживых; искусственных живых, искусственных неживых	
??? дерево, животное, человек, солнечная система; горная система, водная система, социальная система, ГМО, техническая система???	
Изменчивость свойств	Статические и динамические
??? техническая система, организационно-техническая система, социальная система???	
Число величин, элементов, связей	Конечное число величин – ограниченные системы; любое из множеств бесконечно – неограниченные системы
??? физические системы; абстрактные системы???	

Таким образом, представляют интерес следующие классификации:

- По описанию входных и выходных потоков  $X$  и  $Y$ ;
- По типам оператора системы  $S$ ;
- По способу управления  $U$ ;
- По ресурсному обеспечению управления

## Классификация по описанию входных и выходных потоков

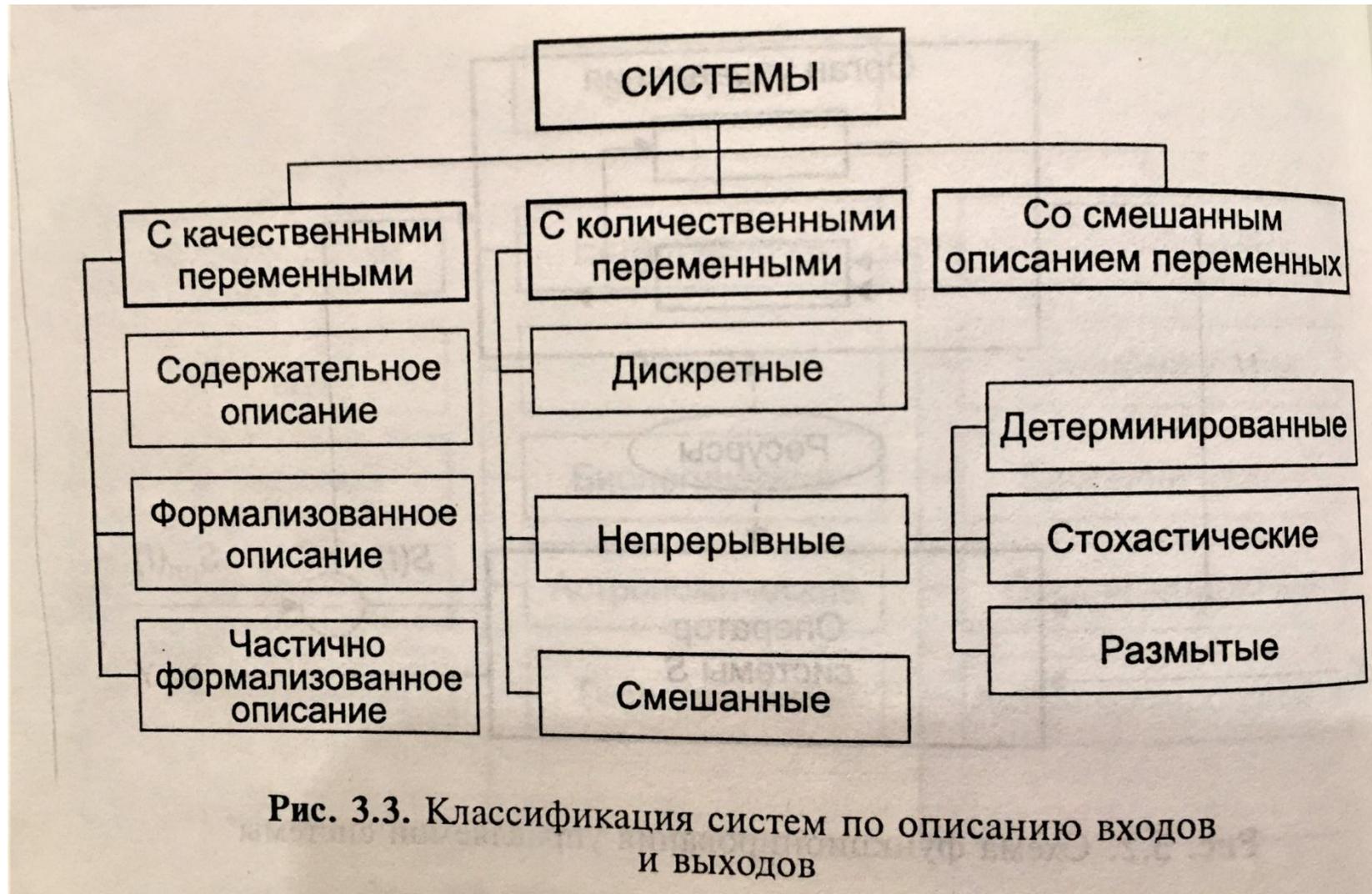


Рис. 3.3. Классификация систем по описанию входов и выходов

## Классификация по типам оператора системы

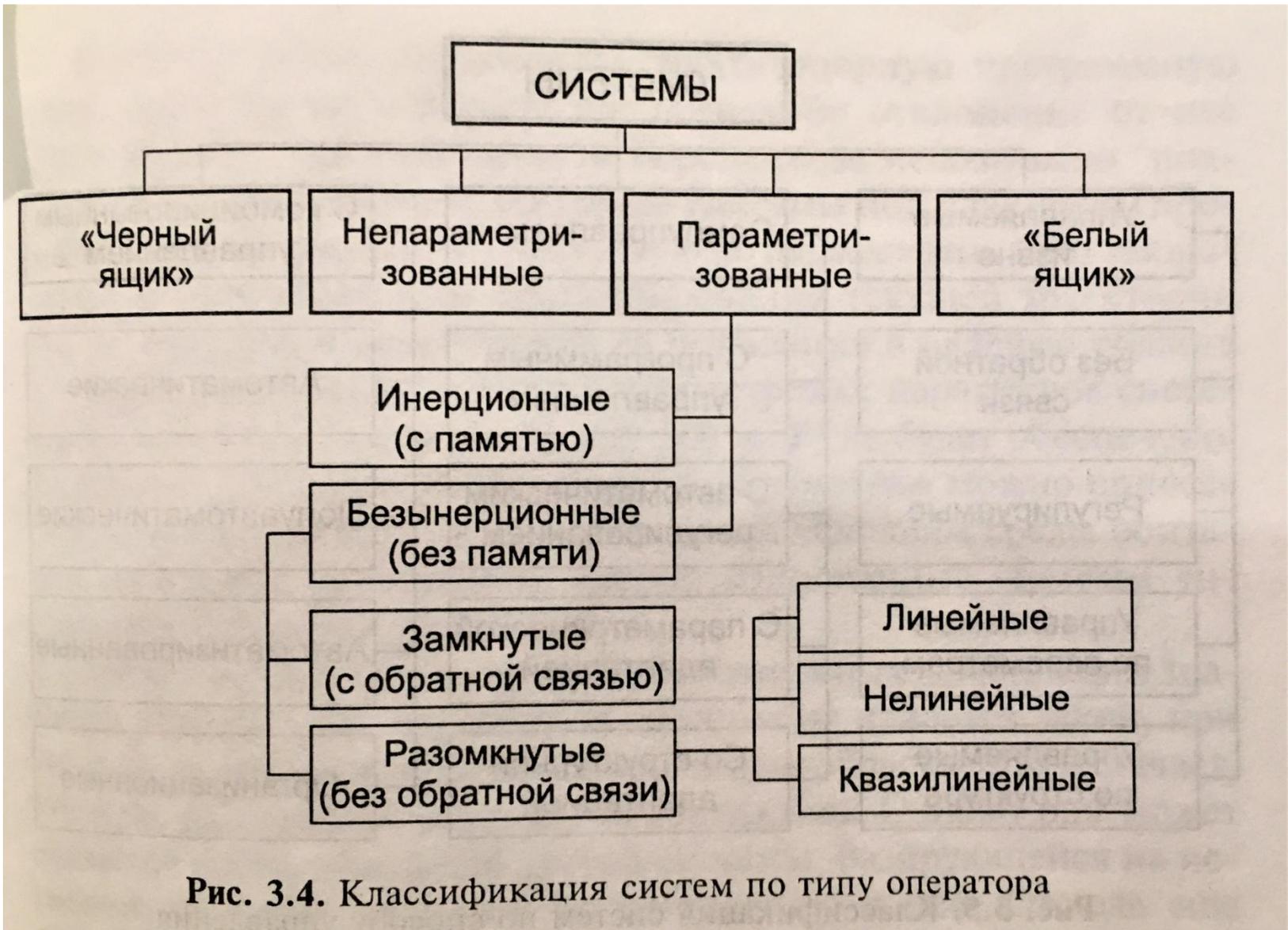


Рис. 3.4. Классификация систем по типу оператора

**Классификация по способу управления**

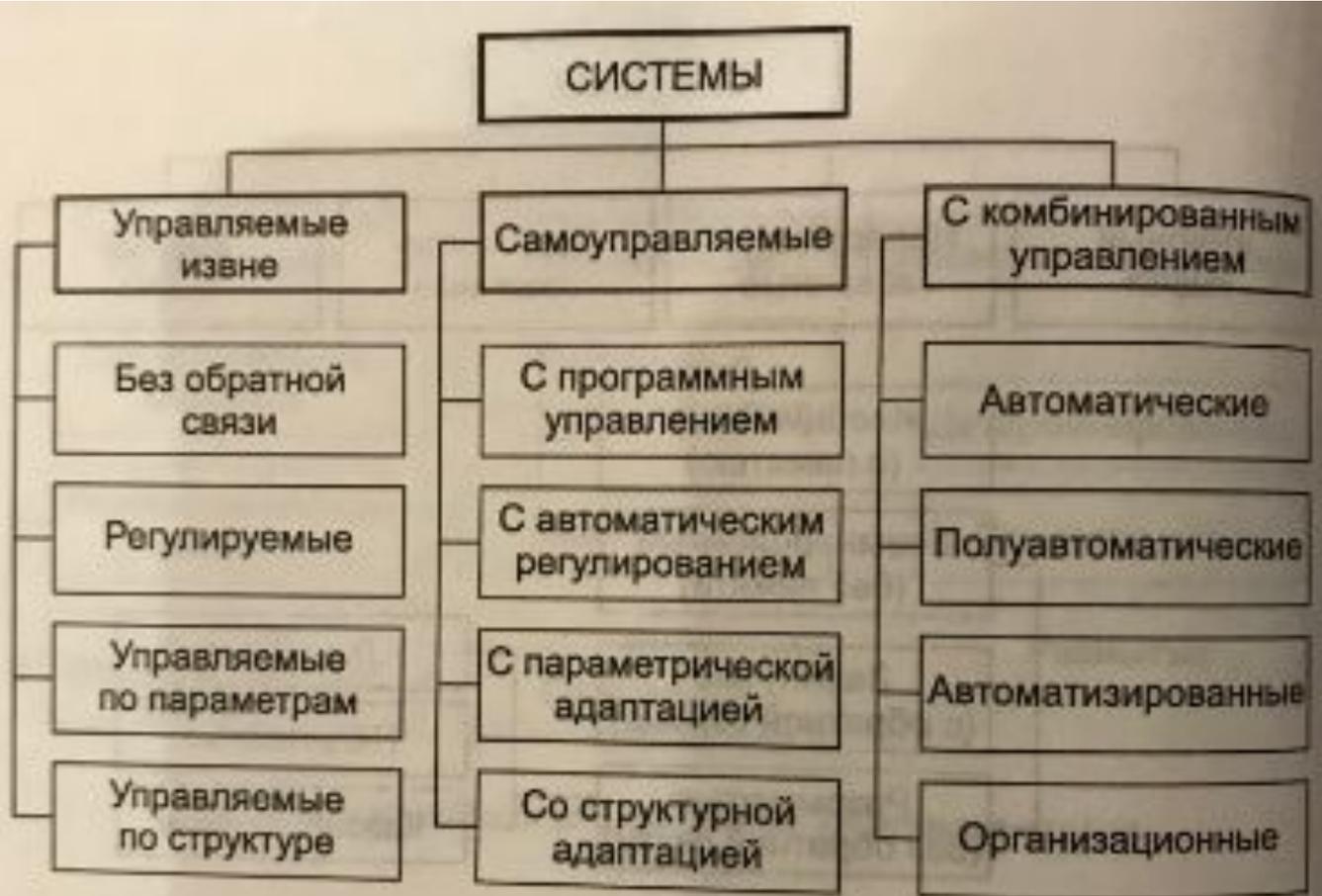


Рис. 3.5. Классификация систем по способу управления

# Проблема





