

# КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

## «Управление социально-техническими системами»



- подумай



- запиши, нарисуй



- почитай, изучи



- запомни

Кафедра «Организация перевозок  
и дорожного движения» ДГТУ



- обрати внимание

доц. Поздняков М.Н.



- посмотри



- перейди



- напиши со слов лектора,  
дополни

# Глоссарий

## Литература



Гудков В. А. Управление техническими системами : учеб. пособие: Ч. 1 / В. А. Гудков, С. А. Ширяев, А. А. Раюшкина ; ВолгГТУ. - Волгоград : РПК "Политехник", 2000. - 64 с.

Абрамов, А.В., Месхи, Б.Ч. Управление техническими системами: Учеб. пособие Ростов н/Д.: , 2001

<https://ntb.donstu.ru/content/upravlenie-tehnicheskimi-sistemami>



Е.Г. Лазарев Теория транспортных процессов и систем: учебное пособие, РГСУ, 2013

Трифонова Г.О. Управление техническими системами: учеб. пособие / Г.О. Трифонова, В.В. Буренин, О.И. Трифонова. – М.: МАДИ, 2019. – 192 с.



## Общие понятия об управлении



Существует ... большое количество определений управления. Это свидетельствует о том, что деятельность связанная с управлением присутствует во многих (если не во всех) сферах деятельности человека. Раскроем и охарактеризуем некоторые из них.

**Управление** – это целенаправленное изменение объекта управления для наилучшего выполнения им определенных задач

**Управление** – это определенная организация любого процесса, которая обеспечивает получение желаемого результата

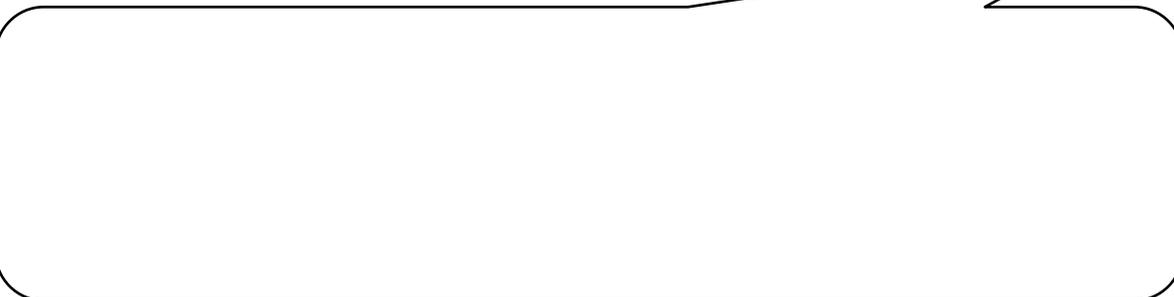
**Управление** – это совокупность управляющих воздействий направленных на то, чтобы действительный ход процесса соответствовал желаемому

Управление предполагает ... наличие объекта управления (или группы объектов) и субъекта управления.

В зависимости от вида и масштаба системы к объектам управления могут относиться: предприятия, технологический процесс, организационные и экономические системы, машины, механизмы и др.

Субъект управления (аппарат управления, система управления) ... выполняет совокупность операций по обеспечению нормальной работы элементов объекта управления в соответствии с избранной целью.

Система управления – это орган, систематически или по мере необходимости вырабатывающий управляющие воздействия

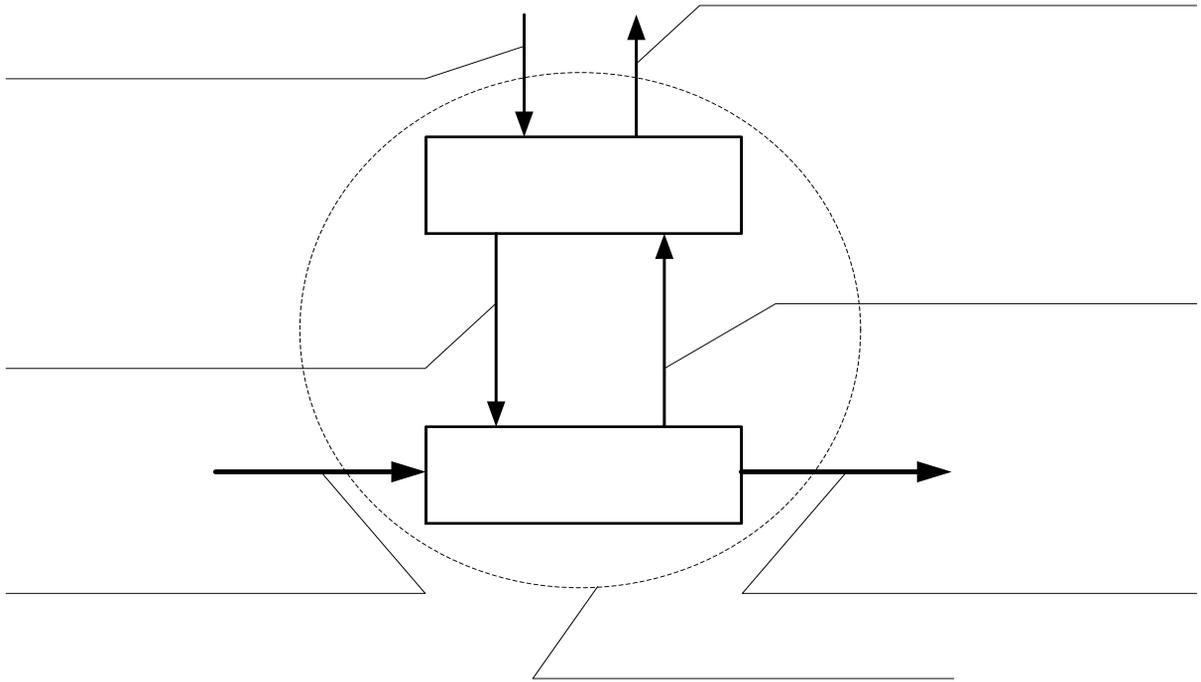




## Общие понятия об управлении

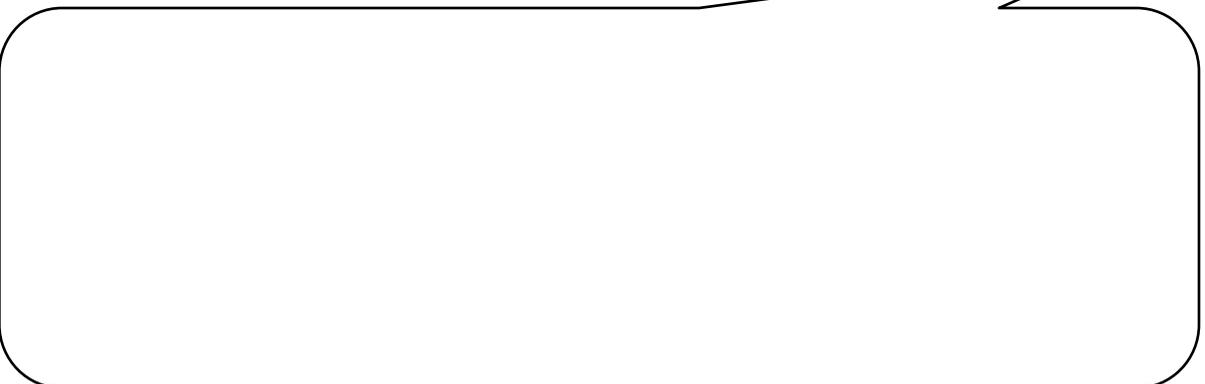


**Процесс управления** – это целенаправленное воздействие управляющей системы на объект или объекты управления и использующей, главным образом, информационный поток



**Объект управления** – это то, на что направлено управляющее воздействие (транспортное средство, транспортный поток).

**Субъект управления** – это орган, систематически или по мере необходимости выполняющий управляющие воздействия для обеспечения штатной работы объекта управления





## Общие понятия об управлении



При управлении любым процессом необходимо:

- Знать законы развития процессов управления и цель управления
- Уметь анализировать информацию, необходимую для управления и принимать решения о необходимых действиях
- Исполнять принятые решения

Различают автоматическое, автоматизированное и неавтоматизированное управление.

При **автоматическом** управлении... роль человека в процессе управления сводится к нулю. Подобные системы с высоким интеллектом достаточно сложны, дороги и очень надежны.

В **автоматизированных** системах ... ключевые решения принимает человек. Но какие-то решения реализуются в автоматическом режиме под непосредственным контролем человека.

Преобладание автоматизированных систем над автоматическими объясняется экономической целесообразностью первых и чрезвычайной сложностью последних. Это означает, что в некоторых случаях вполне достаточно и автоматизированных систем, но в других научно-технический прогресс пока не способен обеспечить появление и разработку таких систем.

**Неавтоматизированное управление** ... предполагает только участие человека в разработке и реализации управляющих воздействий.

Очень редко... встречаются «чистые системы», т.е. системы только с одним способом управления. В большинстве случаев присутствует сочетание несколько способов управления. Большинство современных технических систем можно считать автоматизированными. Развитие кибернетики и научно-технический прогресс способствуют увеличению доли автоматических систем и автоматизированных систем с элементами автоматического управления.



## Контрольные вопросы



1. Перечислите три компонента любой системы управления

Ответ:

2. В чем преимущество автоматических систем над автоматизированными?

Ответ:

### Задание для самостоятельной работы

1. Приведите примеры автоматических и автоматизированных систем в технике, на транспорте и др.:

- 
- 
- 
- 
- 
- 
-



## Системы. Общие сведения



В переводе с греческого, «система» означает целое, составленное из частей соединение

**Система** – совокупность закономерно связанных между собой элементов (предметов, явлений, взглядов, знаний, механизмов, организаций и т.п.), составляющих определенное целостное единство.

**Естественные** – системы, созданные природой (*примеры ...*)

**Искусственные** – системы, созданные человеком (*примеры ...*)

**Технические системы** – машины, механизмы, приборы, производства

**Общественные системы** – социальные, экономические, организационные, административные (объект – отношения между людьми)

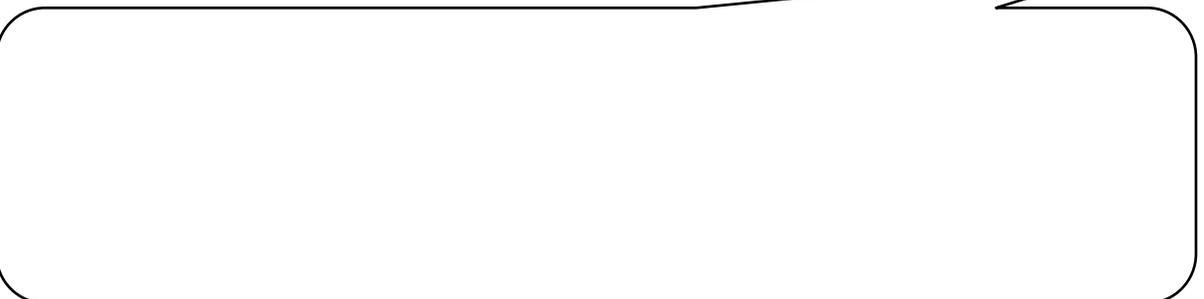
**Абстрактные системы** – продукт человеческого мышления (система знаний и др.)

**Простые, большие** – системы со значительным или большим количеством параметров

**Адаптивные системы** – приспосабливаются к внешним условиям (рыночная экономика)

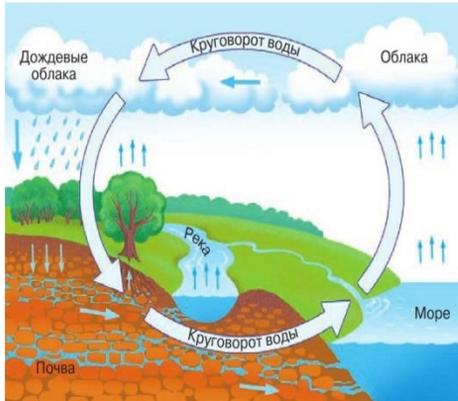
**Детерминированные** – системы, результат функционирования которых определенно предсказуем

Приведенная классификация систем достаточно полно отражает разнообразные виды систем, а представленная характеристика создает необходимое представление о них



# Естественные системы. Общие сведения. Примеры

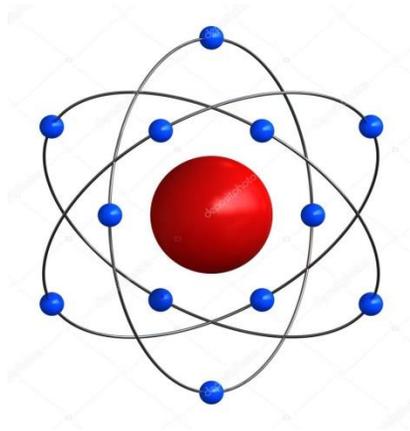
## Круговорот воды в природе



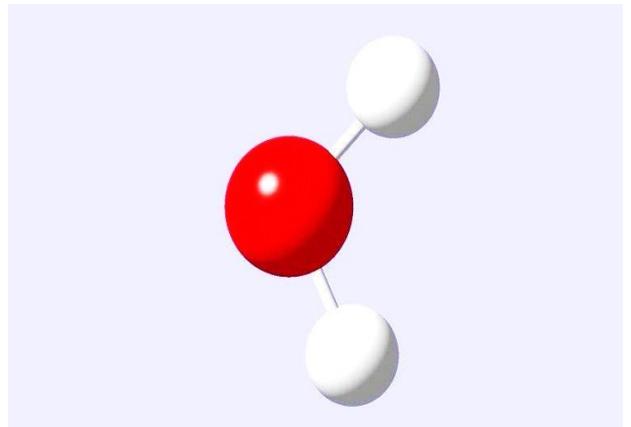
## Солнечная система



## Атомная система



## Молекулярная система



# Искусственные системы. Общие сведения



Искусственные системы –  
системы, созданные человеком



Технические  
системы (машины,  
механизмы, ...)



Экономические  
системы  
(банковская ...)



## Социальные системы

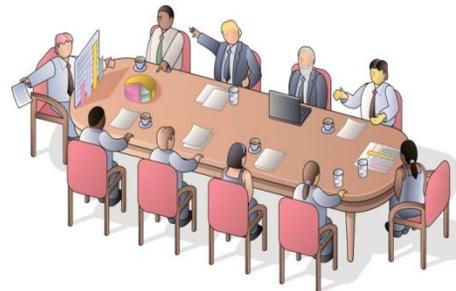
Семья



Группа  
студентов



Трудовой  
коллектив





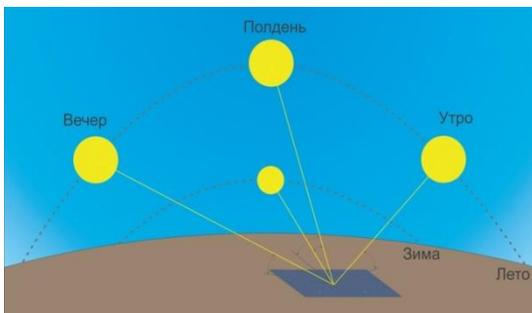
# Классификация систем



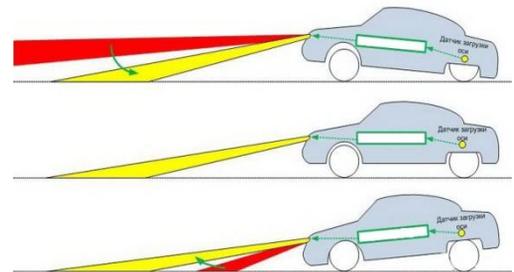
## Примеры систем



### Детерминированная система



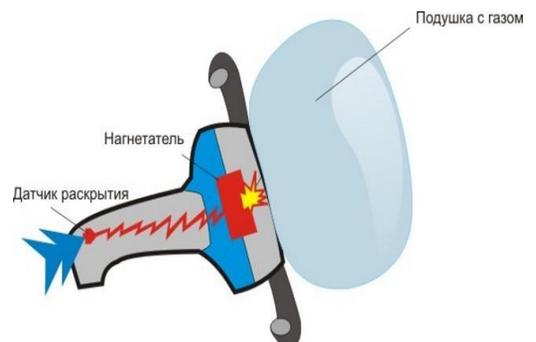
### Замкнутая система



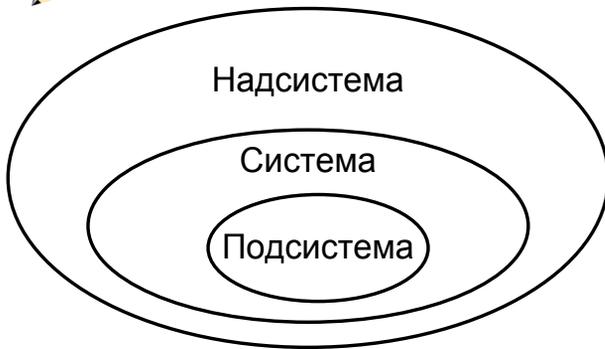
### Стохастическая система

22.09 Пт	23.09 Сб	24.09 Вс	25.09 Пн	26.09 Вт
+17°	+20°	+19°	+16°	+17°
+6°	+7°	+7°	+7°	+5°

### Разомкнутая система

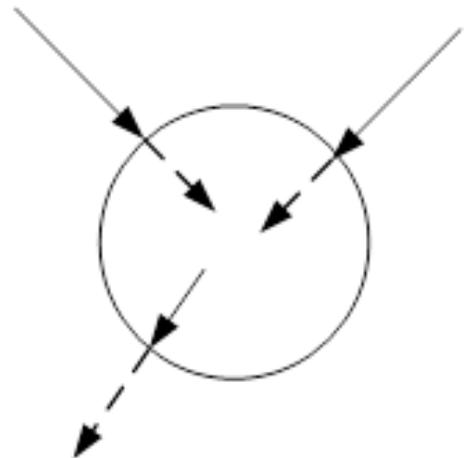
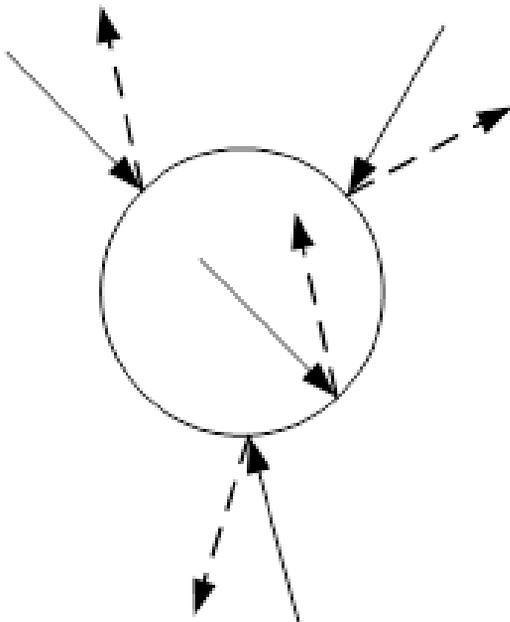


# Характеристика систем



Изолированные

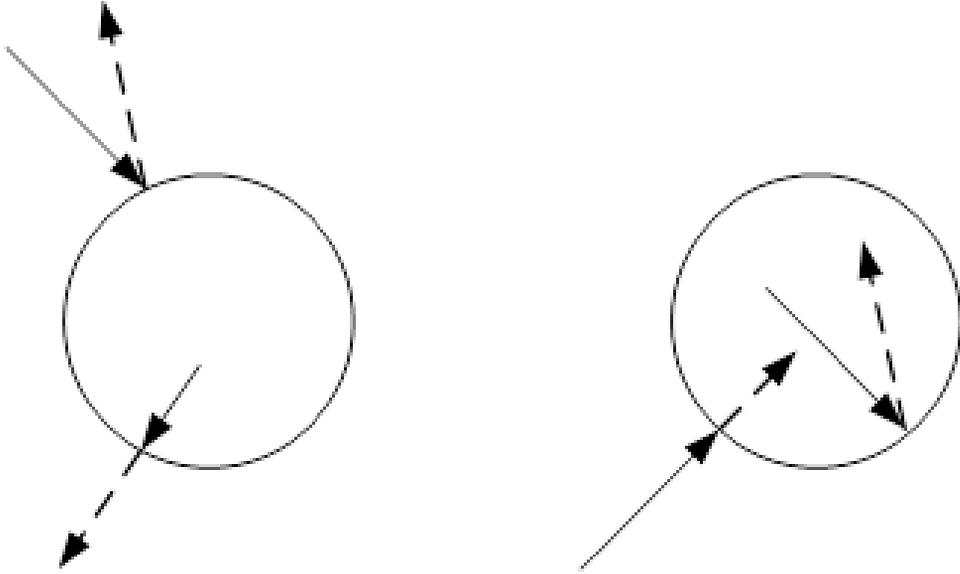
Открытые



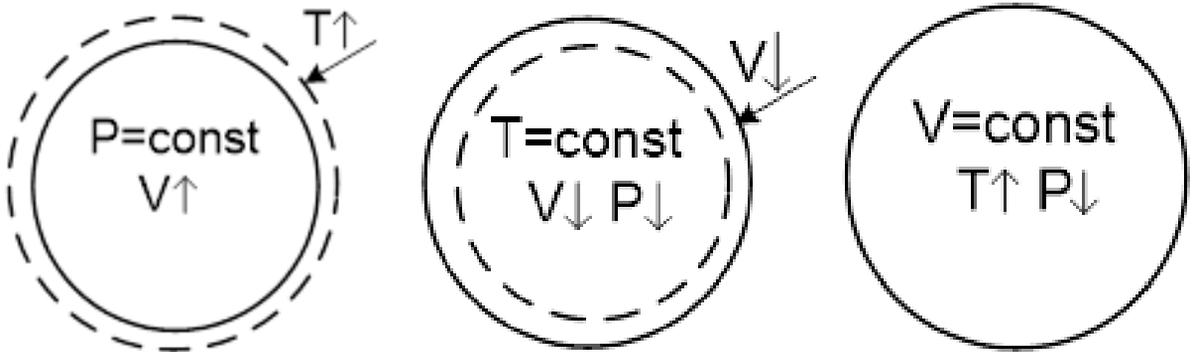
# Характеристика систем



Закрываете



Адаптивные



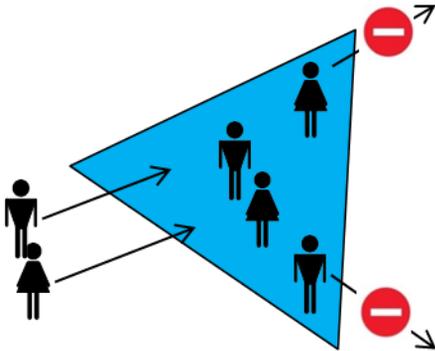


# Примеры систем

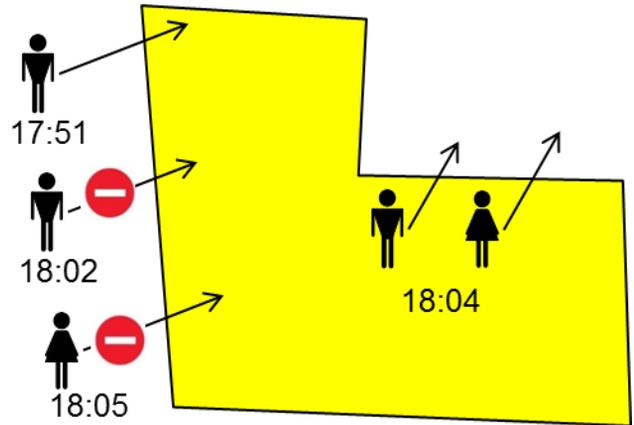


## Закрытые

Секта

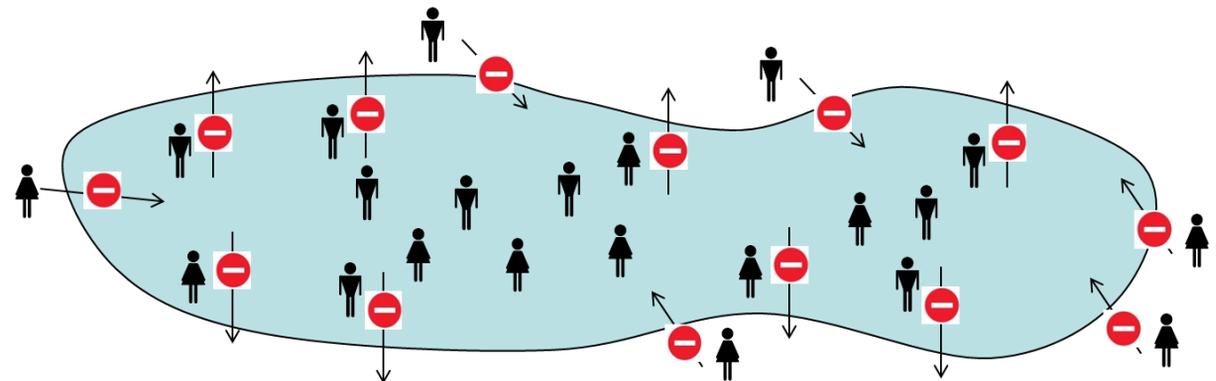


Система охраны



## Изолированные

Тоталитарное общество (государство)





## Контрольные вопросы



1. Охарактеризуйте любую экономическую систему и определите к какому типу она относится?

Ответ:

2. Каким типом системы сложнее управлять и почему?

Ответ:

## Задание для самостоятельной работы

1. Общественные системы. Примеры и характеристика

Ответ:

1. Естественные системы. Примеры и характеристика

Ответ:

1. Сложные системы. Примеры и характеристика

Ответ:



## Свойства систем



Ключевым признаком системы является наличие связей, делающих систему таковой

Выделяют следующие свойства систем: целостность, структурность, множественность описания, декомпозиция

**Целостность** – важное свойство системы, характеризующее связность отдельных структурных элементов системы, их полноту, законченность и др.

**Структурность** – возможность описания системы через выделение ее структуры

**Структура** – совокупность элементов и связей между ними, определяющих организацию объекта как целостной системы

**Бесконечность** – важное свойство любой системы, под которым понимается невозможность его полного познания и всестороннего представления конечным множеством элементов

**Множественность описания** – одна и та же система может быть рассмотрена с различных позиций, способов и методов описания. Для исследования системы требуется строить множество различных моделей, каждая из которых описывает определенный аспект

**Декомпозиция систем** – разбиение системы на подмножество элементов (подсистем). Декомпозицию выполняют для удобства анализа, синтеза и совершенствования системы

**Подсистема** – это подмножество элементов системы, которое может быть выделено по какому-либо признаку. Каждая подсистема представляет относительно самостоятельную систему, выполняющую определенные функции

**Элементарная подсистема** – подсистема, неделимая с точки зрения практической целесообразности

Способов декомпозиции несколько. Наиболее предпочтительным оказывается тот способ, при котором внутренние связи системы будут значительны, а внешние – незначительны.



# Свойства систем



## Структурность



## Множественность описания

### Способ 1 - нарисовать



### Способ 2 – задать математическую модель

$$(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 + (z - z_0)^2 = R^2$$

где  $(x_0, y_0, z_0)$  — координаты центра сферы.

$$\begin{cases} x = x_0 + R \cdot \sin \theta \cdot \cos \phi, \\ y = y_0 + R \cdot \sin \theta \cdot \sin \phi, \\ z = z_0 + R \cdot \cos \theta, \end{cases}$$

где  $\theta \in [0, \pi]$  и  $\phi \in [0, 2\pi)$ .

### Способ 3 – дать определение

а) ... массив точек в пространстве, равноудаленных от центра фигуры

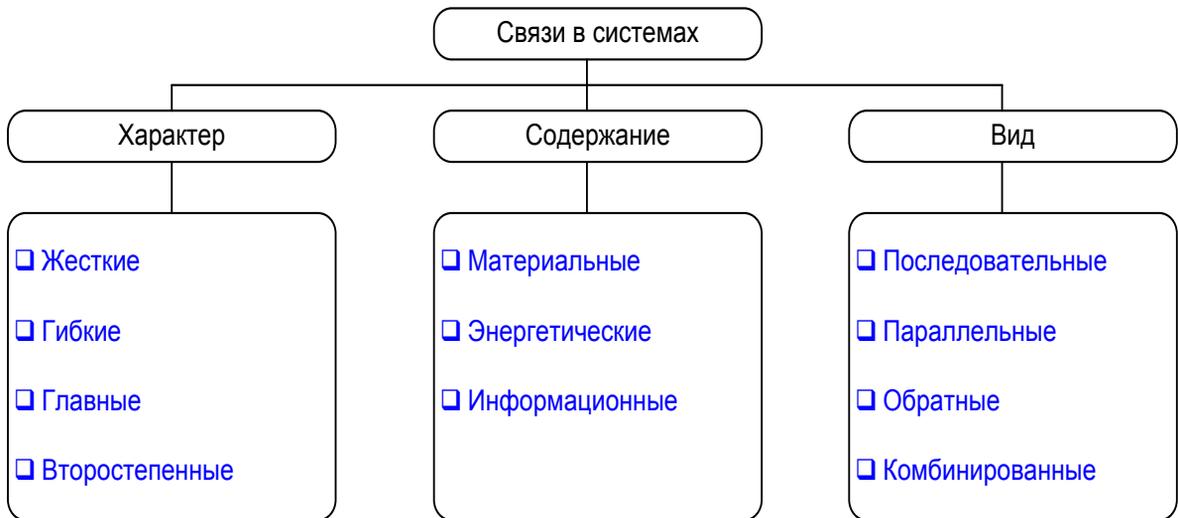
б) ... поверхность вращения, образованная при вращении полуокружности вокруг своего диаметра



## Связи в системах



Связи в системах можно классифицировать по трем признакам: характер, содержание, вид



**Жесткие связи** – преобладают преимущественно в технике

**Гибкие связи** – изменяются в процессе функционирования системы (экономические, общественные)

**Главные связи** – обеспечивают режимное функционирование системы. Их разрушение приводит к выводу системы из строя.

**Второстепенные связи** – могут в той или иной степени влиять на работу системы, однако их утрата не приведет к заметному изменению свойств и функций системы.



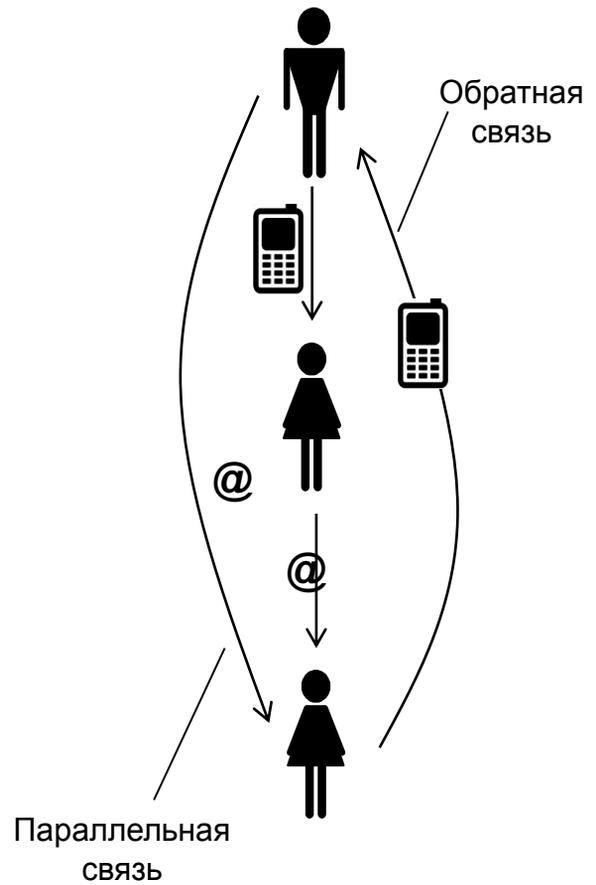
# Связи в системах



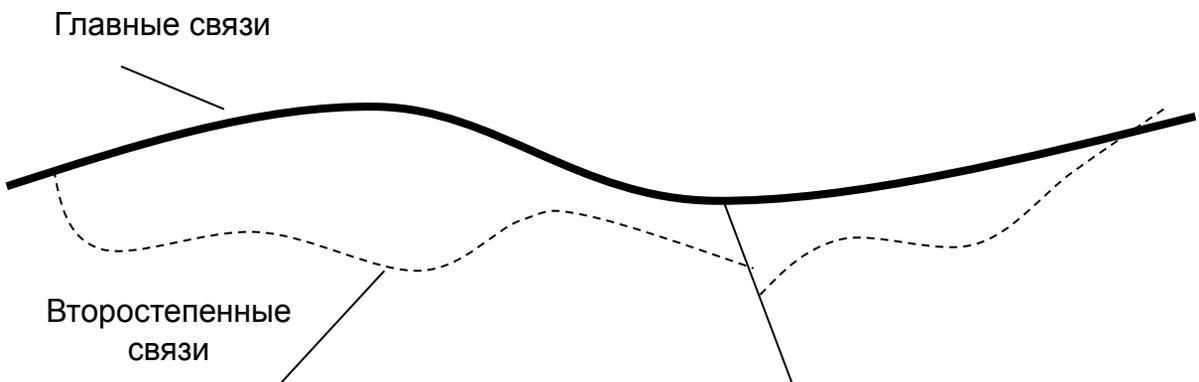
## Последовательные



## Параллельные



## Главные и второстепенные



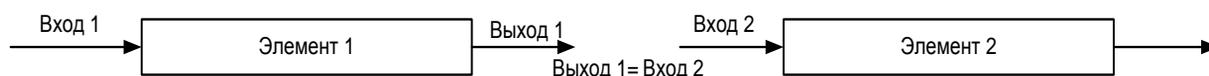


## Связи в системах

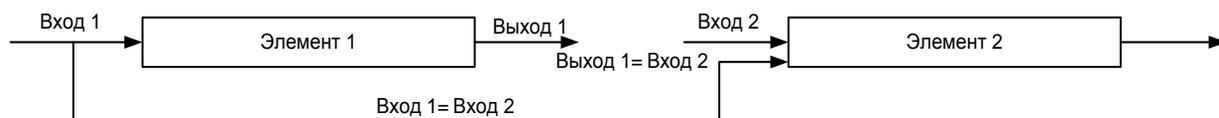


При изучении связей в кибернетике применяют термин вход и выход. На входе элемент получает воздействие от других элементов и внешней среды, а на выходе вырабатывает управляющие воздействия на связанные с ним элементы и внешнюю среду. Поэтому под **связью** понимается такое отношение между элементами системы, при котором выход одновременно является входом

### а) Последовательная связь



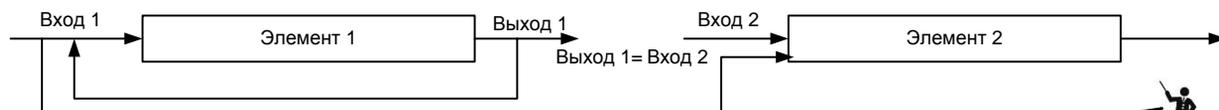
### б) Параллельная связь



### в) Обратная связь



### г) Комбинированная связь

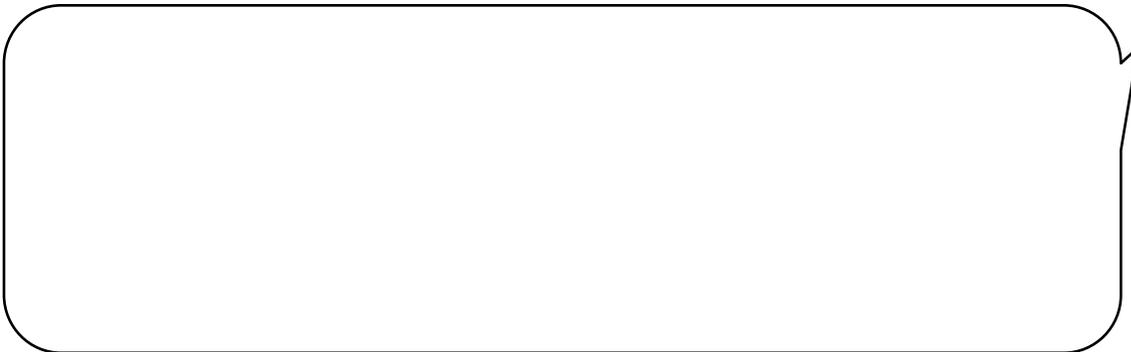
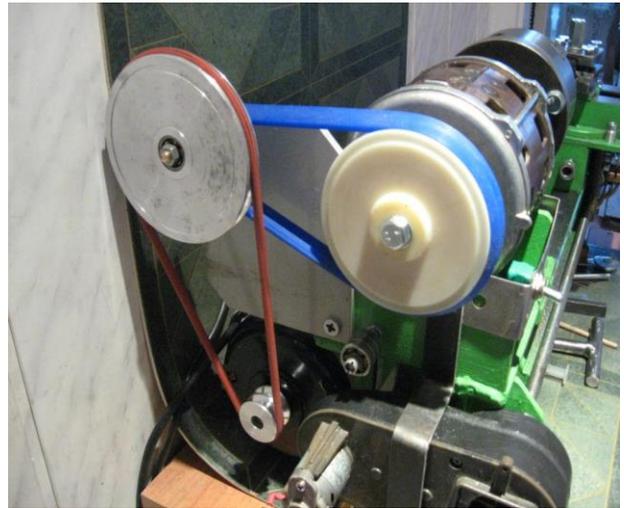
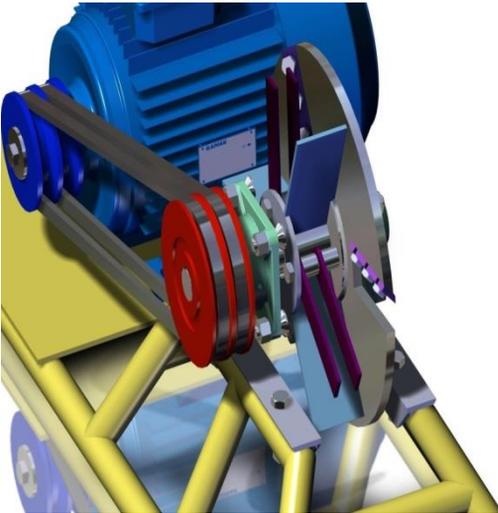
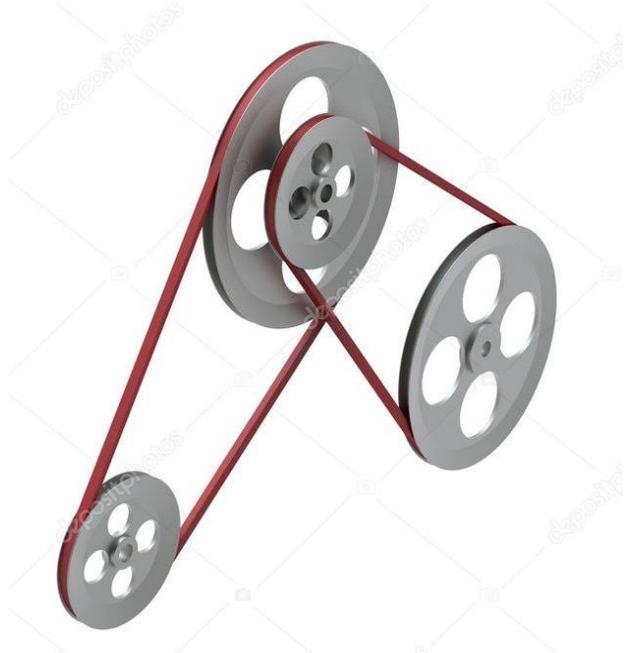




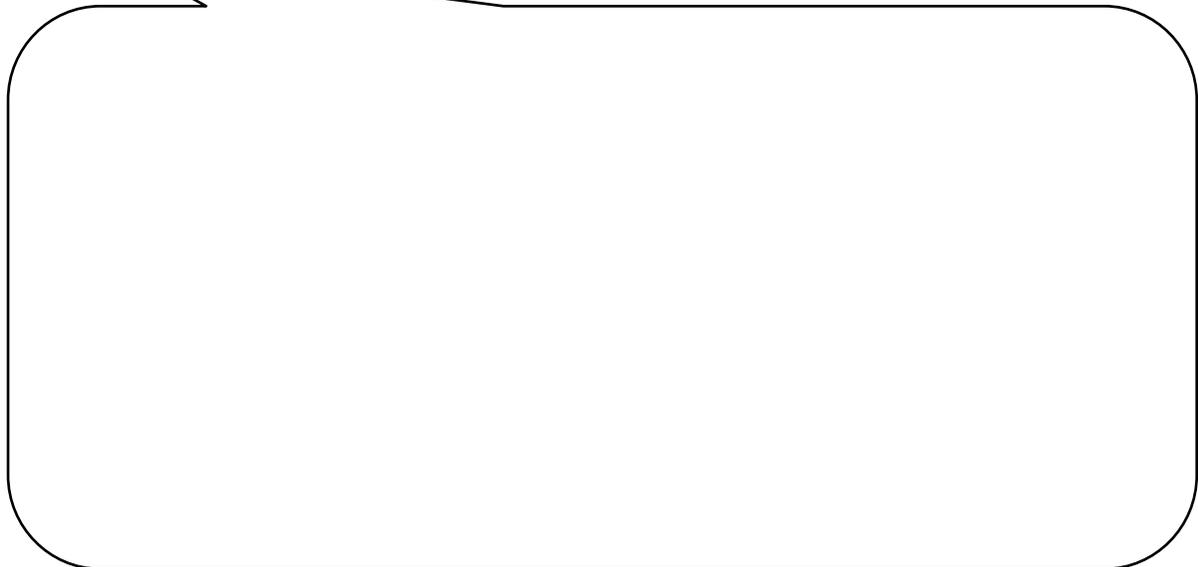
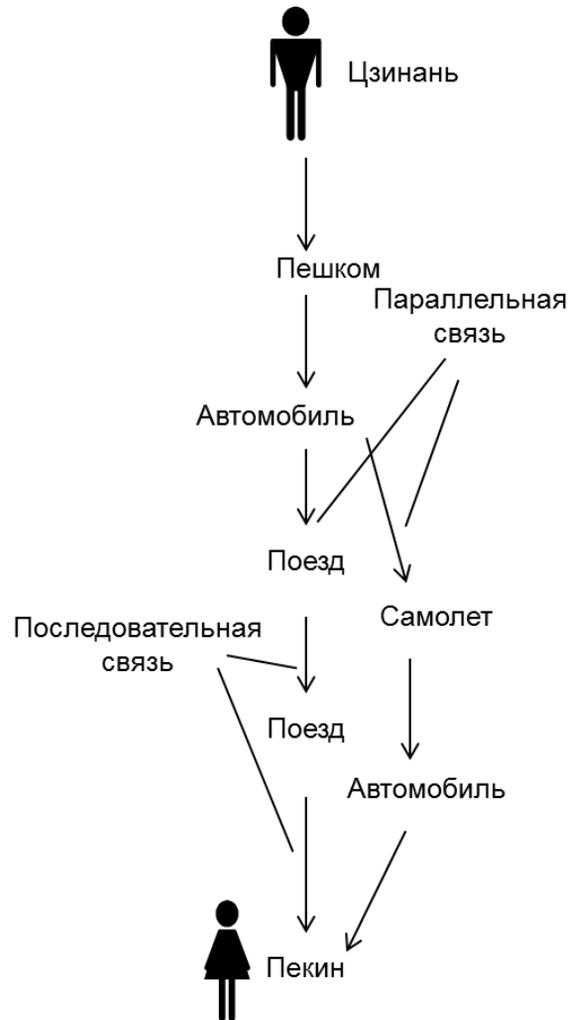
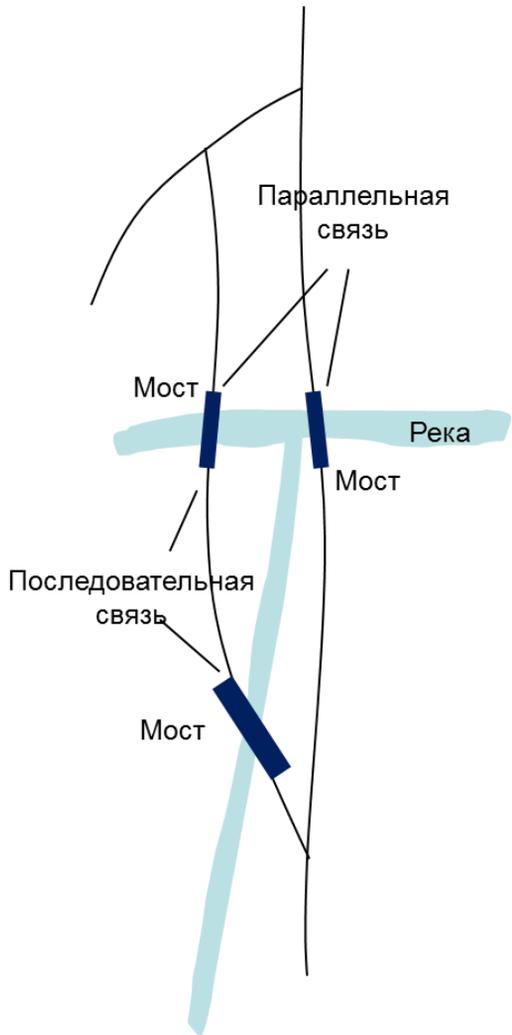
## Параллельные



## Последовательные



# Связи в системах





## Контрольные вопросы



1. Приведите пример любой системы и охарактеризуйте ее свойства

Ответ:

2. Приведите пример системы и выполните ее декомпозицию

Ответ:

3. Приведите примеры связей в естественных, социальных и экономических системах

Ответ:



## Задание для самостоятельной работы



1. Связи в общественных системах. Примеры и характеристика

Ответ:

2. Связи в абстрактных системах. Примеры и характеристика

Ответ:

## Системы управления в автомобиле (история вопроса)



Для обеспечения водителя надежной информацией, в разные годы разрабатывались разнообразные автоматические и автоматизированные устройства. Среди этих задач можно отметить следующие:

- Предупреждение столкновений с находящимися впереди автомобилями и предметами;
- Сигнализация безопасного расстояния до впереди идущего автомобиля;
- Рекомендации безопасной скорости движения;
- Сообщения о скорости движения впереди идущего автомобиля;
- Сигнализация о приближении к железнодорожному переезду;
- Сообщения о движении по встречному направлению;
- Выдача рекомендаций водителю об оптимальных режимах движения на отдельных участках магистрали;
- Сообщение водителю о порядке движения по определенному маршруту



В 1970г. в США произошло 12,3 млн. ДТП, 30% из которых представляли собой наезды на впереди идущие автомобили или другие предметы. Такое положение привело к разработке различных автоматических устройств, предупреждающих столкновение автомобилей. Действие большинства таких устройств основано на радиолокационном принципе. Локатор позволяет определить расстояние до впереди расположенного препятствия и скорость движения относительно него. В случае сокращения дистанции до критической, в салоне автомобиля срабатывала звуковая и световая сигнализации.

Аналогичное устройство применялось для предотвращения наезда на автомобиль сзади. Сигнал автомобилю, едущему сзади, подавался включением стоп-сигналов. Эффективность этих установок высока в условиях плохой видимости и в темное время суток.

Усложнение задач управления и современные возможности электроники привели к широким разработкам и использованию в автомобиле полуавтоматических и автоматических систем управления. Привлечение человека в контур автоматического управления должно быть сведено к минимуму

# Системы управления в автомобиле (история вопроса)

## Автоматические системы управления



Виды систем	Характеристика
Стабилизирующие	Поддерживают значение заданного параметра в определенных пределах
Программные	Параметры изменяются во времени по заранее заданным программам. Водители вводят данные о направлении движения, условиях движения, критериях выбора маршрута. В соответствии с заданными условиями, программное устройство и бортовое оборудование управляют режимом движения автомобиля
Следящие	Обеспечивает изменение параметров в соответствии с изменением состояния объекта управления. Эти системы используются для поддержания определенного курса движения

Автоматические системы управления движением обеспечивают регулирование скорости и направления движения транспортных потоков и транспортных средств. Подобные системы используются для повышения безопасности движения, для управления строительными и дорожными машинами.

Во многих странах наблюдается тенденция ускоренной разработки мер по повышению безопасности дорожного движения. К таким мерам относятся: разработка автоматических и автоматизированных систем управления автомобилем, повышение эффективности систем управления и др. Данные системы облегчают труд водителя, уменьшают утомляемость,



# Системы управления в автомобиле



Схема регулировки температуры в салоне

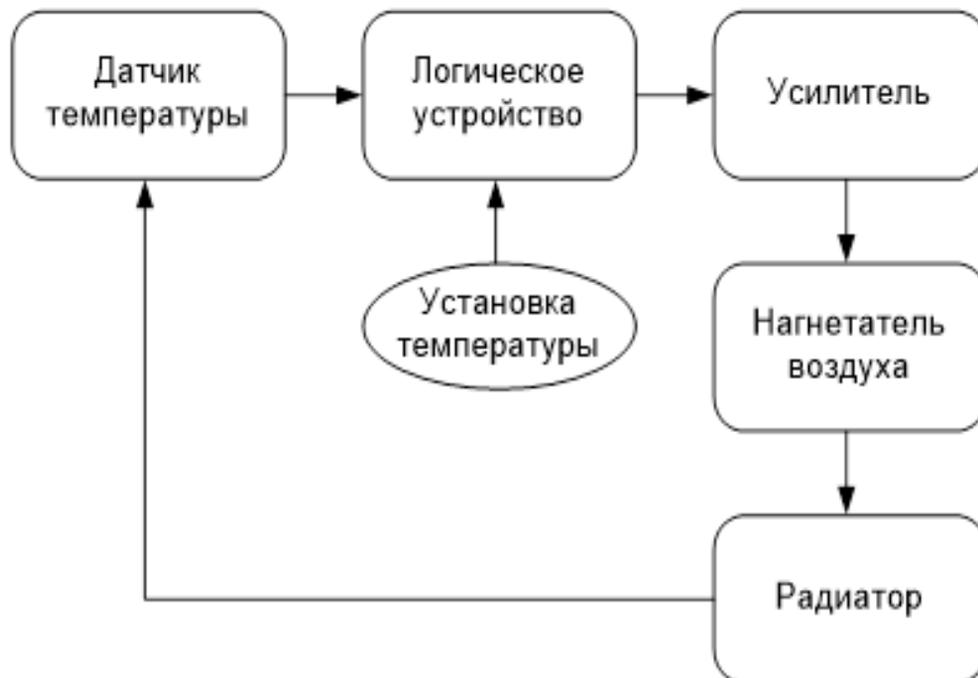


Схема автоматического срабатывания пневмоподушки (подушки безопасности)





## Система регулировки положения фар



## Схема системы поддержки скорости





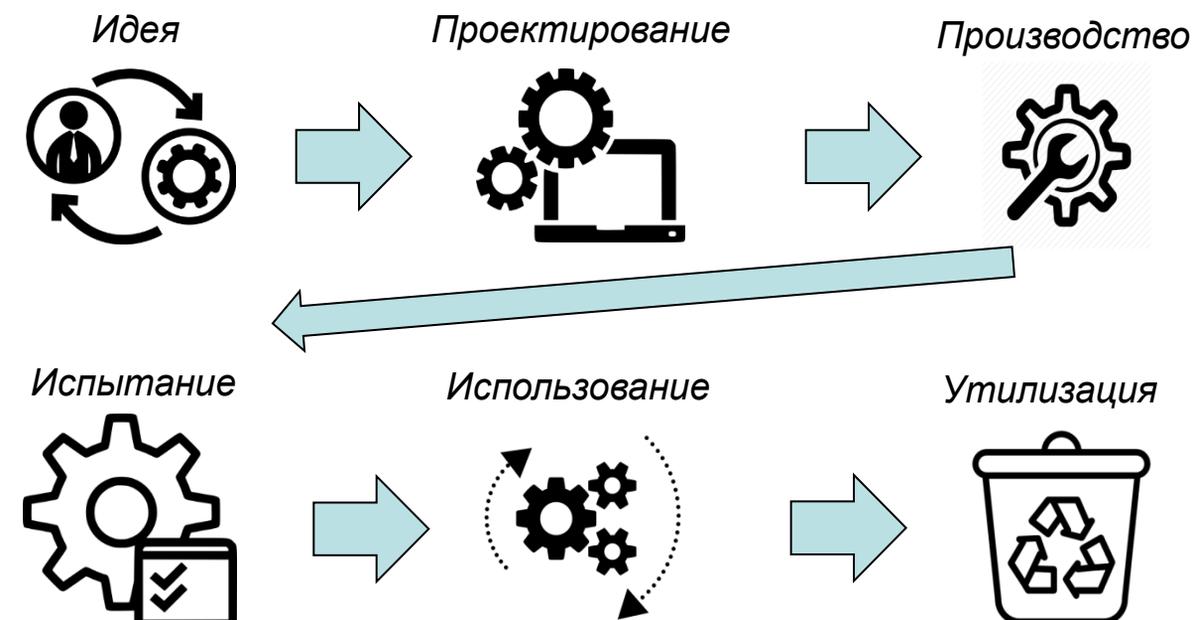
## Технические системы

Ключевыми характеристиками технических систем являются: *назначение, способ действия, структура, состояние*

Технические системы имеют широкий спектр назначений. Назначение технической системы определяется совокупностью ее функций.

В процессе своего развития, любая техническая система проходит ряд состояний:

- Идея
- Планирование
- Проектирование, изготовление
- Сборка технической системы как единого целого
- Испытание (оценка функциональных свойств)
- Функционирование системы
- Утилизация



# Технические системы

Технические системы могут быть классифицированы по следующим признакам:



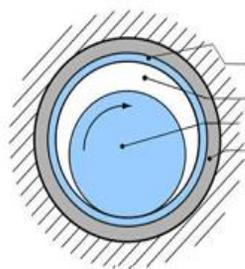
- функции
- принцип действия
- характер функционирования
- уровень сложности
- способ разработки
- форма
- степень оригинальности конструкции
- тип производства
- наименование
- эксплуатационные свойства
- внешний вид
- технико-экономические характеристики

## Классификация технических систем по уровню сложности

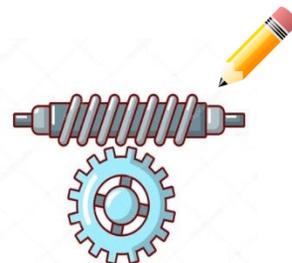
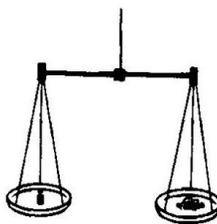
Уровень сложности	Техническая система	Характеристика	Пример
I	Конструктивный элемент, деталь машины	Элементарная система, изготовленная без монтажных операций	Винтовая пара, подшипник
II	Подгруппа, группа, узел, механизм	Простая система, выполняющая несложную функцию	Коробка передач
III	Машина, прибор, аппарат	Система, состоящая из групп элементов и выполняющая определенную функцию	Электродвигатель
IV	Установка, предприятие, промышленный комплекс	Сложная система, состоящая из групп элементов, выполняющая ряд функций	Технологическая линия, автотранспортное предприятие

# Классификация технических систем по уровню сложности

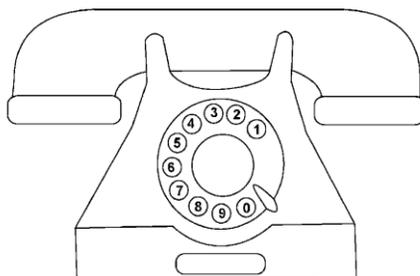
II



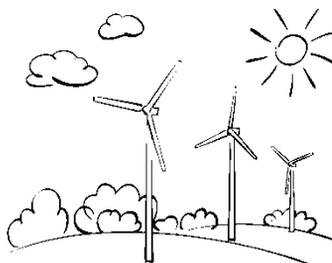
Вкладыш из  
антифрикционного материала  
Зазор  
Вал  
Корпус подшипника



III



IV





## Технические системы

Область применения технических систем включает в себя все отрасли экономики. Приведем примеры технических систем, используемых в важнейших отраслях экономики.

Отрасль экономики	Техническая система	
	Назначение	Пример
Энергетика	Выработка энергии	Турбина, генератор
Металлургия	Производство металла	Доменная печь
Строительная промышленность	Производство строительных материалов	Бетономешалка
Транспорт	Перевозка людей и грузов	Транспортное средство
Медицина	Диагностика, терапия	Термометр
Типографское дело	Книгопечатанье	Печатный станок
Сельское хозяйство	Производство сельхозпродукции	Комбайн
		



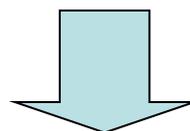
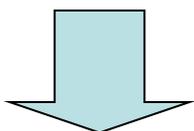
# Технические системы



## Управление

Организационное

Техническое



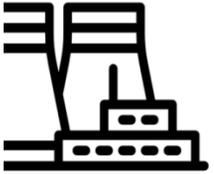
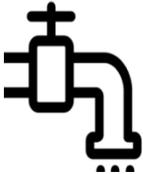
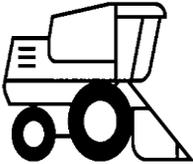
... предполагает управление коллективом людей, предприятием (АТП)

... предполагает управление технической системой



## Примеры технических систем



Отрасль экономики	I	II	III	IV
Энергетика	Ротор 	Электродвигатель 	Турбина 	Электростанция 
Транспорт	Механизм 	Двигатель 	Транспортное средство 	Предприятие 
Медицина	Фонендоскоп 	Микроскоп 	Томограф 	Медицинский центр 
Сельское хозяйство	Водяной кран 	Насос 	Комбайн 	Предприятие 



## Контрольные вопросы



1. Основные препятствия для масштабного производства и эксплуатации автомобилей с автоматическим управлением?

Ответ:

2. Каковы предпосылки появления и развития автоматических и автоматизированных систем управления в автомобилях?

Ответ:

### **Задание для самостоятельной работы**

1. Опишите функции управления в автомобилях которые будут или должны быть автоматизированы в ближайшее время.

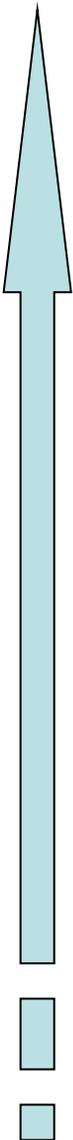
Ответ:



## Управление производством



Система управления производством обычно имеет иерархическую структуру управления. Если рассмотреть систему управления производством в виде подсистем, то можно выделить шесть уровней управления производством:



**Первый уровень – рабочее место.** Управление транспортным средством, технологическими установками, людьми.

**Второй уровень – участок.** Управление техническим комплексом и персоналом, обеспечивающим выполнение технологического процесса

**Третий уровень – отдел.** Осуществляется процесс планирования производства и контроля технологического процесса.

**Четвертый уровень – предприятие (АТП).**

**Пятый уровень – отрасль экономики** (автомобильный транспорт)

**Шестой уровень – экономика страны, региона**

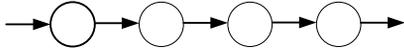
**Седьмой уровень – мировая экономика**



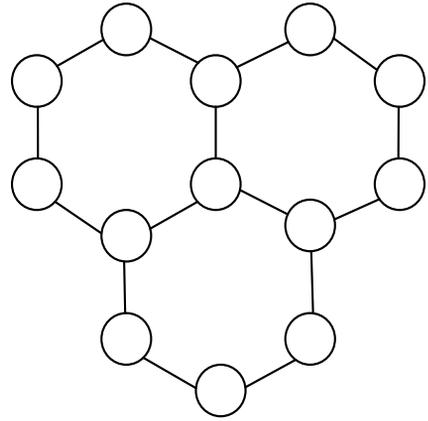
# Организационные структуры систем управления



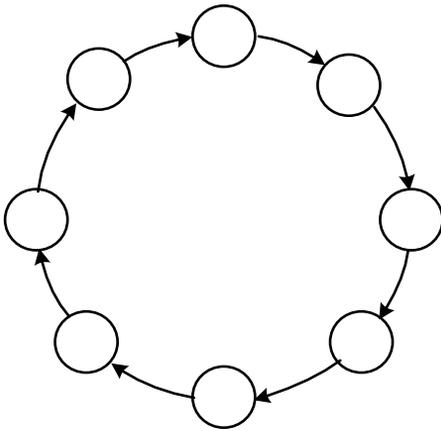
Линейная



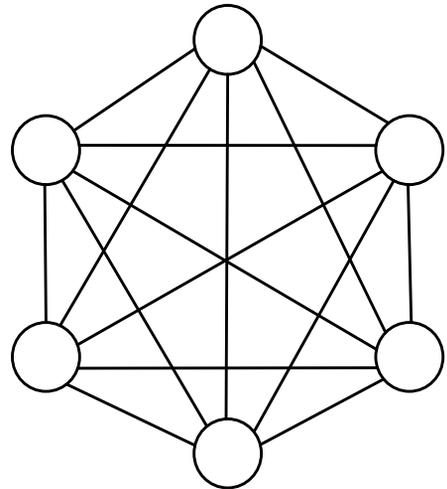
Сотовая



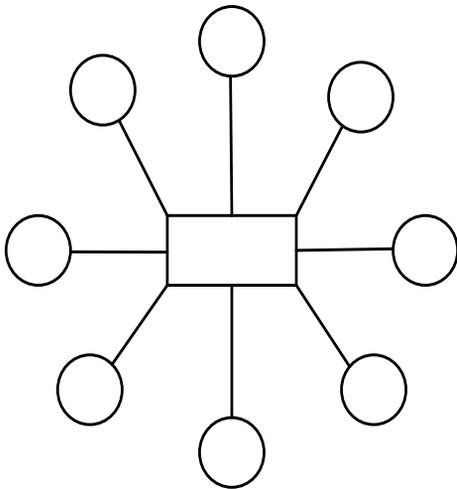
Кольцевая



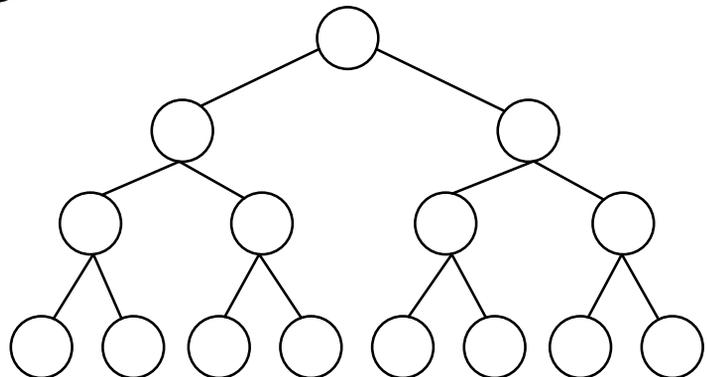
Многосвязная



Звездная



Иерархическая



# Организационные структуры систем управления

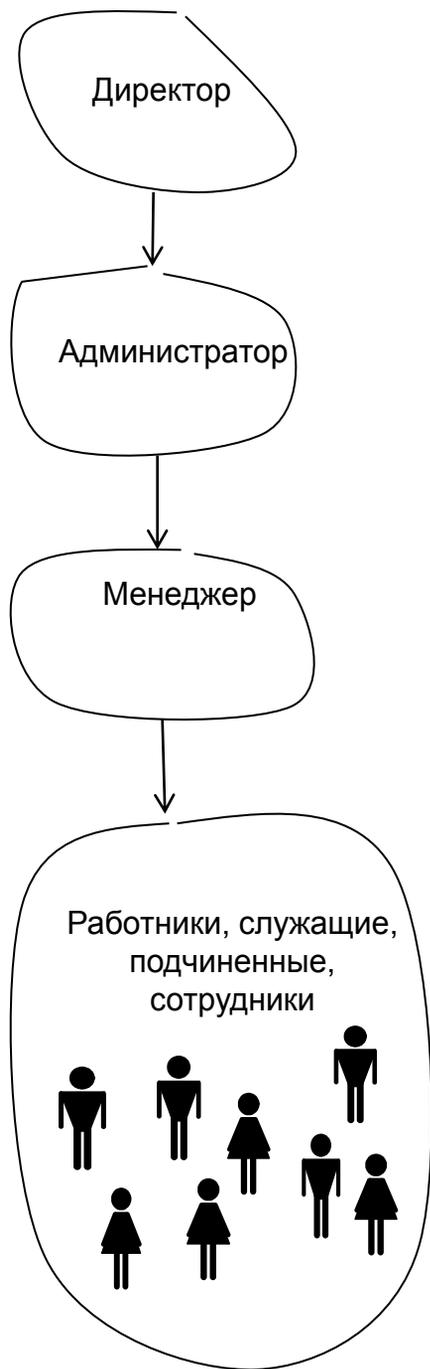


Наименование организационной структуры	Краткая характеристика
Линейная	<u>Линейная структура</u> отличается ненадежностью. При разрыве какой-либо связи структура разрушается.
Кольцевая	<u>Кольцевая структура</u> отличается замкнутостью и одинаковостью связей. Данная структура более надежная, так как при разрушении одной связи структура превращается в линейную
Сотовая	<u>Сотовая структура</u> имеет разветвленные и сложные связи. Это повышает надежность системы, но увеличивает ее стоимость.
Многосвязная	<u>Многосвязная структура</u> отличается тем, что все элементы попарно связаны между собой.
Иерархическая	<u>Иерархическая структура</u> получила наибольшее распространение в системах управления. Промежуточные уровни обладают и командными и подчиненными функциями.
Звездная	<u>Звездная структура</u> имеет командный блок. Все связи носят управляющий характер.

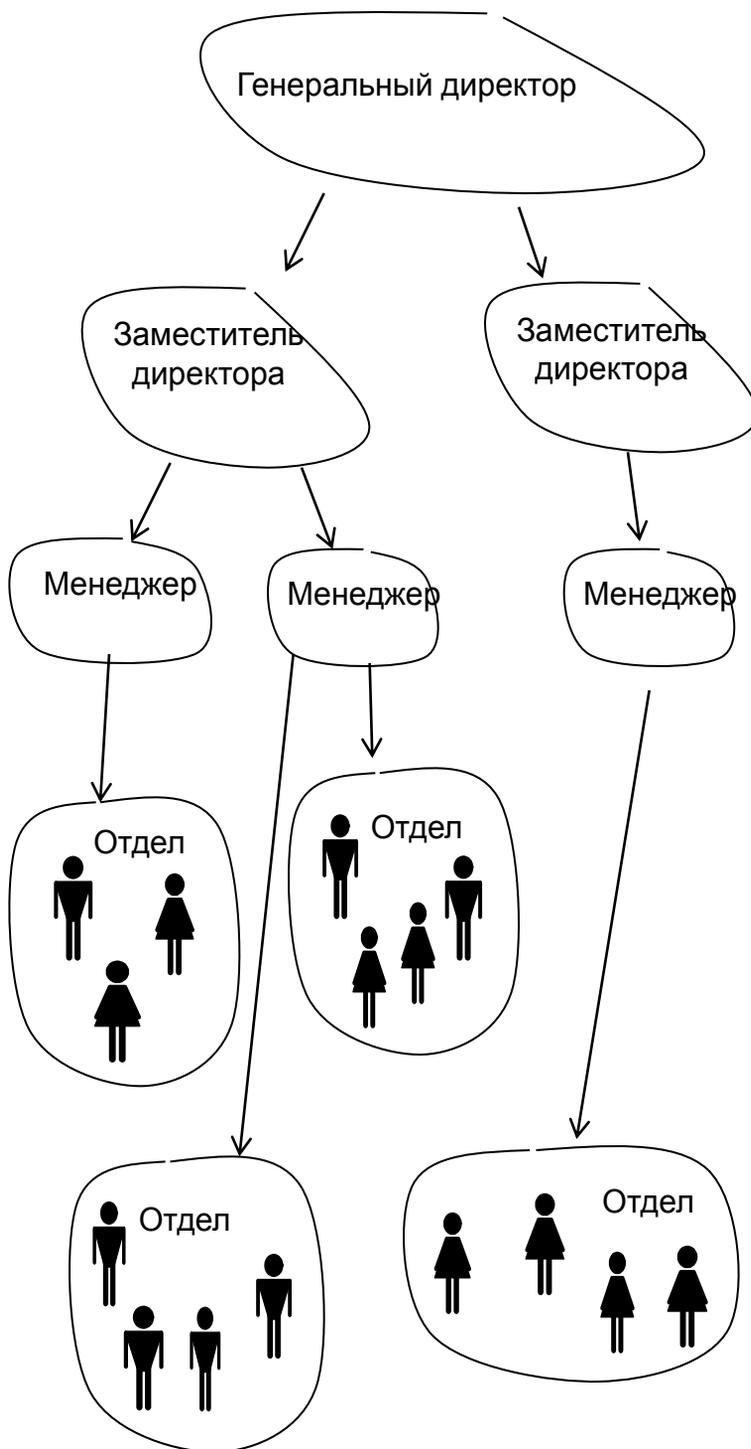
# Примеры организационных структур систем управления



Линейная структура управления предприятием



Иерархическая структура управления предприятием

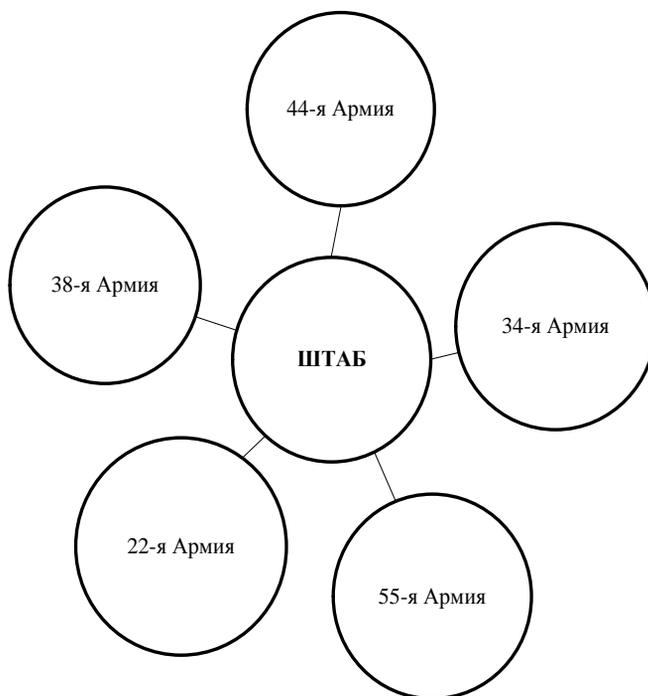


# Примеры организационных структур систем управления

## Многосвязная структура международной системы обеспечения безопасности движения



## Звездная (штабная) структура управления армией





## Контрольные вопросы



1. Предположите, как может выглядеть структура управления в социальных и естественных системах?

Ответ:

## Задание для самостоятельной работы

1. Нарисуйте комбинированную систему управления

Ответ:

## Моделирование систем



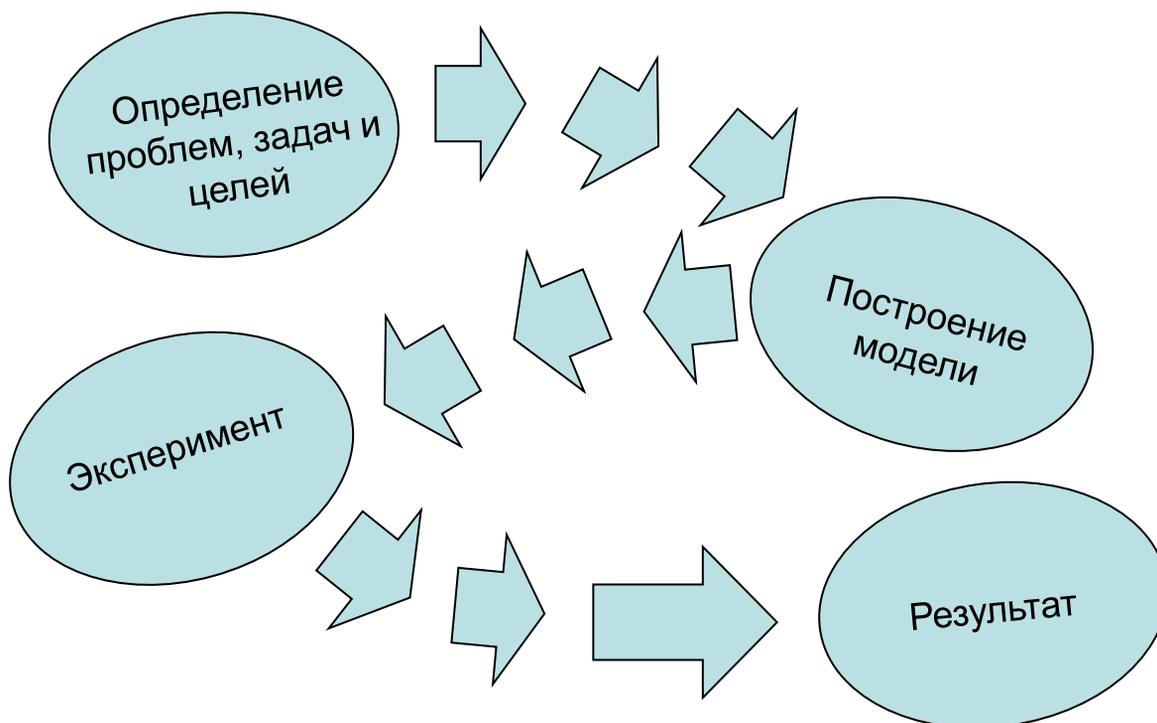
Одним из основных методов научного исследования систем является эксперимент, а самой распространенной его разновидностью – моделирование систем

Модель – искусственно созданная человеком система, которая воспроизводит исследуемую систему таким образом, что способна давать новую информацию об этой системе.

Модель должна частично или полностью воспроизводить структуру моделируемой системы и ее функции

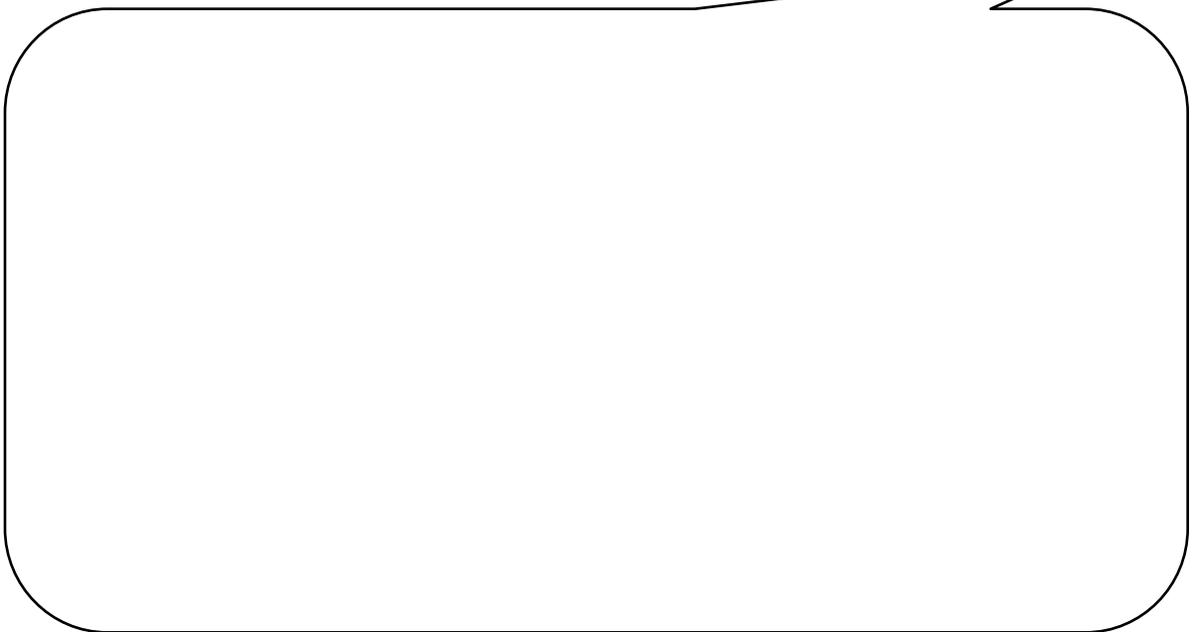
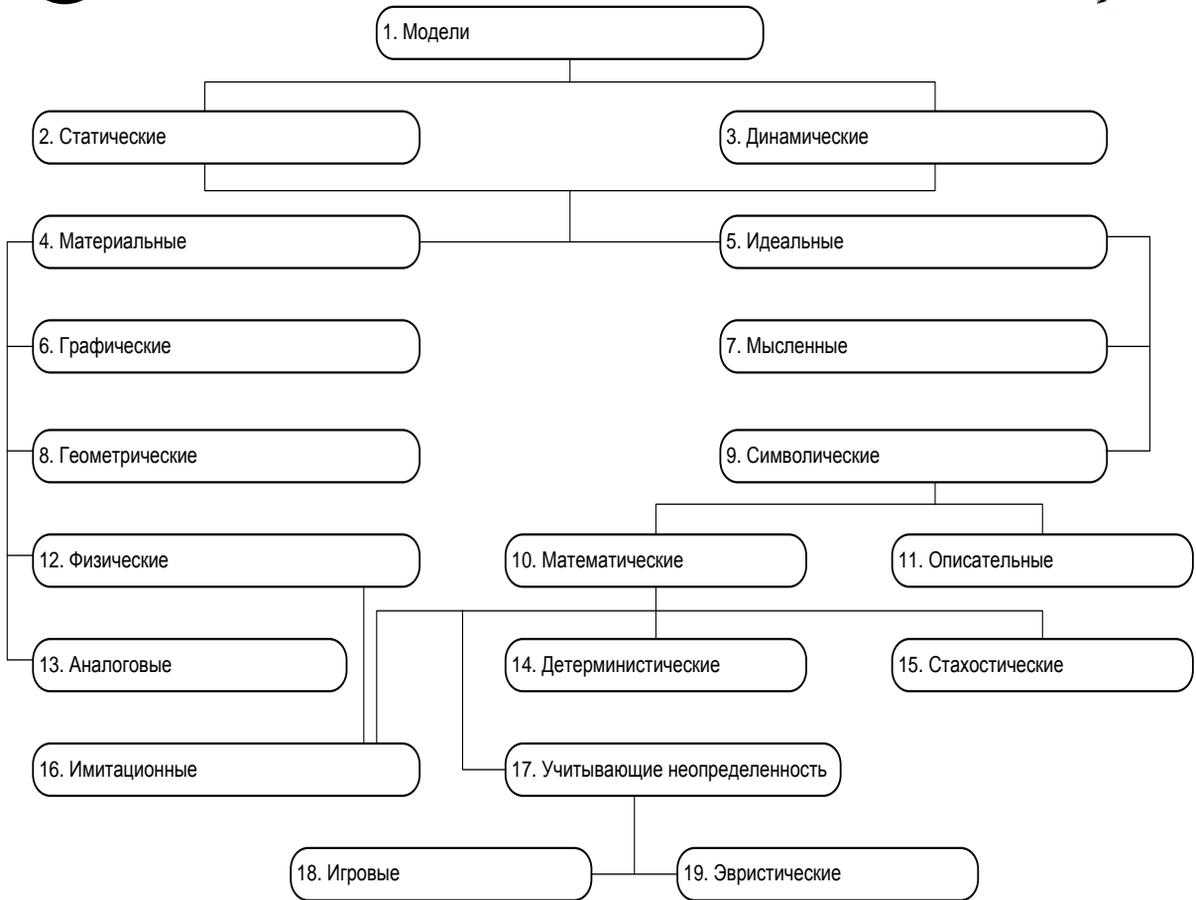
Моделирование включает в себя:

- Постановку проблем задач и целей исследования
- Построение модели
- Экспериментальное исследование модели
- Формулировку результатов





# Моделирование систем





## Классификация моделей



**Материальные модели** – представляют собой некоторые материальные объекты или совокупность объектов

**Графические модели** – представляют изображения внешнего вида или внутреннего устройства объекта на чертеже

**Геометрические модели** – представляют собой объект, структурно и геометрически подобный своему оригиналу. Такие модели служат в основном для демонстрационных целей

**Физические модели** – отражают не только сходство с формами, внешним видом, геометрическими размерами, но и с процессами, происходящими в объекте исследования

**Аналоговые модели** – отражают физические процессы в оригинале посредством других физических (аналоговых) процессов

**Описательные модели** – представляют собой словесное описание объекта в произвольной форме. Описательные модели являются наиболее простыми, но и наименее точными. Подобные модели используются на ранней стадии изучения и проектирования систем

**Математические модели** – представляют собой систему математических и логических соотношений, описывающих структуру и функции реальной системы.

Математическое моделирование удобнее, быстрее и дешевле физического. Многие математические модели универсальные, т.е. могут применяться для описания различных физических процессов.

У математических моделей есть один недостаток – абстрактность и отсутствие наглядности

**Детерминированные модели** – модели процессов и систем, результат функционирования которых достаточно предсказуем

**Вероятностные модели** – модели, где основные параметры описываются законами распределения вероятностей



# Классификация моделей



**Игровые модели** – используют для описания и исследования конфликтных ситуаций, которые возникают у двух и более участников, имеющих противоположные цели

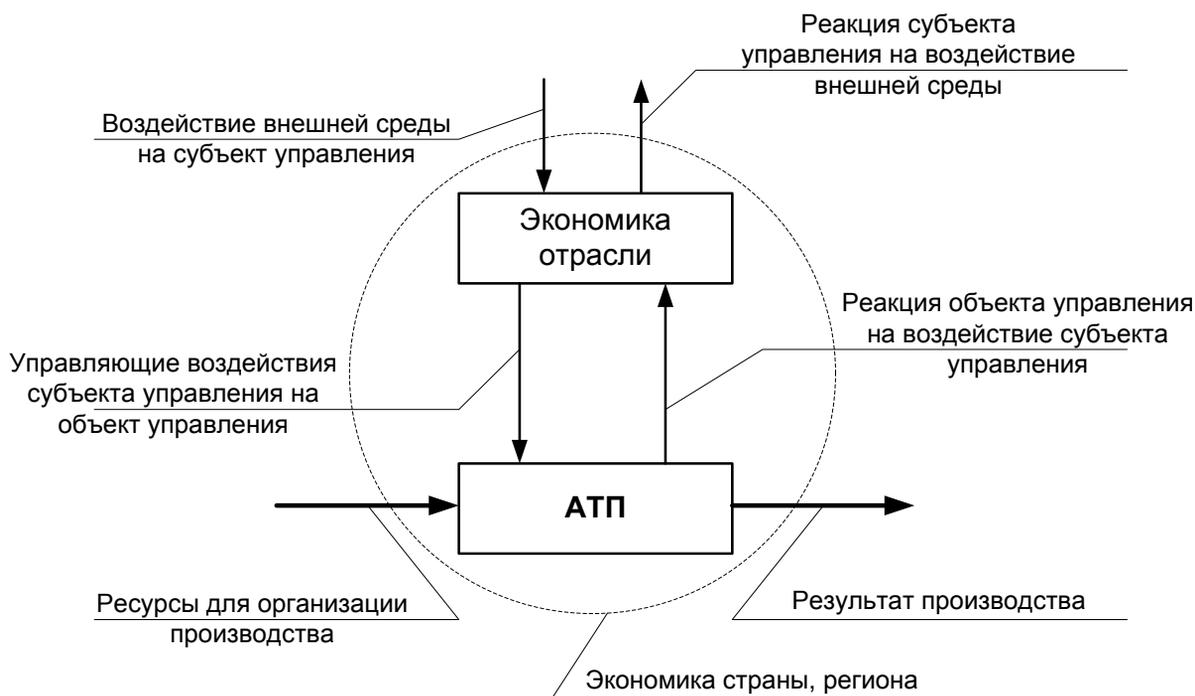
**Эвристические модели** – совокупность неформальных методов решения задач, основанных на опыте и интуиции

**Имитационные модели** – это имитация функционирования процессов и систем при помощи компьютерных программ. Имитационное моделирование применяют при слишком сложных и громоздких математических моделях. Имитационная модель сохраняет все свойства математических. Имитационное моделирование обладает высокой наглядностью. Этим объясняется его широкое применение в образовательном процессе

Модели	Примеры  
Имитационные	
Эвристические	
Игровые	
Материальные	
Графические	
Геометрические	
Физические	
Описательные	
Детерминированные	
Вероятностные	



## АТП – объект управления



## АТП – субъект управления

