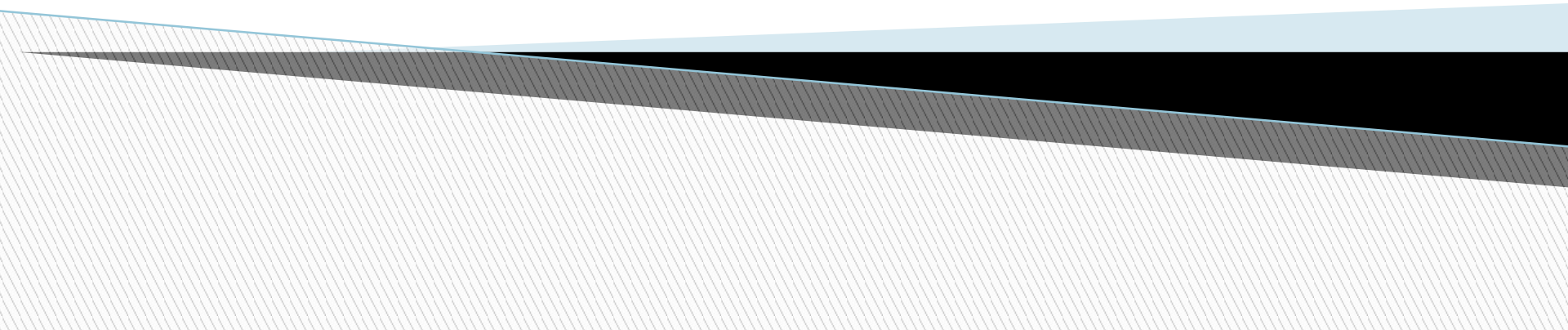


# **Раздел №1 Основные положения теории систем и системного анализа**

1.1. История зарождения  
и развития системного подхода



# Этапы развития человечества

Таблица 1.1

Этапы развития человечества

Период	Тип мышления	
Номо Sapiens – начало нашей эры	Эмпирическое	
1000 г. до н. э. – XVIII в.	Религиозное	
XVIII в. – настоящее время	Научное	
	Механистическое (основа – механика Ньютона) (XVIII в. – середина XX в.)	Системное (основа – системный анализ) (середина XX в. – настоящее время)

# История зарождения и развития системного подхода

Таблица 1.2

История развития системного подхода

Автор	Труд	Вклад
М. А. Ампер	Опыт философии наук, или аналитическое изложение классификации всех человеческих знаний (ч. 1, 1834; ч. 2, 1843)	Первым в явной форме поставил вопрос о научном подходе к управлению сложными системами, какой, например, является общество. Выделил специальную науку об управлении государством и назвал ее кибернетикой. «Эту науку я называю кибернетикой от греческого слова <i>k i b e r n e t i k h</i> , обозначающего сперва искусство управления кораблем, а затем постепенно получившее у греков более широкое значение искусства управления вообще».
Б. Трентовский – польский философ	Отношение философии к кибернетике как искусству управления народом (1843)	Ставил целью построение научных основ практической деятельности руководителя (кибернета). «Применение искусства управления без серьезного изучения соответствующей теории подобно врачеванию без глубокого понимания медицинской науки»
А. А. Богданов (Малиновский)	Всеобщая организационная наука (тектология). В 3 т. (1911–1925)	Идея Богданова состояла в том, что все объекты и процессы имеют определенный уровень организованности. Тектология должна изучать общие закономерности организаций для всех уровней. Он отмечает, что уровень организации тем выше, чем больше свойства целого отличаются от простой суммы свойств его частей. Основное внимание уделяется закономерностям развития организации, рассмотрению соотношений устойчивого и изменчивого, значению обратных связей, роли открытых систем. Особый интерес представляют динамические аспекты тектологии, где анализируются кризисы как переход структуры организации в новое качественное состояние. Он подчеркивал роль моделирования и математики при решении задач тектологии.

# История зарождения и развития системного подхода

Продолжение табл. 1.2

Автор	Труд	Вклад
Н. Винер	Кибернетика (1948)	<p>Первоначально определил кибернетику как науку об управлении и связи в животных и машинах, но в последующих изданиях он расширяет свои выводы до процессов в обществе</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– наука об управлении сложными динамическими системами (А. И. Берг)</li> <li>– наука о системах, воспринимающих, хранящих и использующих информацию (А. Н. Колмогоров)</li> </ul>
Людвиг фон Берталанфи (австрийский биолог)	Общая теория систем (1950)	<p>Пытался создать общую теорию систем любой природы на основе структурного сходства законов различных дисциплин. Самым заметным достижением Л. Берталанфи является введение понятия открытой системы. Если Винер рассматривал только внутрисистемные связи, то Берталанфи изучал обмен системы со средой веществом, энергией и информацией (негэнтропией). В открытой системе устанавливается динамическое равновесие, которое направлено вопреки второму закону термодинамики в сторону усложнения организации за счет ввода негэнтропии извне. Развитие происходит путем перехода к новому внутреннему равновесию системы, затем периоду стабильности и накопления ресурсов для новой перестройки и т. д. Выделил три вида системных исследований:</p> <p>Инженерия систем, т. е. научное планирование, проектирование, оценка и конструирование систем «человек–машина».</p> <p>Исследование операций, т. е. научное управление существующими системами людей, машин, материалов, веществ, денег и т. п.</p> <p>Человеческая инженерия, т. е. научная адаптация систем, и особенно машин, для получения максимальной эффективности при минимальных затратах.</p>

# История зарождения и развития системного подхода

*Окончание табл. 1.2*

Автор	Труд	Вклад
И. Р. Пригожин (Бельгия), физик и химик	Лауреат Нобелевской премии по химии (1977)	Исследуя термодинамику неравновесных физических систем, он понял, что обнаруженные им закономерности относятся к системам любой природы. Его основные результаты связаны с самоорганизацией систем.
Д. Хикс, Р. Солоу, В. Леонтьев, П. Самуэльсон	Лауреаты Нобелевской премии по экономике	Методы математического моделирования экономики
Л. В. Канторович	Математические методы организации и планирования производства (1939), Лауреат Нобелевской премии	Математические методы поиска оптимального решения получили в России название «математическое программирование». За рубежом более популярно название «исследование операций» или «оптимальное планирование»

Современные направления развития теории систем и системного анализа

# Современные направления развития теории систем и системного анализа

Направление	Наиболее известные ученые
Теория систем	Л. фон Берталанфи, Дж. ван Гиг, М. Месарович, В. Г. Афанасьев, В. С. Тюхтин, В. Н. Садовский, А. И. Уёмов, Ю. А. Урманцев и др.
Системный подход	И. В. Блауберг, Э. Г. Юдин, С. П. Никаноров, Э. Квейд, С. Янг и др.
Системология	И. Б. Новик, В. Т. Кулик, Б. С. Флейшман, Б. Ф. Фомин и др.
Системный анализ	С. Оптнер, Д. Клиланд, В. Кинг, Н. Н. Моисеев, Ю. И. Черняк, Е. П. Голубков, 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.
Системотехника	Г. Гуд, Р. Макол, Ф. Е. Темников, А. Холл, Г. Честнат, В. В. Дружинин, Д. С. Конторов, В. И. Николаев
Информационный подход к анализу систем	А. А. Денисов
Ситуационное моделирование	Д. А. Пospelов, Ю. И. Клыков, Л. С. Болотова (Загадская)
Синергетика	И. Пригожин, Г. Хакен
Кибернетика	Н. Винер, У. Р. Эшби, А. И. Берг, Л. П. Краймер, М. Б. Игнатъев, Л. Т. Кузин, Л. А. Растринин, Н. Е. Кобринский, Е. З. Майминас и др.
Исследование операций	У. Черчмен, Р. Акофф, М. Сасени, Т. Саати, Е. С. Вентцель и др.

# Определение системного анализа:

- Системный анализ – это кибернетика без математики, формализованный здравый смысл, предпроектная стадия в разработках и предмодельная стадия в научных исследованиях.
- Известный русский ученый Н. В. Тимофеев-Ресовский дал такое определение: «*Системный анализ*, это когда сначала думают, а потом делают».

# Определение системного анализа:

- Системный анализ – совокупность методологических средств, используемых для подготовки и обоснования решений по сложным проблемам экономического, политического, социального и военного характера.
- Системный анализ – методика улучшающего вмешательства в проблемную ситуацию.
- Системный анализ – совокупность научных методов и практических приемов решения сложных проблем: экономических, технических, социально-политических и других.



# Определение системного анализа:

- Системный анализ – способ более эффективного использования знаний, опыта и интуиции специалиста в процессе постановки целей и принятия решений по возникающим проблемам.
- Системный анализ – методология в помощь руководителю, принимающему решение, в выборе целесообразного курса действий путем систематического изучения конкретных целей, а также количественного сравнения затрат, определения эффективности принимаемого решения и степени риска, которые связаны с каждой из выбранных альтернатив решения.
- Системный анализ – методология решения нечетко поставленных проблем и выявления соответствующих им объектов исследования и преобразования. Неопределенность в постановке проблем, незаданность объектов исследования и преобразования – исходный пункт системного анализа, а его цель – их уточнение и определение.

# Полезность системного анализа

- в большем понимании и проникновении в суть проблемы: практические усилия выявить взаимосвязи и количественные ценности помогут обнаружить скрытые точки зрения за теми или иными решениями;
- в большей точности: более четкое формулирование целей, задач и т. п. снизит, хотя и не устранит, неизбежно не ясные стороны многоплановых целей;
- в большей сравнимости: анализ (политика) может быть осуществлен таким образом, что планы для одной страны или района могут быть с пользой увязаны и сравнены с планами и политикой в отношении других районов; при этом можно выявить общие элементы;
- в большей полезности, эффективности: разработка новых методов должна привести к распределению денежных ресурсов более упорядоченным образом и должна оказать помощь в проверке ценности интуитивных суждений.

# Трудности применения системного анализа

- многие факторы, имеющие фундаментальное значение, не поддаются количественной обработке и могут быть упущены из рассмотрения или умышленно оставлены для последующего рассмотрения, а потом забыты. Иногда им может придаваться неправильный вес в самом анализе либо в решении, основанном на таком анализе;
- исследование может внешне выглядеть до такой степени научным и количественно точным, что ему может быть приписана совершенно не оправданная обоснованность, несмотря на то, что она включает много субъективных суждений;
- системный анализ находится на начальной стадии своего развития, его методологию еще никак нельзя назвать устоявшейся, а практическая применимость и эффективность во многом зависят от совершенства экономических, математических, логических методов и уровня конкретных знаний о сложнейших общественно-политических и социально-экономических процессах, от возможностей получения соответствующей информации о них.

# **Раздел №1 Основные положения теории систем и системного анализа**

1.2. Системы, их строение и функционирование



# Системный подход

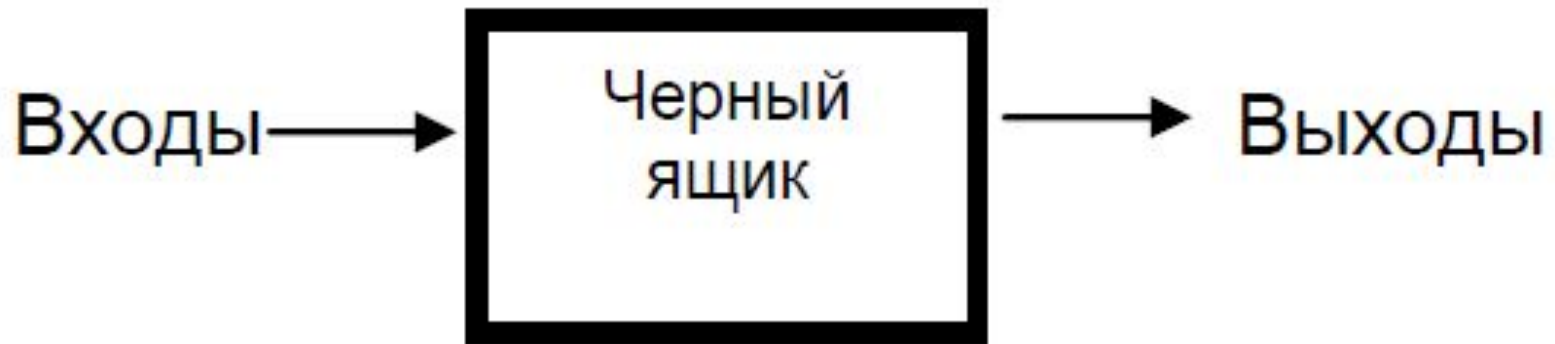
- это методология рассмотрения сложных объектов и проблем как систем, выделение элементов, их отношений, целостное их рассмотрение. Суть системного подхода – комплексное изучение объекта как единого целого с помощью представления его в виде системы.

# Система есть средство достижения цели

- Указание текущего времени в произвольный момент – часы.
- Передача звуковой и зрительной информации на расстояние – телевидение.
- Перемещение населения внутри большого города – метро.

# Модель черного ящика

- максимально простая модель, подчеркивает два системных свойства: целостность и обособленность от среды



**Рис. 1.1.** Система как «черный ящик»

# Третье определение системы

- система есть совокупность элементов, объединенных общей функциональной средой и целью функционирования.
  
- *элемент* – это предел членения системы с точки зрения аспекта рассмотрения, решения конкретной задачи, поставленной цели.



# Компоненты и подсистемы

- Понятие *подсистема* подразумевает, что выделяется относительно не зависящая часть системы, обладающая свойствами системы, и в частности имеющая подцель, на достижение которой ориентирована подсистема, а также другие свойства – целостности, коммуникативности и т. п., определяемые закономерностями систем.
- Если же части системы не обладают такими свойствами, а представляют собой просто совокупности однородных элементов, то такие части принято называть *компонентами*.

# Связь

- Понятие «связь» входит в любое определение системы и обеспечивает возникновение и сохранение ее целостных свойств. Это понятие одновременно характеризует и строение (статику), и функционирование (динамику) системы.

# Структура системы

- связей, по которым обеспечивается энерго-, массо- и информационный обмен между элементами системы, определяющая функционирование системы в целом и способы ее взаимодействия с внешней средой.
- Часто такую структурную схему выполняют в виде графа. При этом элементы являются вершинами графа, а ребра обозначают связи. Если выделены направления связей, то граф является ориентированным. В противном случае граф неориентированный.

# Цель

- связей, по которым обеспечивается энерго-, массо- и информационный обмен между элементами системы, определяющая функционирование системы в целом и способы ее взаимодействия с внешней средой.
- Часто такую структурную схему выполняют в виде графа. При этом элементы являются вершинами графа, а ребра обозначают связи. Если выделены направления связей, то граф является ориентированным. В противном случае граф неориентированный.

определение системы представим  
следующим образом:

$$S \equiv \langle A, R, Z \rangle,$$

где

- $A$  – элементы;
- $R$  – отношения между элементами;
- $Z$  – цель.

# В. Н. Сагатовский

▣ *система* – «конечное множество функциональных элементов и отношений между ними, выделенное из среды в соответствии с определенной целью в рамках определенного временного интервала»:

$$S \equiv \langle A, R, Z, SR, DT \rangle$$

где

- A – элементы;
- R – отношения между элементами;
- Z – цель;
- SR – среда;
- DT – время.

# Ю. И. Черняк

- Система есть отражение в сознании субъекта (исследователя, наблюдателя) свойств объектов и их отношений в решении задачи исследования, познания»:

$$S \equiv \langle A, R, Z, N \rangle$$

где

- A – элементы;
- R – отношения между элементами;
- Z – цель;
- N – наблюдатель..

# Ю. И. Черняк, продолжение

- Система есть отображение на языке наблюдателя (исследователя, конструктора) объектов, отношений и их свойств в решении задачи исследования, познания :

$$S \equiv \langle A, R, Z, N, LN \rangle$$

где

- A – элементы;
- R – отношения между элементами;
- Z – цель;
- N – наблюдатель;
- LN – язык наблюдателя.



# Понятия, характеризующие функционирование и развитие системы

- ▣ **Состояние.** Понятием «*состояние*» обычно характеризуют мгновенную фотографию, «срез» системы, остановку в ее развитии.
- ▣ **Поведение.** Если система способна переходить из одного состояния в другое, то говорят, что она обладает поведением.
- ▣ **Равновесие.** Понятие «равновесие» определяют как способность системы в отсутствие внешних возмущающих воздействий (или при постоянных воздействиях) сохранять свое состояние сколь угодно долго.
- ▣ **Устойчивость.** Под устойчивостью понимают способность системы возвращаться в состояние равновесия после того, как она была из этого состояния выведена под влиянием внешних (или в системах с активными элементами – внутренних) возмущающих воздействий.

# Классификация систем

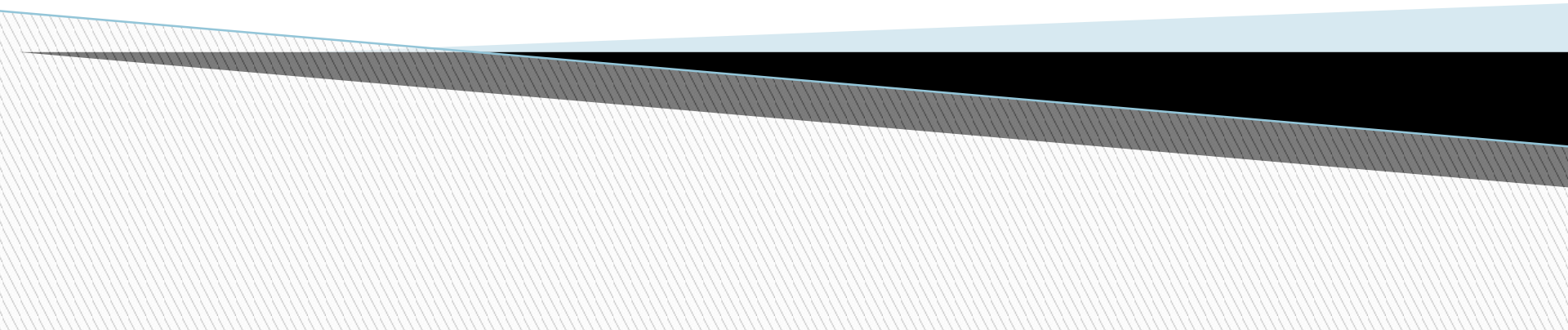
Таблица 1.4

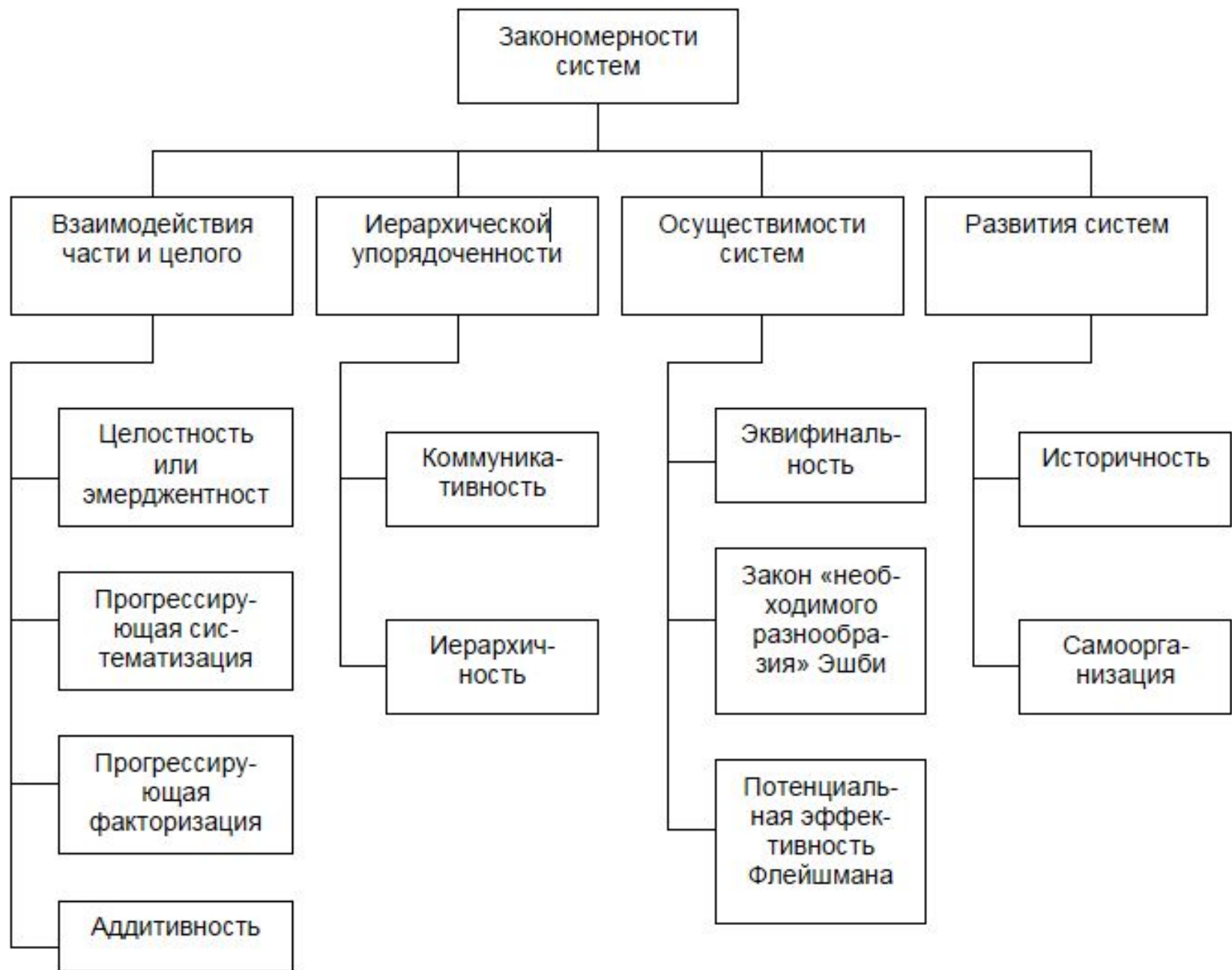
Признаки и виды систем

Признак	Вид системы
Природа объекта	Естественные Искусственные – реальные – абстрактные
Характер взаимоотношений со средой	Открытые (непрерывный обмен) Закрытые (слабая связь)
Причинная обусловленность	Детерминированные Вероятностные
Характер элементов	Экономические, социальные, технические, политические, биологические
Степень организованности	Хорошо организованные Плохо организованные Самоорганизующиеся
По отношению ко времени	Статические Динамические
По степени сложности	Малые и Большие Простые и Сложные
По однородности элементов	Гомогенные Гетерогенные

# **Раздел №1 Основные положения теории систем и системного анализа**

## 1.3. Закономерности функционирования и развития систем





**Рис. 1.2. Закономерности систем**

# Закономерности иерархической упорядоченности систем

- Коммуникативность.
- Иерархичность.
- Эквивиальность.
- Закон «необходимого разнообразия».
- Закономерность потенциальной эффективности.
- Закономерности развития систем.
- Историчность.
- Закономерность самоорганизации.

# Закономерности целеобразования

- Закономерности возникновения и формулирования целей.
- Зависимость представления о цели и формулировки цели от стадии познания объекта (процесса) и от времени.
- 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

- Зависимость способа представления целей от стадии познания объекта.
- Проявление в структуре целей закономерности целостности.
- Закономерности формирования иерархических структур целей.

# Проектное задание

- Рассмотрите основные классы систем, выявите их особенности, для каждого класса систем определите наиболее подходящие методы изучения и оценки.