

# *Системный анализ*

# Системный подход

- Основой *качественного анализа* является **системный подход**.
- Суть системного подхода –
  - 1) в рассмотрении объекта *как системы взаимосвязанных элементов*,
  - 2) в комплексном применении методов анализа и проектировании (*система - процесс проектирования*).
- Применение системного подхода приводит к возникновению **синергетического** эффекта (превышению совместного действия элементов над суммой действий каждого из них по отдельности).

# Системный подход

- *Системный подход* - направление методологии научного познания, в основе которого лежит рассмотрение объектов как систем.
- Системный подход ориентирует исследователя на раскрытие целостности объекта, на выявление многообразных связей в нем и сведение их в единую теоретическую картину.
- *Система* - множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, образующих определенную целостность, единство.
- В современной науке исследование систем разного рода проводится в рамках системного подхода.

# Системный подход

Системный подход используется во всех областях знания, хотя в различных областях он проявляется по-разному:

- В технических науках речь идет о *системотехнике*,
- В кибернетике – о *системах управления*,
- В биологии – о *биосистемах* и их структурных уровнях,
- В социологии – о возможностях *структурно-функционального* подхода,
- В медицине – о *системном лечении* сложных болезней терапевтами широкого профиля.

## *Задачи, которые решает системный подход:*

- Позволяет *разработать* методы исследования и конструирования сложноорганизованных объектов (например, информационная система);
- *Развивает* методы познания, методы исследования и конструирования (системы организации проектирования, системы управления разработками и т.п.);
- *Позволяет объединить* знания различных, традиционно разделенных дисциплин;
- Позволяет глубоко, а главное в совокупности с создаваемой информационной системой, *исследовать* предметную область.

## *Системный подход обеспечивает:*

- *Устойчивость* объекта к внешним и внутренним воздействиям.
- *Достижение целей, функций* процессов, ради которых проектируется объект. Минимизация побочных вредных эффектов.
- Необходимые формы организации *взаимодействия объекта с человеком.*
- Поддержание на заданном уровне *готовности объекта.*

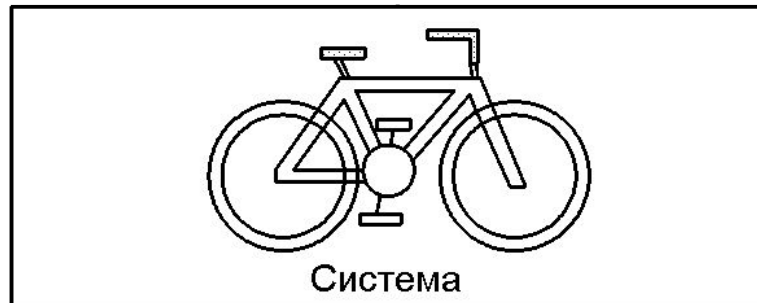
# Системный анализ

- **Системный анализ** - совокупность методологических средств, используемых для подготовки и обоснования решений по сложным проблемам политического, военного, социального, экономического, научного и технического характера.
- Опирается на **системный подход**, а также на ряд математических дисциплин и современных подходов управления.
- Основная процедура системного анализа – построение обобщенной **модели**, отображающей взаимосвязи реального объекта;
- Техническая основа системного анализа – вычислительные машины и информационные системы.

# *Используя синтетический и аналитический методы познания получаем:*

- *Модели состава и структуры надсистемы как побочные продукты*
- *Модель черного ящика нашей системы*
- *Модель состава нашей системы*
- *Модель структуры нашей системы*
- *Модель черного ящика для каждого элемента нашей системы.*





# Методика системного анализа

- Первый этап – *представление изучаемого объекта в виде системы*. Этот шаг сводится к выявлению и определению следующих составляющих:
  1. Надсистема и другие внешние подсистемы;
  2. Главная полезная функция объекта;
  3. Перечень подсистем объекта;
  4. Структура системы.
- Второй этап – *системное исследование объекта*

# Определение надсистемы

Исходная система	Варианты надсистемы
Электромотор	Двигатель Электродрель Зубоврачебный кабинет Изделие электротехнической промышленности

## *Анализ и классификация*

Для грамотного проведения анализа нужно в совершенстве знать и уметь различать четыре логических оператора (мысленных действия):

- ***деление***
- ***расчленение***
- ***обобщение***
- ***соединение***

# Деление

- **Деление** - это распределение на группы всех тех объектов, которые мыслятся в исходном или делимом понятии.
- Эти группы называются **членами деления**.
- Признак, по которому производится логическое деление, называется **основанием деления**.

**Двигатели**

**Паровая машина**

**Пневмодвигатель**

**Электродвигатель**

**Двигатель внутреннего сгорания**

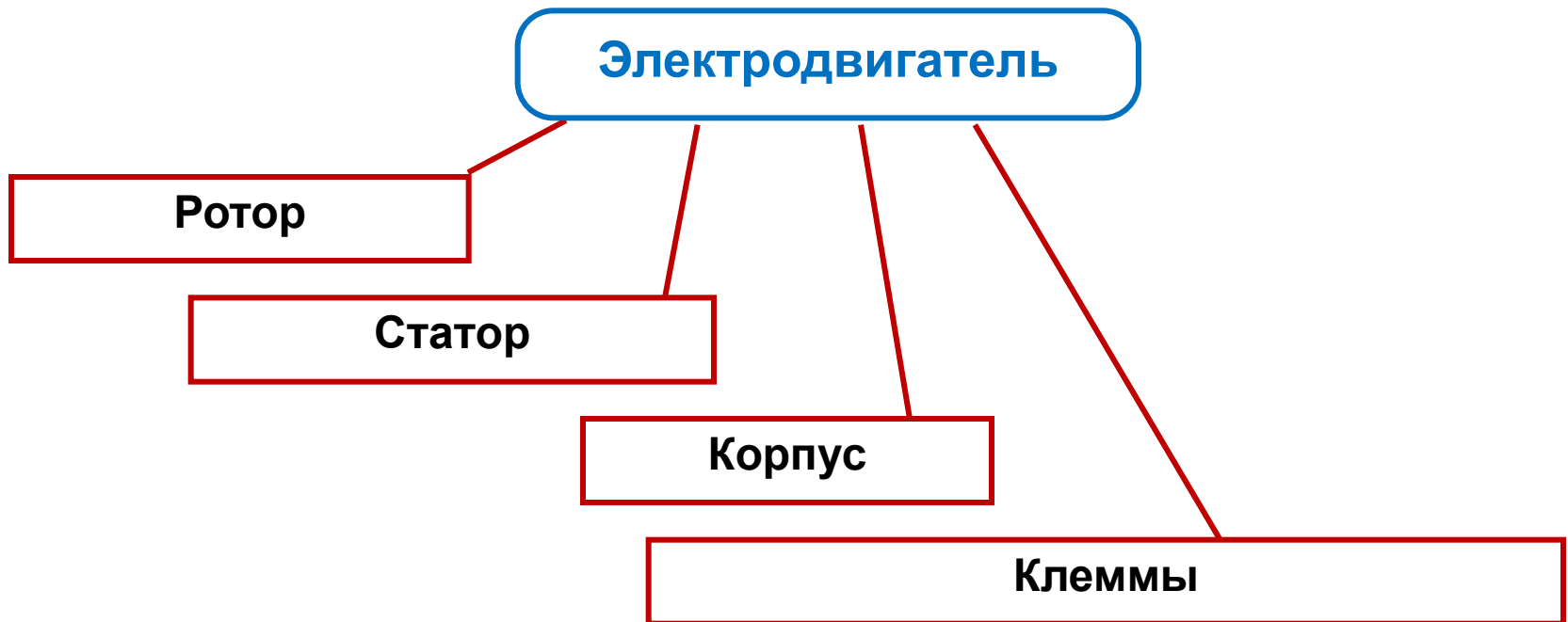
# Деление

Делимое понятие является *родом*, а члены деления - *видами* по отношению к данному роду. Каждое из видовых понятий может в свою очередь стать объектом деления, и т.д. Такое многоступенчатое разветвленное деление и принято называть **классификацией**.

*Царство животных делится на типы (членистоногие, позвоночные, и т.д.), типы - на классы (тип позвоночных - на классы млекопитающих, птиц, рыб, и т.д.), классы - на отряды, далее идут семейства, роды и, наконец, виды (а иногда еще и подвиды).*

# Расчленение

- **Расчленение** - мысленное разделение объекта на составные части.



# Деление и расчленение

Тест-вопросы для *деления*

- Какие известны варианты *расчленения* данного объекта (различающиеся по данному признаку)?
- Из каких частей состоит данный объект?

Тест-вопросы для проверки правильности проведенной операции (после ее завершения):

- Любой из членов *деления* в то же время является *делимым* понятием.
- Любой из продуктов *расчленения* уже не является *расчленяемым* понятием.



# Пример: дерево

## Операция деления

- *Тест-вопрос:* Какие известны разновидности дерева (различающиеся по виду органов, в которых проходит фотосинтез)?
- *Ответ:* Хвойные, лиственные и безлиственные (фотосинтез идет в тонких ветках или стеблях).

## Операция расчленения

- *Тест-вопрос:* "Из каких частей состоит дерево?"
- *Ответ:* Из корневой системы, ствола и кроны.

## *Четыре правила деления*

1. Деление должно проводиться только по одному основанию.
2. Деление должно быть соразмерным или исчерпывающим,
3. Члены деления должны быть альтернативными по одному основанию.
4. Деление должно быть непрерывным, однопорядковым.

# Из китайской энциклопедии "Небесная империя благодетельных знаний"

*Животные делятся на:*

- а) принадлежащих Императору,
- б) на бальзамированных,
- в) прирученных,
- г) сосунков,
- д) сирен,
- е) сказочных,
- ж) отдельных собак,
- з) включенных в эту классификацию,
- и) бегающих как сумасшедшие,
- к) бесчисленных,
- л) нарисованных тончайшей кистью из верблюжьей шерсти,
- м) прочих,
- н) только что разбивших цветочную вазу,
- о) похожих издали на мух.

# Обобщение

- **Обобщение** - это логическая операция, заключающаяся в том, что для рассматриваемого понятия (или группы понятий) находят более широкое по объему понятие, в объем которого входит и объем обобщаемого исходного понятия (или объемы исходных понятий).

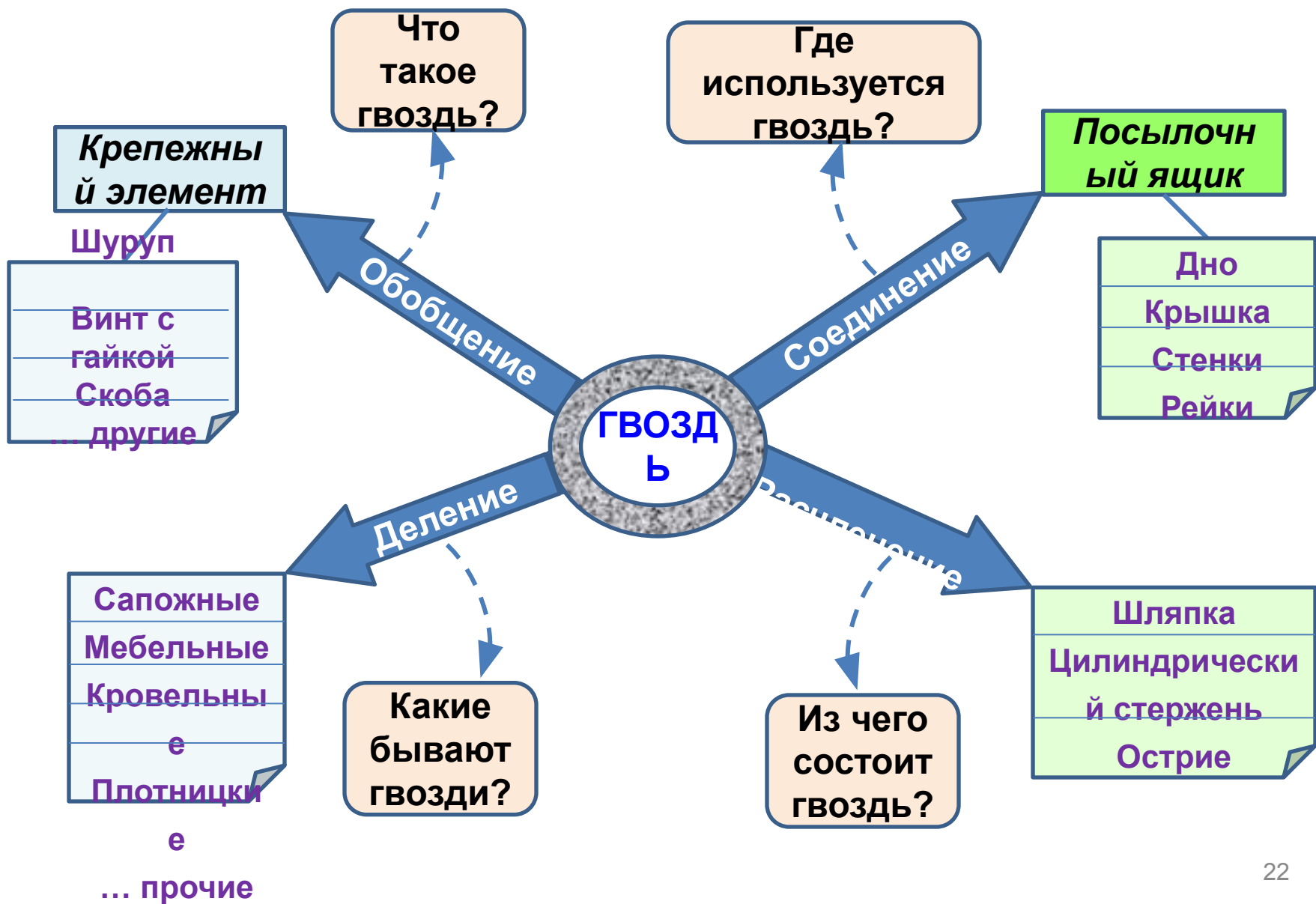
# Соединение

- **Соединение** - операция противоположная расчленению.

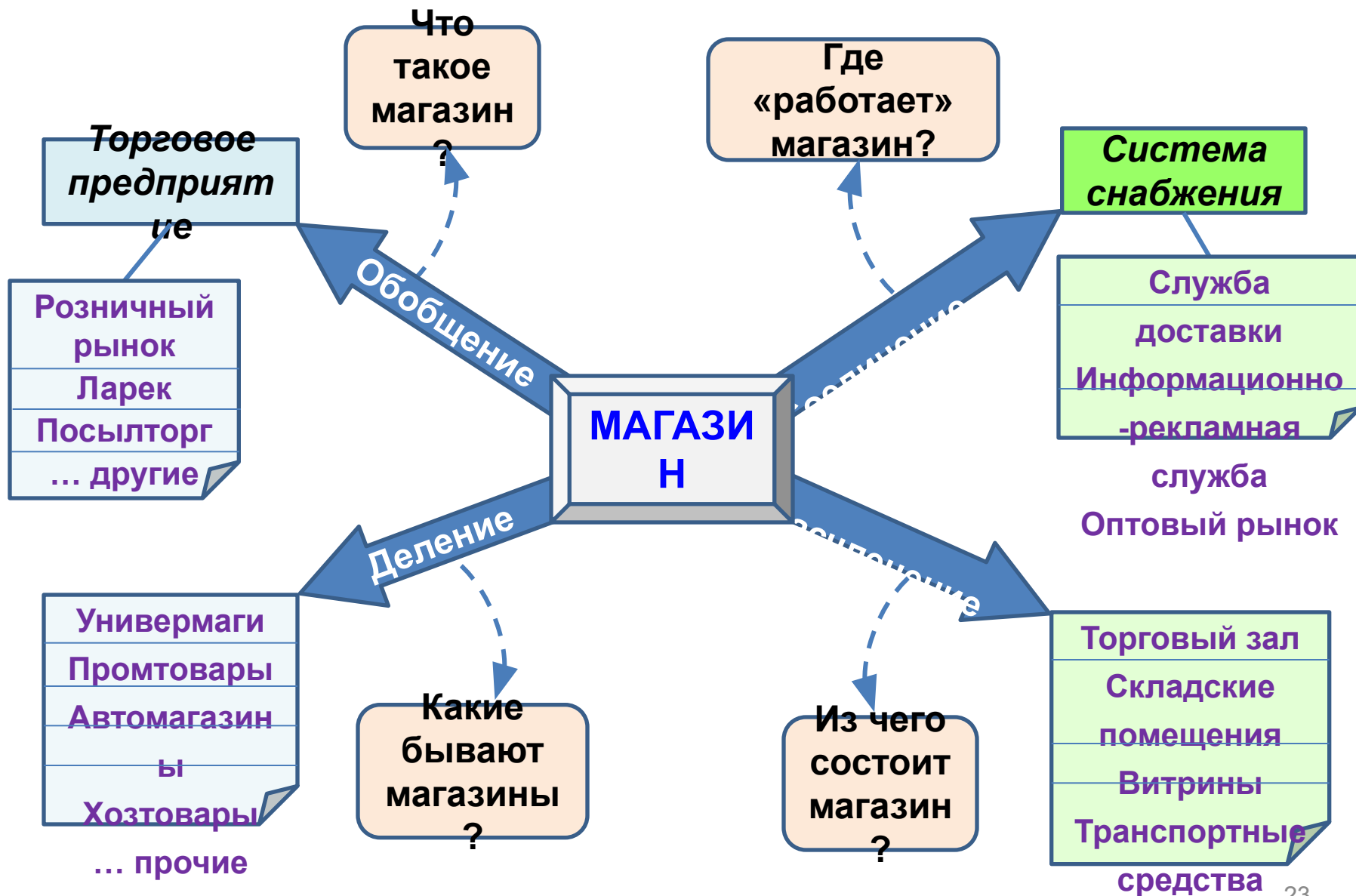
Исходный объект будет лишь составной частью надсистемы, полученной в результате соединения.

В процессе соединения исходный объект вводится во взаимодействие с другими, принципиально иными по своему функциональному назначению объектами.

# Пример: гвоздь



# Пример: магазин



*Первый этап системного анализа:  
представление изучаемого объекта  
в виде системы*

1. Определение надсистемы и других внешних подсистем
2. Определение главной полезной функции объекта
3. Определение подсистем объекта
4. Определение структуры системы



## Определение надсистемы

Исходная система	Варианты надсистемы
Электромотор	Двигатель Электродрель Зубоврачебный кабинет Изделие электротехнической промышленности

## Определение надсистемы:

1. Ответьте на вопрос:

- Является ли сама <исходная система> <надсистемой>?

Правильный ответ должен быть:

- Нет, не является.

Например,

- Является ли сам **электромотор** **двигателем**?
- Да.

Следовательно двигатель – это *не надсистема*, а просто обобщение понятия

## Определение надсистемы:

2) Проверьте, корректно ли звучит вопрос для выбранной надсистемы из списка:

– Какую функцию выполняет <исходная система> в <надсистеме>?

Этот вопрос, если он оказывается корректным, сразу же выводит на ответ о **главной полезной функции** нашей системы.

Электромотор	Двигатель <b>Электродрель</b> Зубоврачебный кабинет Изделие электротехнической промышленности
--------------	--

<i>Исходная система</i>	<i>Варианты надсистемы</i>
Немецкая овчарка	Порода собак <b>Население моей квартиры</b> Питомник Теплокровное животное
Токарный станок	Устройство для обработки металла <b>Цех металлообработки</b> Завод металлоконструкций Машиностроение Магазин "Домашний мастер"
Деньги	Платежное средство <b>Рынок</b> Валюта Товарообмен Семейный бюджет

## Второй этап – *системное исследование объекта*

Полное и правильное представление о системе можно получить лишь проведя это исследование в трех аспектах:

- *предметном*
- *функциональном*
- *историческом*

Направленность анализа: «внутри» и «наружу»

# Предметный анализ

*Состоит из двух частей:*

- Анализ строения и внутренних связей системы
- Анализ строения надсистемы и внешних связей исследуемой системы

Используются статические свойства систем:

- ✓ Целостность
- ✓ Открытость
- ✓ Внутренняя неоднородность
- ✓ Структурированность

# Предметный анализ

*Анализ строения и внутренних связей системы:*

- Из чего состоит система?  
(Определение состава системы)
- Как связаны между собой элементы системы?  
(Анализ структуры системы)

*Анализ строения надсистемы и внешних связей исследуемой системы:*

- Какие еще системы входят в надсистему, кроме нашей?
- Как в надсистеме наша система связана с другими?

# Функциональный анализ

*Состоит из двух частей:*

- Анализ внутреннего функционирования системы, "работы" ее связей
- Анализ внешнего функционирования системы, ее входов и выходов

Используются динамические и синтетические свойства систем:

- ✓ Функциональность
- ✓ Стимулируемость
- ✓ Эмерджентность



# Функциональный анализ

*Анализ внутреннего функционирования системы, "работы" ее связей:*

- Как работает каждый элемент системы?
- Какие внутренние функции выполняет каждая из подсистем, входящих в нашу систему?

*Анализ внешнего функционирования системы, ее входов и выходов:*

- Как наша система в целом работает в надсистеме?
- Какие внешние задачи решает система?

# *Исторический анализ*

Исследование динамики развития системы

*Жизненный цикл любой системы разделяют на следующие этапы:*

- возникновение,
- становление,
- эволюция,
- разрушение или преобразование

*Исторический анализ состоит из двух частей:*

- Генетический анализ системы
- Прогноз развития системы

# *Исторический анализ*

## *Генетический анализ системы:*

- Когда и в каком виде возникла система?
- На каком этапе жизненного цикла находится система?

## *Прогноз развития системы:*

- Как, в каком направлении будет развиваться система?
- Что будет модифицироваться в системе в первую очередь?

# *Анализ технических систем*

*Системы двух типов:*

- типа "*предмет*" (устройства, машины, аппараты, приборы)
- типа "*процесс*" (способы, технологии).

# *Предметная техническая система*

- Искусственно созданное **единство** целесообразно организованных в пространстве и времени и находящихся во взаимной связи **искусственных** или **природных элементов**, имеющее целью своего функционирования удовлетворение некоторой общественной потребности.

# *Процессная техническая система*

Искусственно выстроенная **последовательность** целесообразно организованных в пространстве и времени и находящихся во взаимной связи **действий** и **операций**, имеющая целью своей реализации удовлетворение некоторой общественной потребности за счет обработки или преобразования материальных объектов.

*Примеры предметных технических систем:*

- Автозавод
- Сборочный цех автозавода
- Конвейер сборочного цеха
- Электромотор
- Статор электромотора
- Ручная отвертка
- Телевизор
- Тетрадь

*Примеры технических систем типа «процесс»:*

- Технология производства труб
- Икэбана
- Удаление больного зуба
- Коллекционирование марок
- Фотографирование
- Оформление презентации
- Изучение иностранного языка
- Сборка компьютера
- Приготовление яичницы

В состав ТС входят те элементы, наличие и взаимодействие которых необходимо и достаточно для осуществления ГПФ этой ТС.

1. *Возможности* ТС должны обеспечивать выполнение ГПФ системы
2. *Потребности* ТС не должны превышать допустимых затрат на систему.



- Возможности ТС — что и как делает данная система
- Потребности ТС — что необходимо для ее существования и функционирования.

Качество системы выражают обычно через ее эффективность:

$$\mathbf{\mathcal{E} = (полезный\ результат) / (затраты)}$$

или, в случае несоизмеримости числителя и знаменателя, через набор физических эффективностей:

$$\mathbf{\sum \mathcal{E}_f = (полезный\ выход) / (вход)}$$

где входы и выходы рассматриваются как потоки (энергии, вещества или информации).

## Пять видов физической эффективности

<b>Вид физической эффективности</b>	<b>Вариант именовании эффективности</b>
Коэффициент использования энергии	КПД
Коэффициент использования времени	Скважность
Коэффициент использования массы (веса)	Полезная нагрузка
Коэффициент использования места (пространства)	Плотность упаковки (монтажа)
Коэффициент использования информации	Избыточность информации

*Ошибки при построении модели черного ящика* приводят к тому, что кроме полезных входов и выходов, могут появляться бесполезные, и даже вредные. Таким образом, и по входам, и по выходам ТС всегда обладает некоторой избыточностью, которая непосредственно связана с эффективностью.

- *Внешний* (то есть с точки зрения надсистемы) предметный анализ и анализ функций системы фактически имеют целью выявить ГПФ системы и определить полезные входы и выходы исследуемой ТС.
- На этапах *внутреннего* предметного и функционального анализа выявляются многие побочные входы и выходы и происходит более четкое их разделение на полезные, бесполезные и вредные.

## *Последовательность операций внутреннего предметного и функционального исследования ТС:*

- Составление перечня элементов ТС
- Составление перечня попарных взаимодействий элементов и определение результата взаимодействий, оформление матрицы или графа взаимодействий
- Составление списка возможностей ТС, которые обеспечиваются взаимодействием и свойствами элементов
- Определение подсистем данной ТС (одновременно с выявлением функций этих подсистем в данной системе)