Альтшуллер Генрих Саулович
1926 -1998

ТРИЗ

Теория

Решения

Изобретательских

Задач

ТРИЗ

~~Теория~~

Это не вполне теория. Скорее - методика

Решения

Изобретательских

Задач

ТРИЗ

~~Теория~~

~~Решения~~

Это не совсем решения. Скорее – концепции и идеи

Изобретательских

Задач

ТРИЗ

~~Теория~~

~~Решения~~

~~Изобретательских~~

Уровень изобретения бывает нужен далеко не всегда

Задач

Никогда не говори «никогда»

- Бурение земли в поисках нефти? Вы имеете в виду, что надо сверлить землю для того, чтобы найти нефть? Вы сошли с ума. (Ответ на проект Edwin L. Drake в 1859 г.)

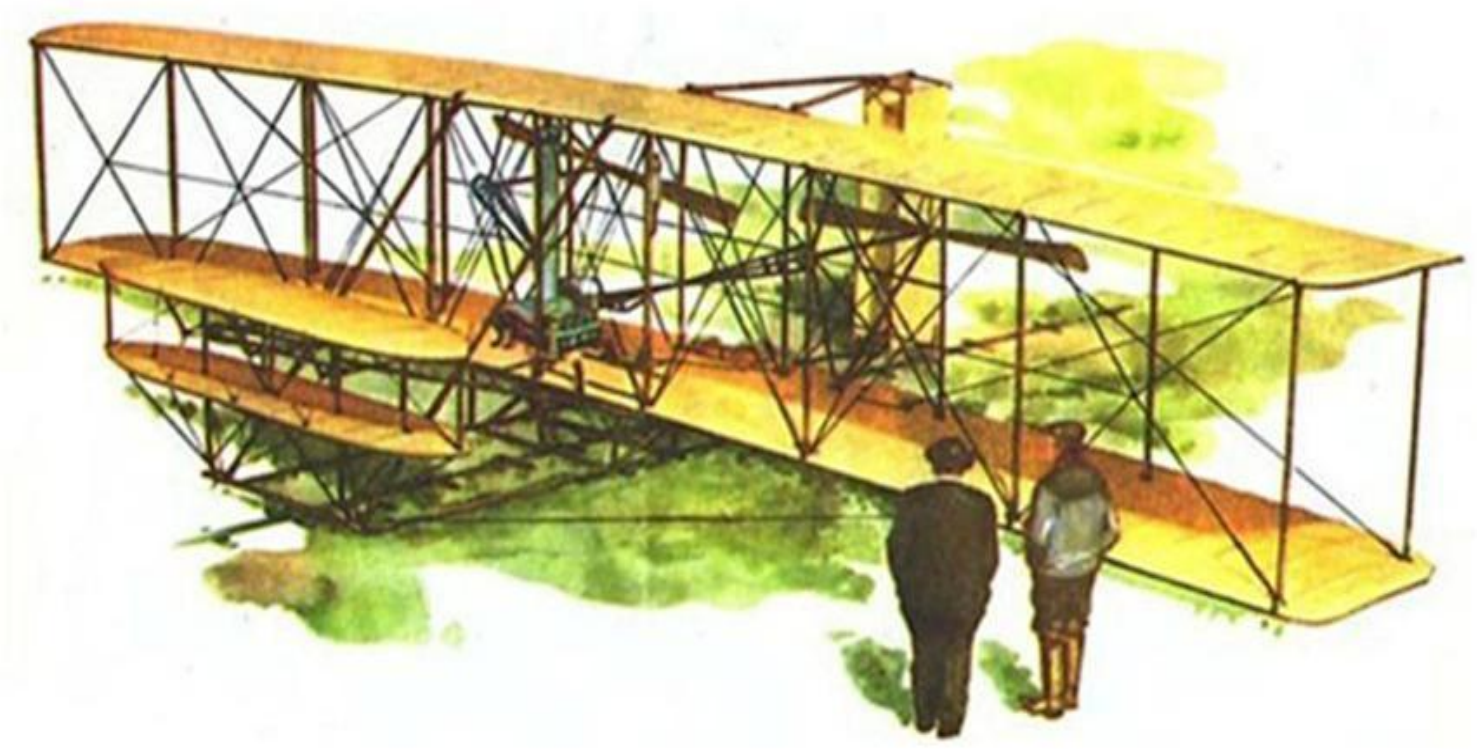
- Летающие машины, весом тяжелее воздуха, невозможны! (Lord Kelvin — президент Королевского Общества Royal Society, 1895 г.)

- В будущем компьютеры будут весить не более чем 1,5 тонн. (Popular Mechanics, 1949 г.)

- 640 кБ должно быть достаточно для каждого. (Bill Gates, 1981 г.)

Невозможно создать летательный аппарат тяжелее воздуха…

Ну, разве низенько-низенько и очень недалеко…



387

Три кита, на которых стоит

Противоречия

Законы развития техники

Функциональный подход

Противоречия

<u>Постулат:</u> развитие идет через устранение противоречий, всегда имеющихся в технической системе.

Противоречием (в технике) называем ситуацию, когда к технической системе или каким-либо ее параметрам предъявляются требования, противоречащие друг другу. Или когда предъявляемое требование противоречит каким-либо существенным свойствам системы.

Технической системой называем любую систему, созданную человеком для удовлетворения каких-либо потребностей.

Противоречия

Из ручки **ДОЛЖНЫ** вытекать чернила, когда она соприкасается с какой-то поверхностью (бумагой),
Но из ручки **НЕ ДОЛЖНЫ** вытекать чернила, когда она соприкасается с какой-то поверхностью (карманом одежды).

Противоречия

Противоречия

Руководство сформулировало две задачи:

- Необходимо завершить уборку сахарной свеклы **до 20 октября**, чтобы обеспечить оптимальные сроки следующей посевной,

НО

- Необходимо растянуть уборку сахарной свеклы **до 26 ноября**, чтобы обеспечить оптимальные сроки работы завода.

Не всегда развитие идет устранением противоречий

Количественное (линейное) развитие

Если рынку понадобился другой подшипник, нет проблем его спроектировать и изготовить.

Не всегда развитие идет устранением противоречий

Компромисс

«Запорожець»

«Bentley»

«Форд Фокус»

Машина должна быть удобной и дешевой. Сплошь и рядом мы выбираем компромисс между достаточным удобством и разумной ценой.

Типы противоречий

Мы делим противоречия на три основных типа:

•Административное

•Техническое

•Физическое

Административное противоречие

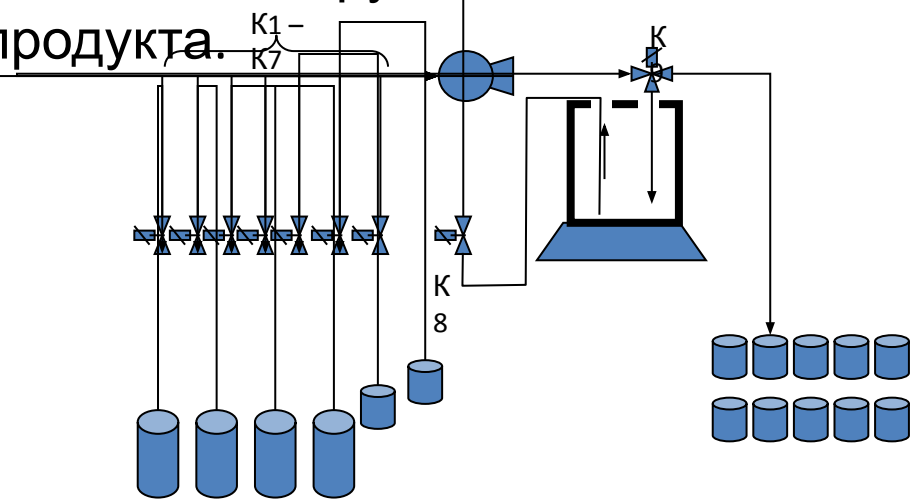
Административным противоречием мы называем ситуацию, когда противоречивые требования не предъявляются или не сформулированы.

Трудоемкость приклеивания этикетки на канистру.

Техническое противоречие

Техническим противоречием мы называем ситуацию, когда противоречивые требования предъявляются к разным параметрам системы.

- Если точность дозирования компонентов высокая, обеспечивается хорошее качество растворителя, но при этом недопустимо увеличивается трудоемкость процесса.
- Если точность дозирования компонентов низкая, трудоемкость низка, но недопустимо уменьшается качество продукта.



Физическое противоречие

Физическим противоречием мы называем ситуацию, когда противоречивые требования предъявляются к одному и тому же параметру системы.

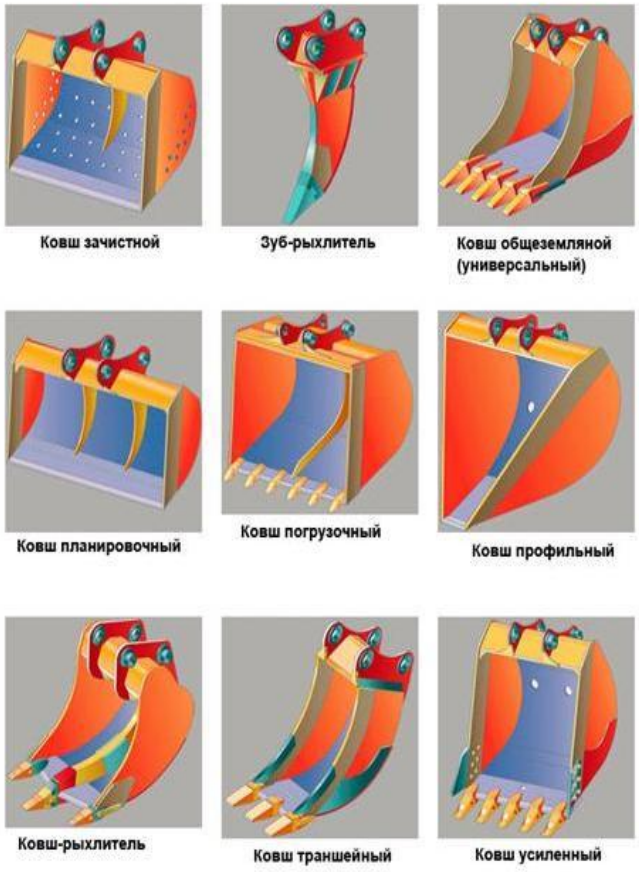
Идеальный растворитель должен растворять ВСЕ.
Но он не должен растворять все, иначе его не в чем будет держать.

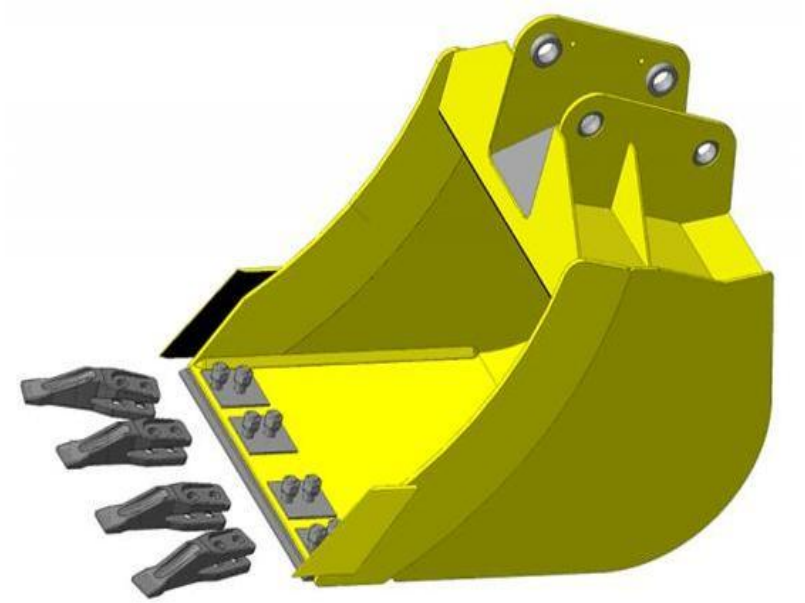
Типовые ошибки

- Поверхностная, «внешняя» формулировка, не отражающая сути происходящего в системе
    - Столкновение «хотим» и «не можем»
- Столкновение потребительского и внутреннего свойств
- «Несимметричность» противоречия (не получается формулировка на обратном ходе)

1. Принцип дробления (Сегментация)

Выполнить объект разборным





5. Принцип объединения

А. соединить однородные или предназначенные для смежных операций объекты;
В. объединить во времени однородные или смежные операции

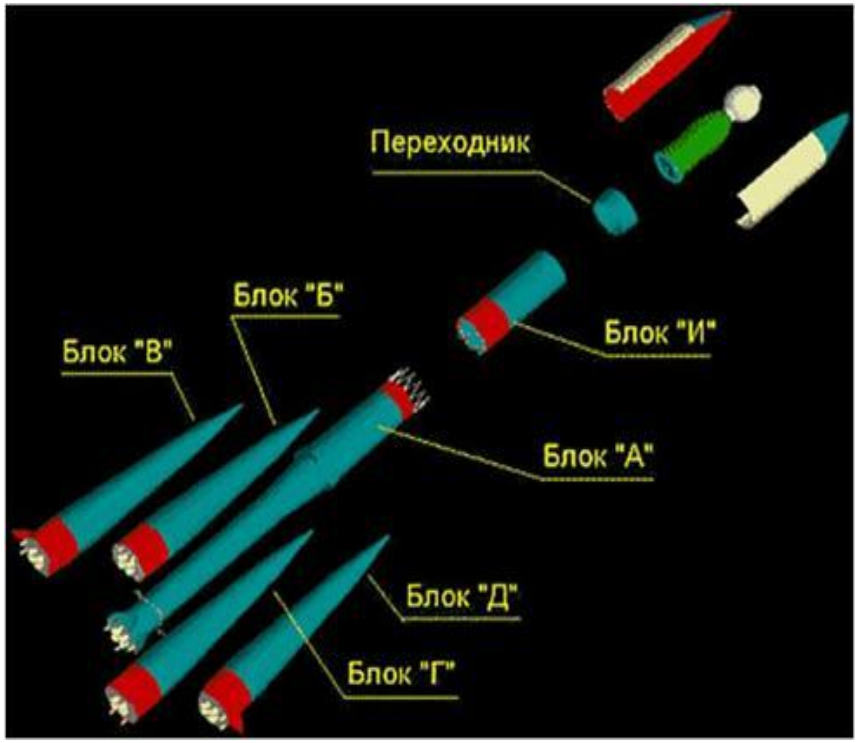
15. Принцип динамичности

Характеристики объекта (или внешней среды) должны меняться так, чтобы быть оптимальными на каждом этапе работы

17. Принцип перехода в другое измерение

- Многоэтажная компоновка объектов вместо одноэтажной.
- Наклонить объект или положить его "набок".

34. Принцип отброса и регенерации частей



Оперативная зона и оперативное время

ОЗ – срез ствола

ОВ – порожний

ОЗ - ухо

ОВ – груженый

Ребенок должен быть шумливый и непоседливый, иначе что ж это за ребенок…

…Ребенок должен быть тихий и спокойный, чтобы душа радовалась

08-21-2013 Wed 14:36:12
Гагарина 2
08-21-2013 Wed 14:36:54
Гагарина 2

- Законы
- Тренды
- Линии развития

Три уровня закономерностей

Законы

Статика

- **Закон полноты частей системы**
- **Закон «энергетической проводимости» системы**
- **Закон согласования ритмики частей системы**

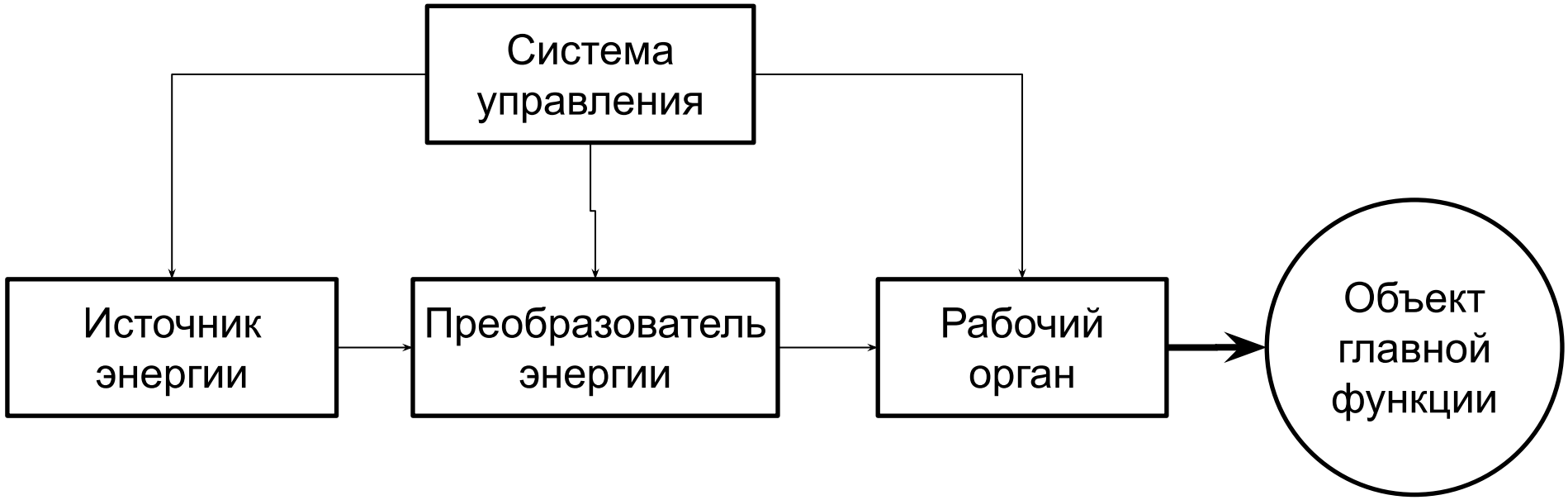
Кинематика

- Закон увеличения степени идеальности системы
- Закон неравномерности развития частей системы
- Закон перехода в надсистему

Динамика

- Закон перехода с макроуровня на микроуровень
- Закон повышения степени вепольности

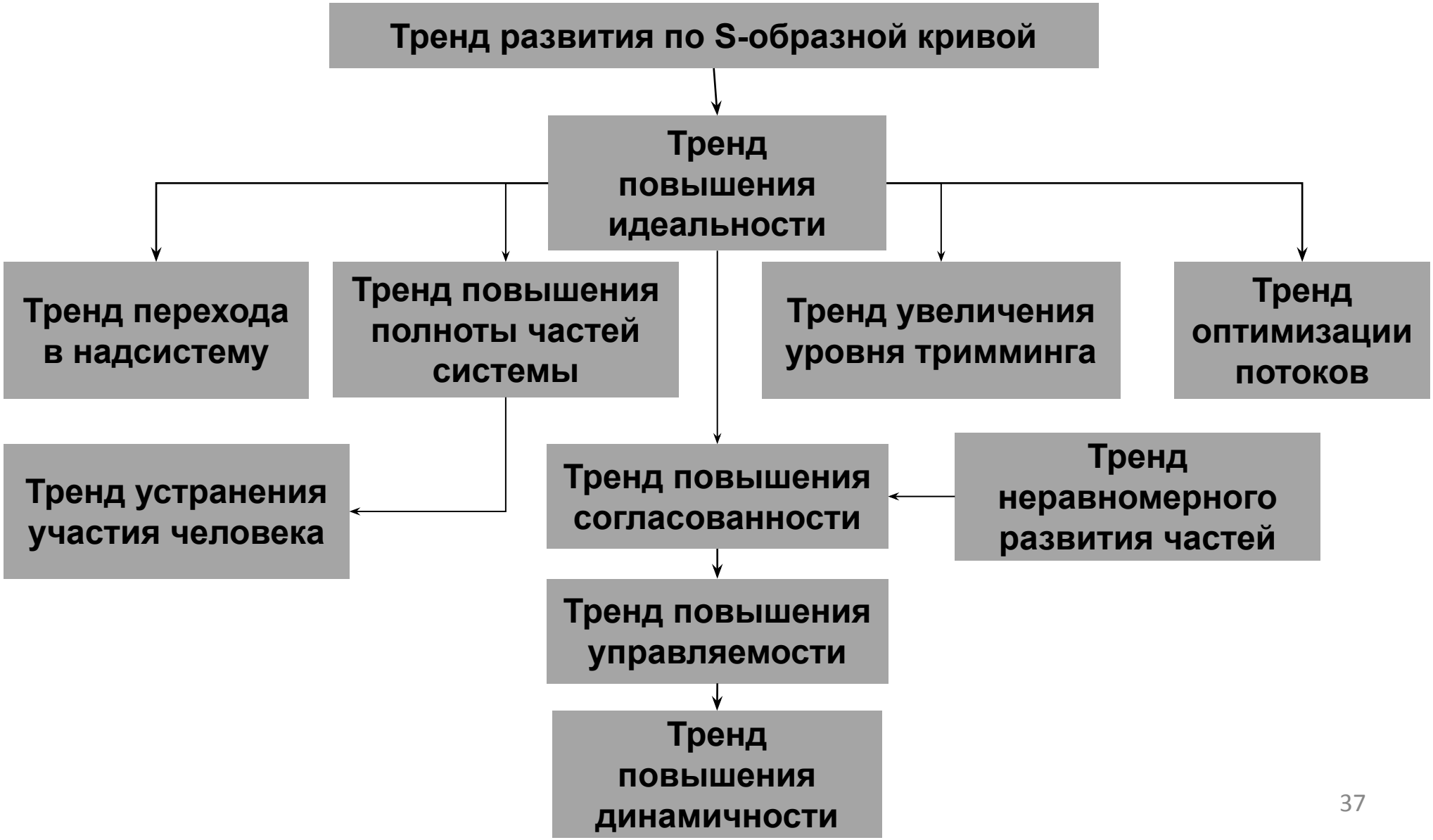
Закон полноты частей системы



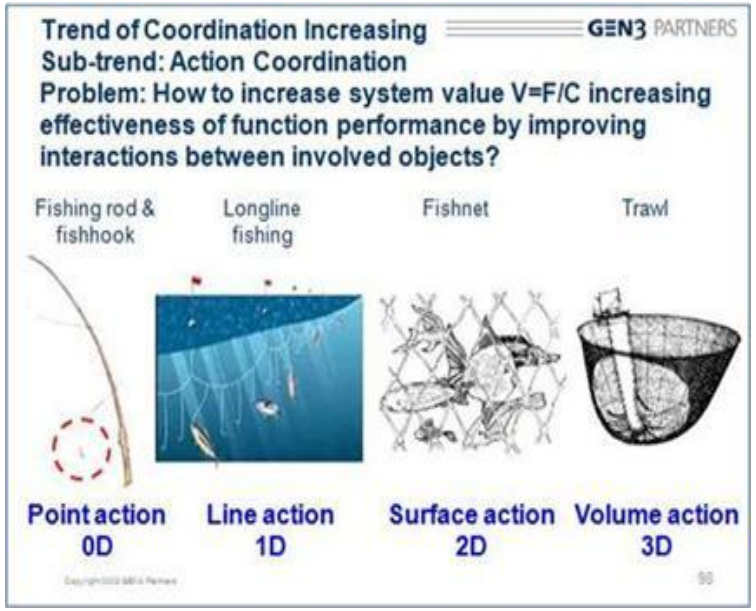
Закон «энергетической проводимости» системы

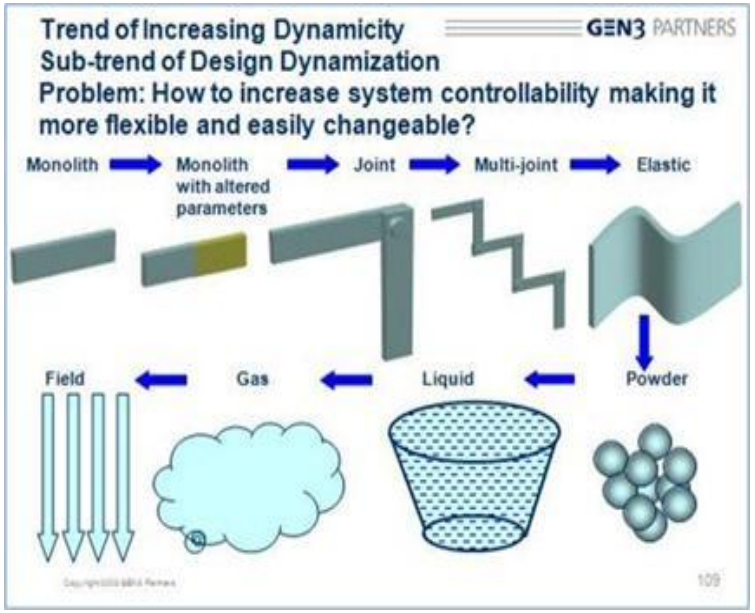
Закон согласования ритмики частей системы

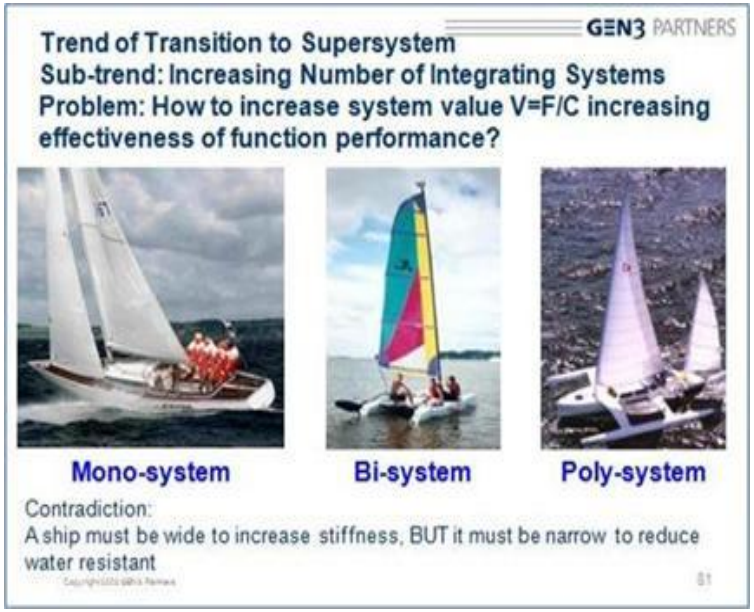
Тренды


Тренд развития по S-образной кривой
Тренд повышения идеальности
Тренд перехода в надсистему
Тренд повышения полноты частей системы
Тренд увеличения уровня тримминга
Тренд оптимизации потоков
Тренд устранения участия человека
Тренд повышения согласованности
Тренд неравномерного развития частей
Тренд повышения управляемости
Тренд повышения динамичности

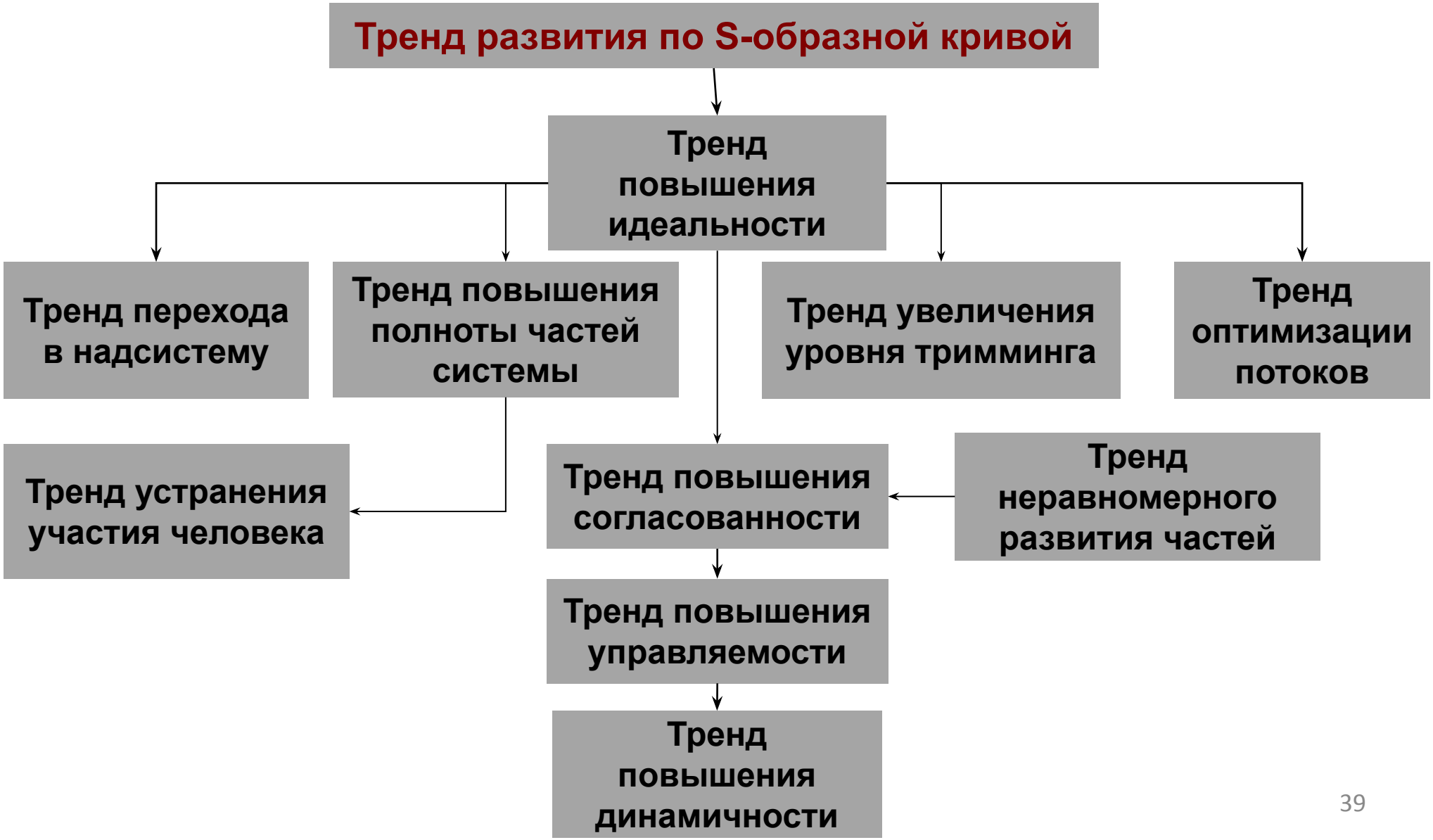
Линии развития

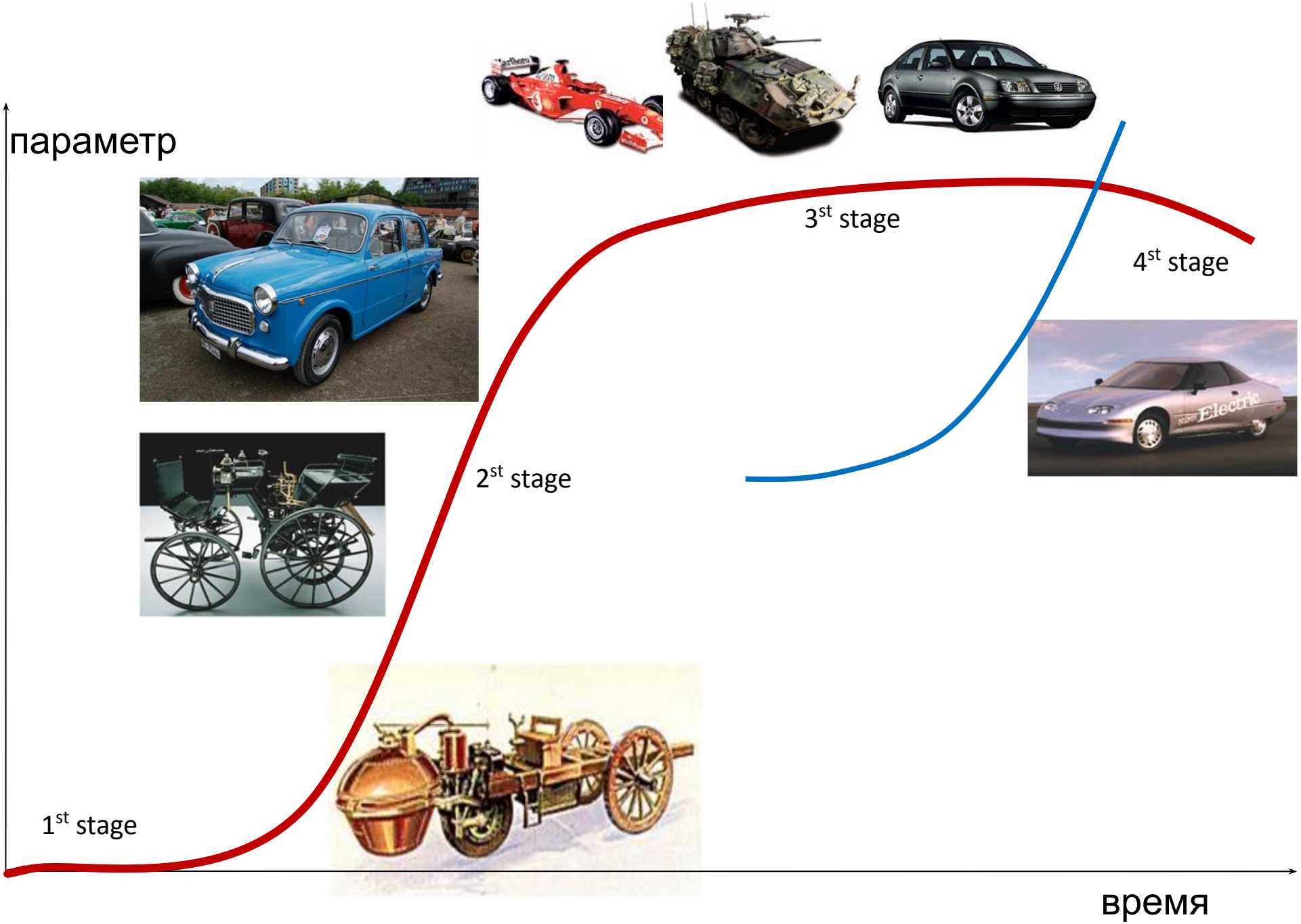






Тренды

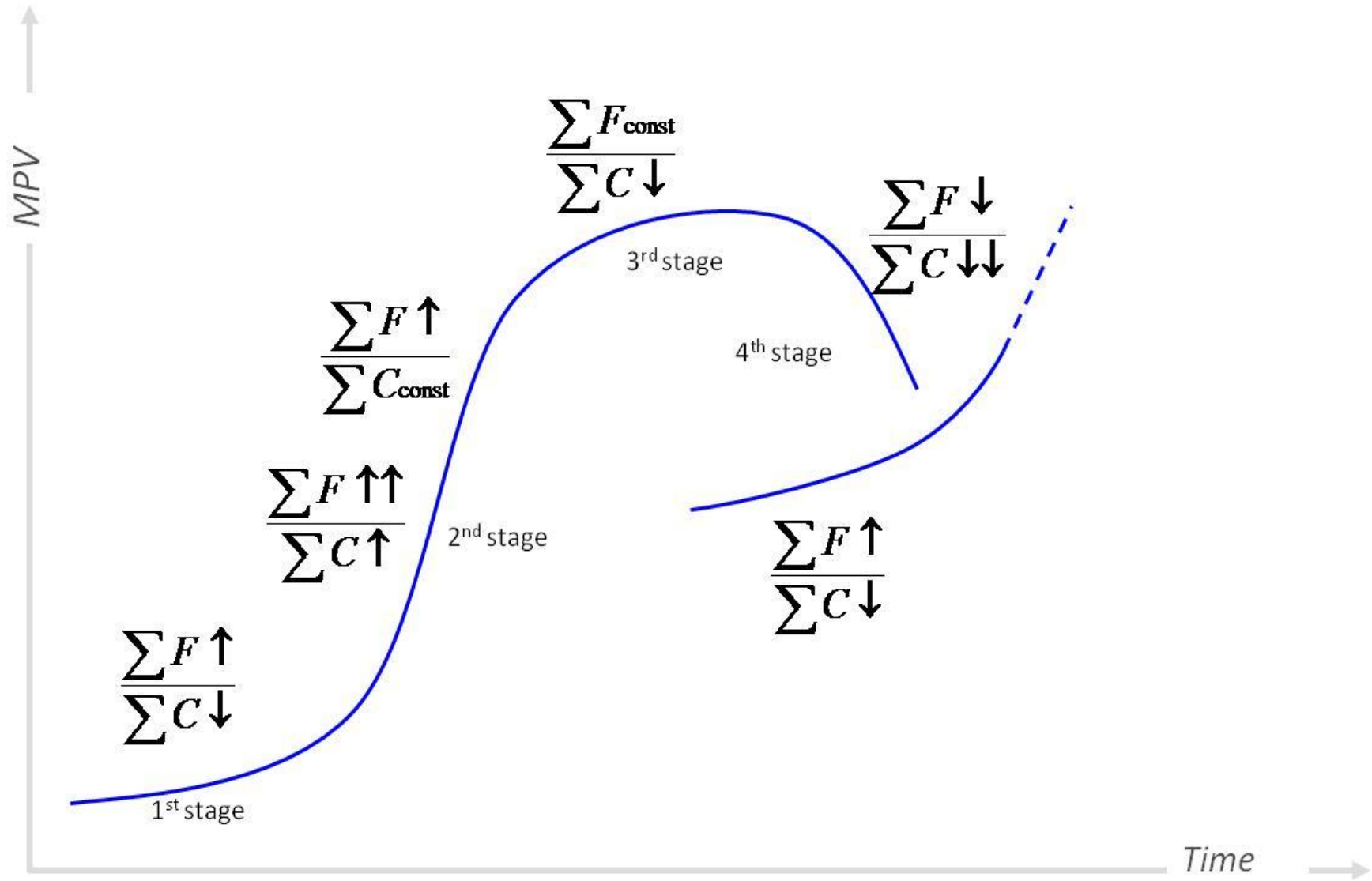

Тренд развития по S-образной кривой
Тренд повышения идеальности
Тренд перехода в надсистему
Тренд повышения полноты частей системы
Тренд увеличения уровня тримминга
Тренд оптимизации потоков
Тренд устранения участия человека
Тренд повышения согласованности
Тренд неравномерного развития частей
Тренд повышения управляемости
Тренд повышения динамичности


параметр
время
1st stage
2st stage
3st stage
4st stage

Идеальность

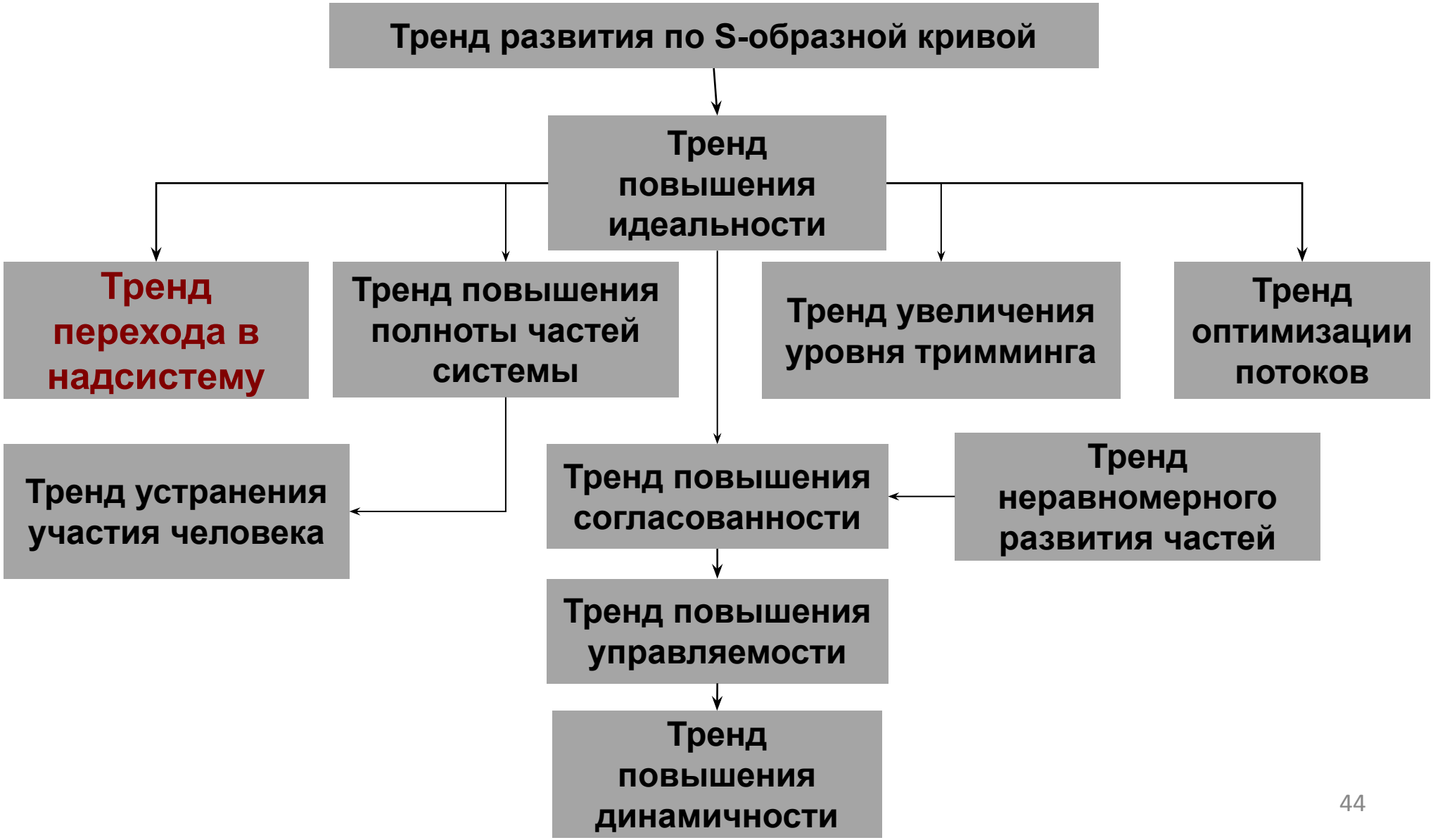
$$\frac{\Sigma F}{\Sigma C}$$

Идеальность нужно рассматривать для условий данной задачи, **Здесь и сейчас**.


MPV
$\frac{\sum F\uparrow}{\sum C\downarrow}$
1st stage
$\frac{\sum F\uparrow\uparrow}{\sum C\uparrow}$
2nd stage
$\frac{\sum F\uparrow}{\sum C_{const}}$
$\frac{\sum F_{const}}{\sum C\downarrow}$
3rd stage
4th stage
$\frac{\sum F\downarrow}{\sum C\downarrow\downarrow}$
$\frac{\sum F\uparrow}{\sum C\downarrow}$
Time

Но я-то хотел всего лишь яблоко почистить...

Тренды


Тренд развития по S-образной кривой
Тренд повышения идеальности
Тренд перехода в надсистему
Тренд повышения полноты частей системы
Тренд увеличения уровня тримминга
Тренд оптимизации потоков
Тренд устранения участия человека
Тренд повышения согласованности
Тренд неравномерного развития частей
Тренд повышения управляемости
Тренд повышения динамичности

Тренд перехода в надсистему

- **По мере исчерпания собственных ресурсов развития система вбирает в себя ресурсы надсистемы или сама переходит в надсистему**
- Некоторые механизмы представляют собой линии развития ТС.
- Один из механизмов (объединения с альтернативными системами) имеет собственный аналитический инструмент – перенос свойств (Feature Transfer)

Механизмы тренда (субтренды)

- В процессе развития система начинает объединяться с себе подобными.
- При этом различия постепенно делаются все глубже:

Гомогенные системы

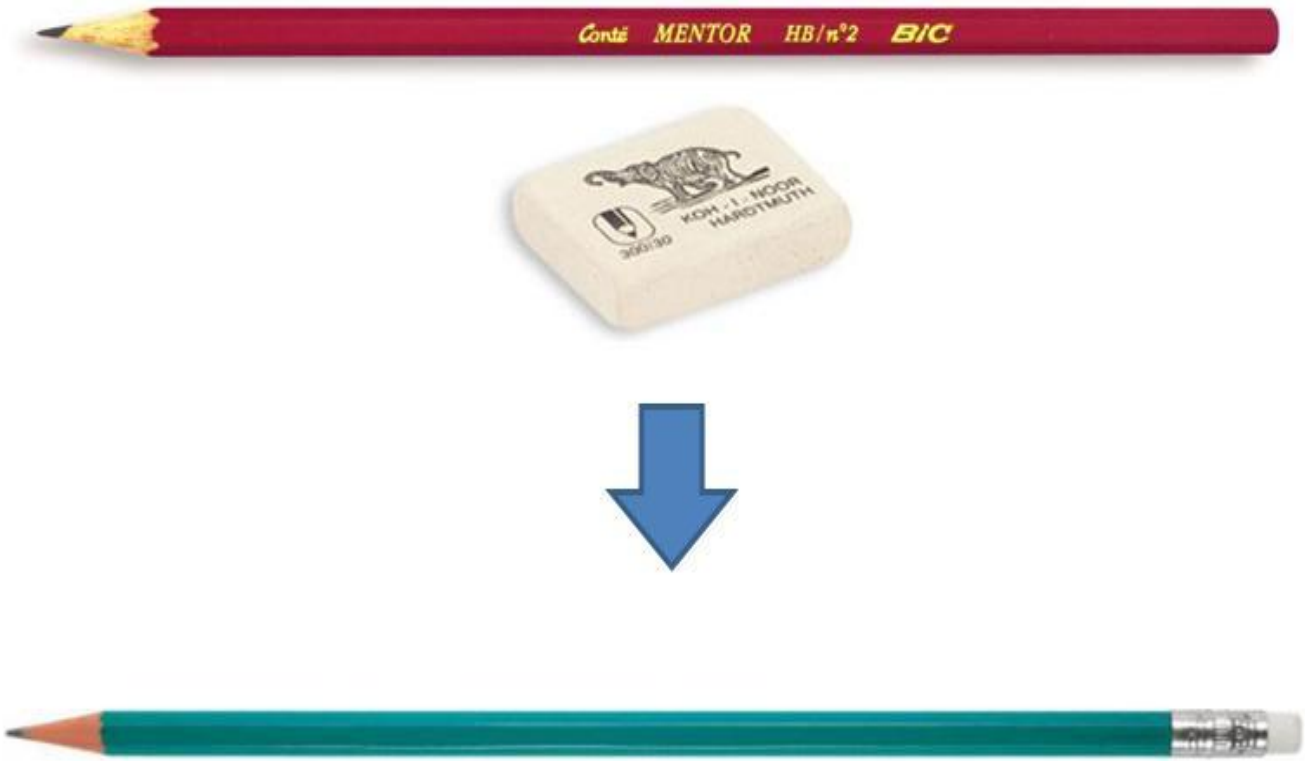
Системы со сдвинутыми параметрами

Альтернативные системы

Гомогенные системы

Системы со сдвинутыми параметрами

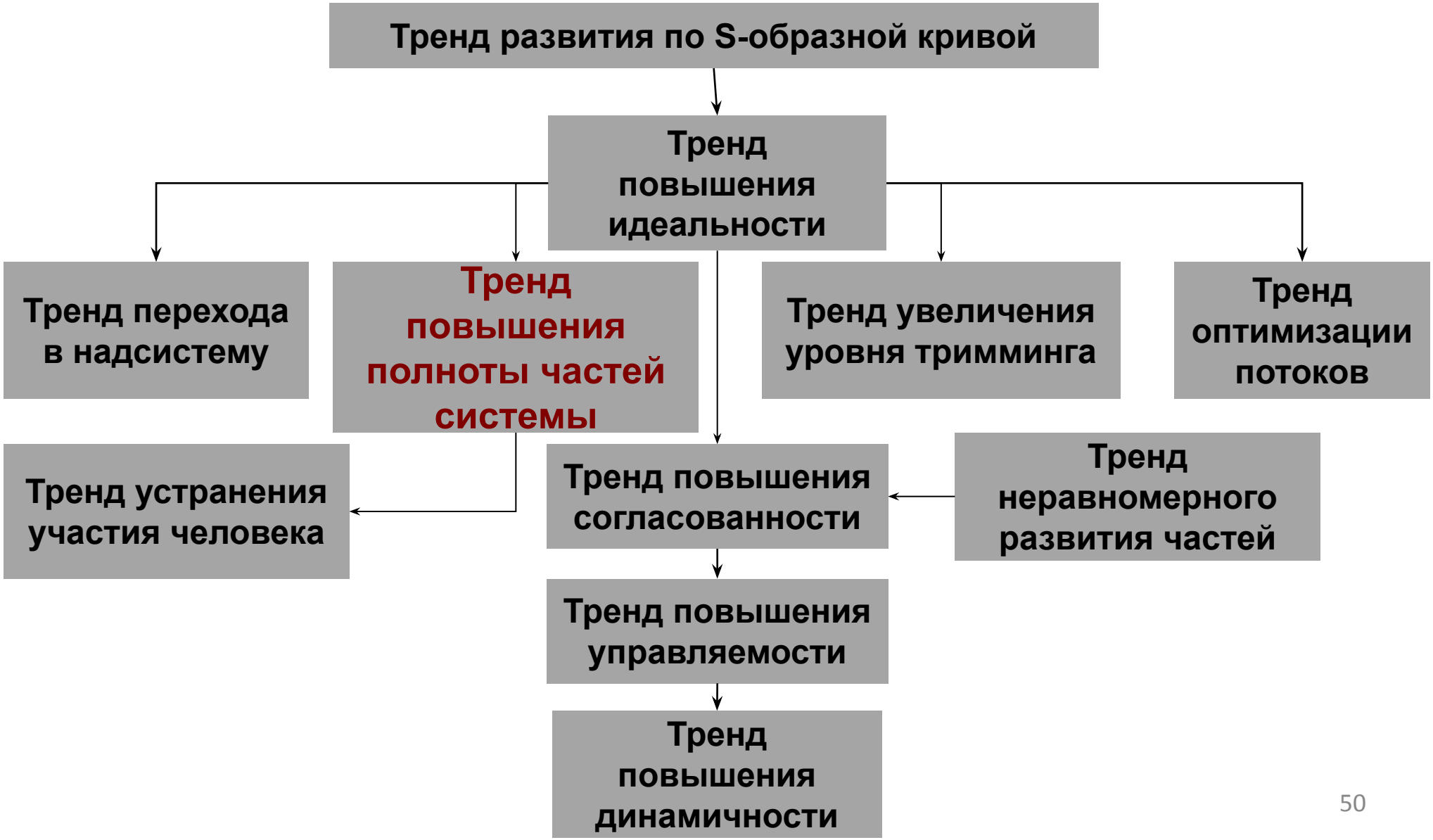
Альтернативные системы

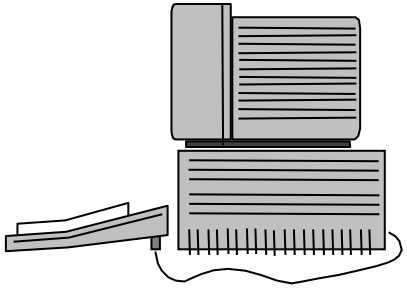

Conté MENTOR HB/n°2 BIC
KOH-I-NOOR
HARDTMUTH
300/30

1
2
3
4
5
7
8
9
10
11

Avito

Тренды


Тренд развития по S-образной кривой
Тренд повышения идеальности
Тренд перехода в надсистему
Тренд повышения полноты частей системы
Тренд увеличения уровня тримминга
Тренд оптимизации потоков
Тренд устранения участия человека
Тренд повышения согласованности
Тренд неравномерного развития частей
Тренд повышения управляемости
Тренд повышения динамичности



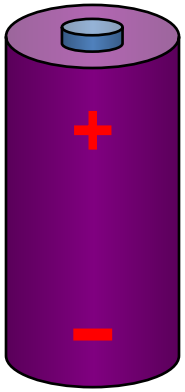
Система управления

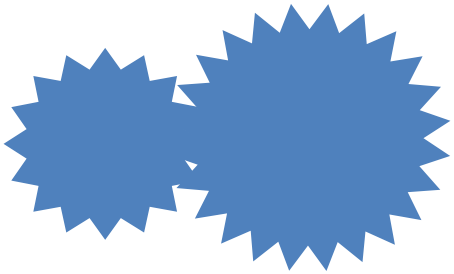
Источник энергии

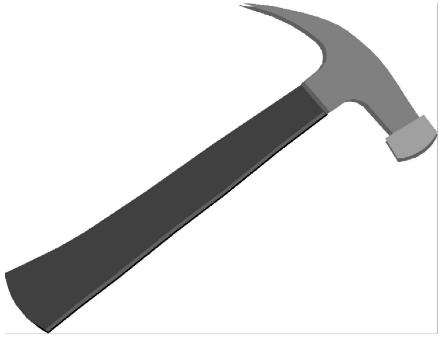
Преобразователь энергии

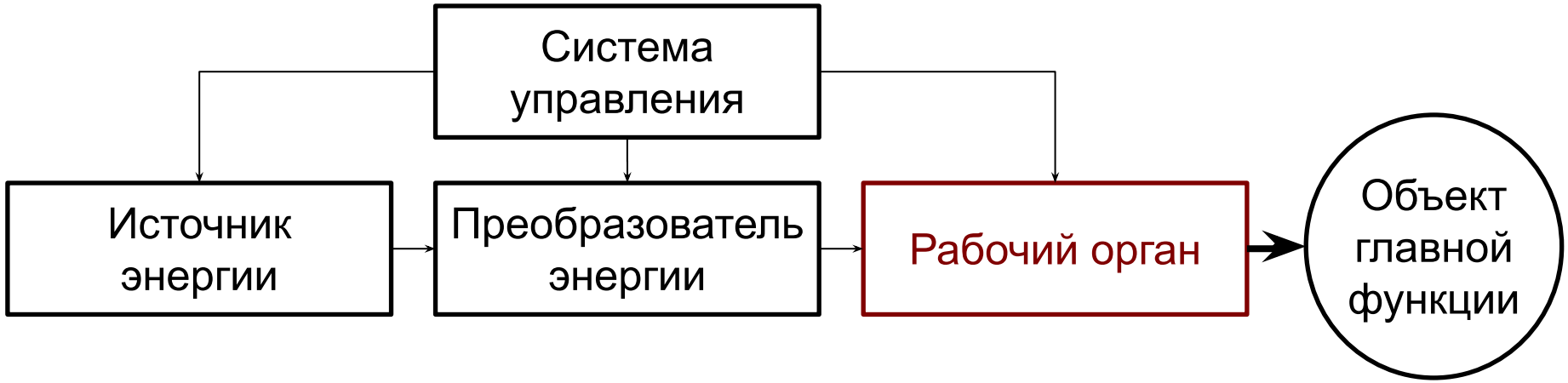
Рабочий орган

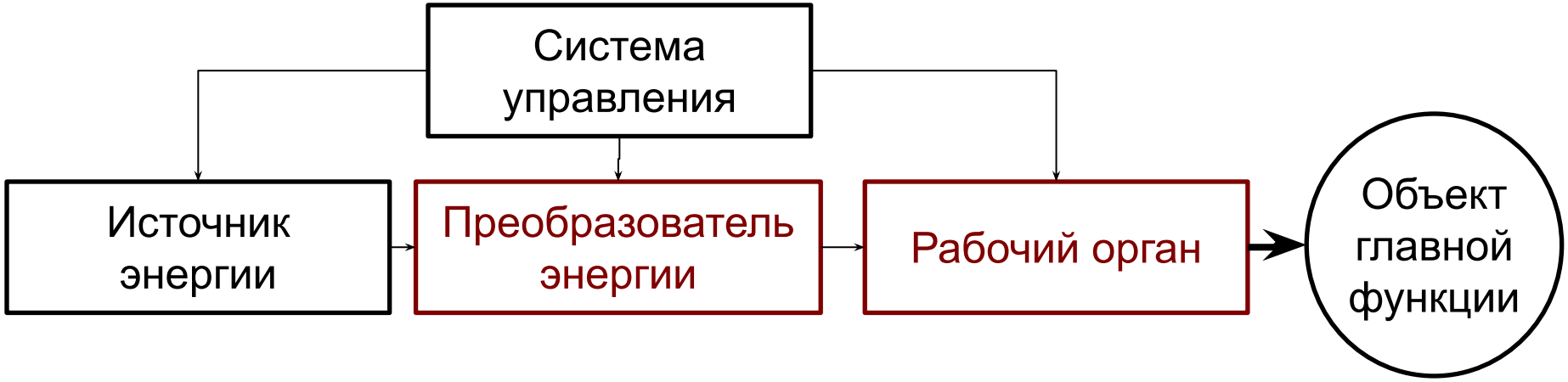
Объект главной функции

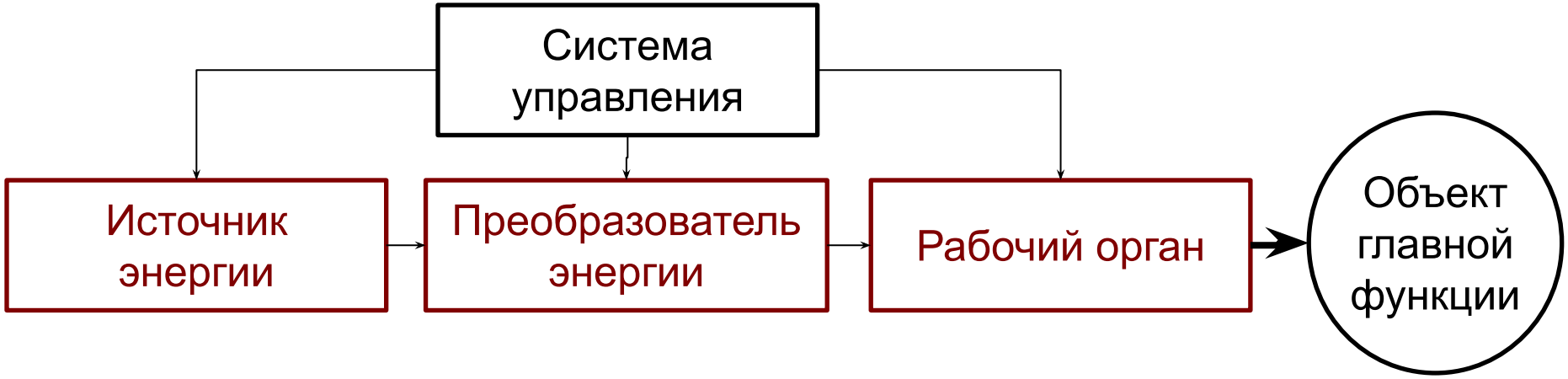




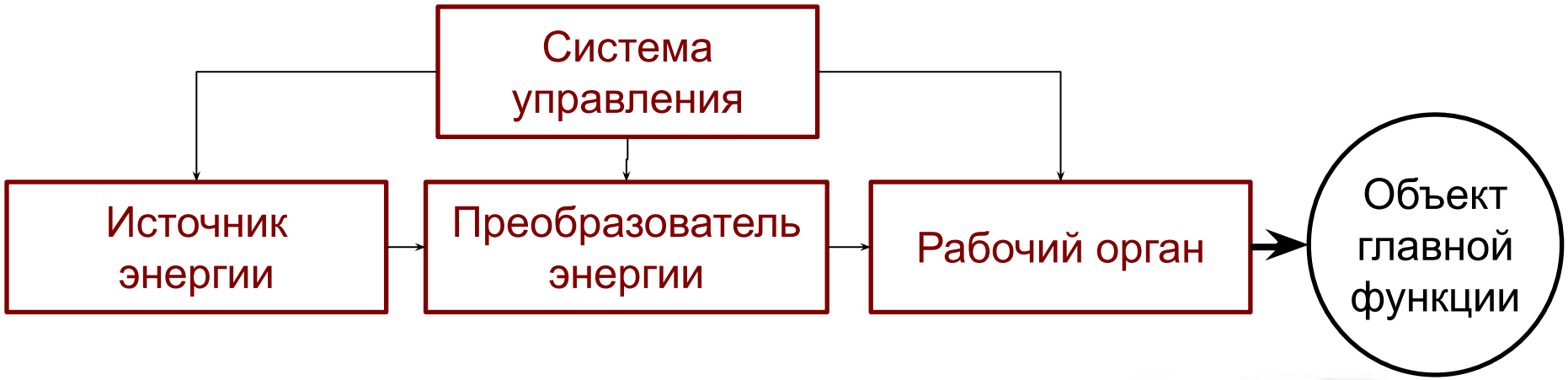



Система управления
Источник энергии
Преобразователь энергии
Рабочий орган
Объект главной функции

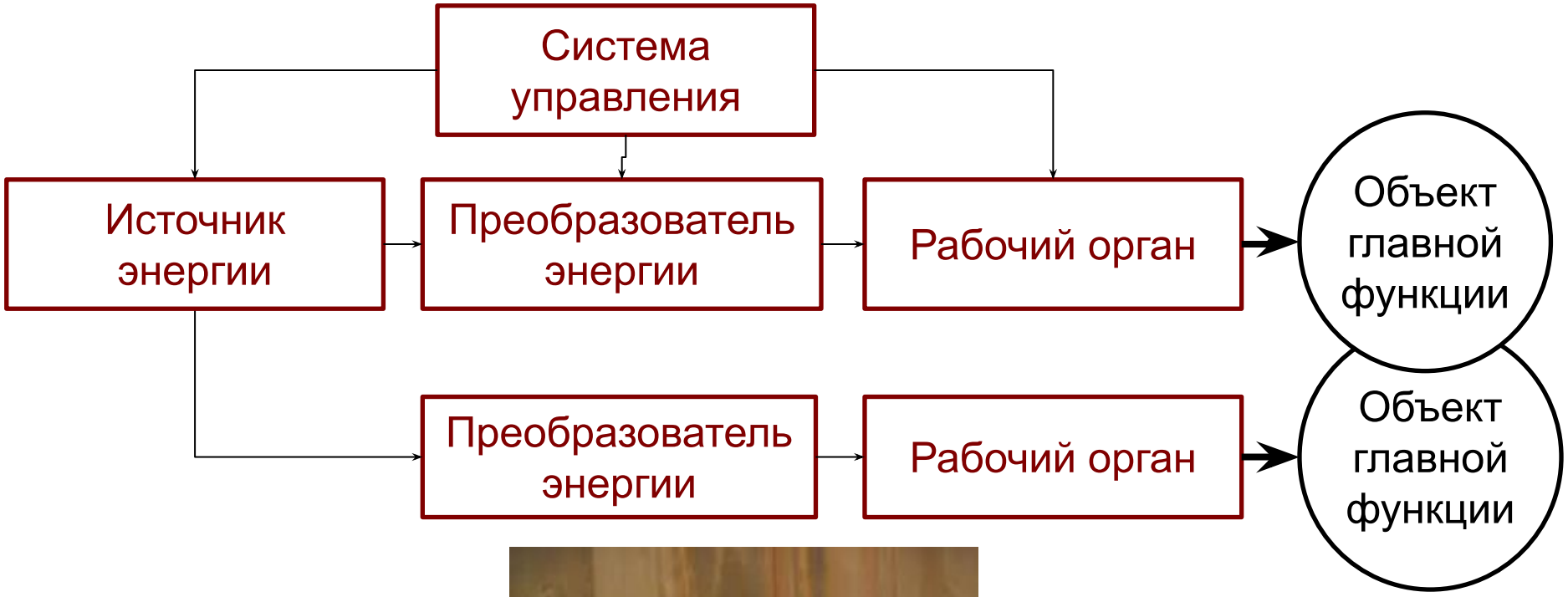

Система управления
Источник энергии
Преобразователь энергии
Рабочий орган
Объект главной функции

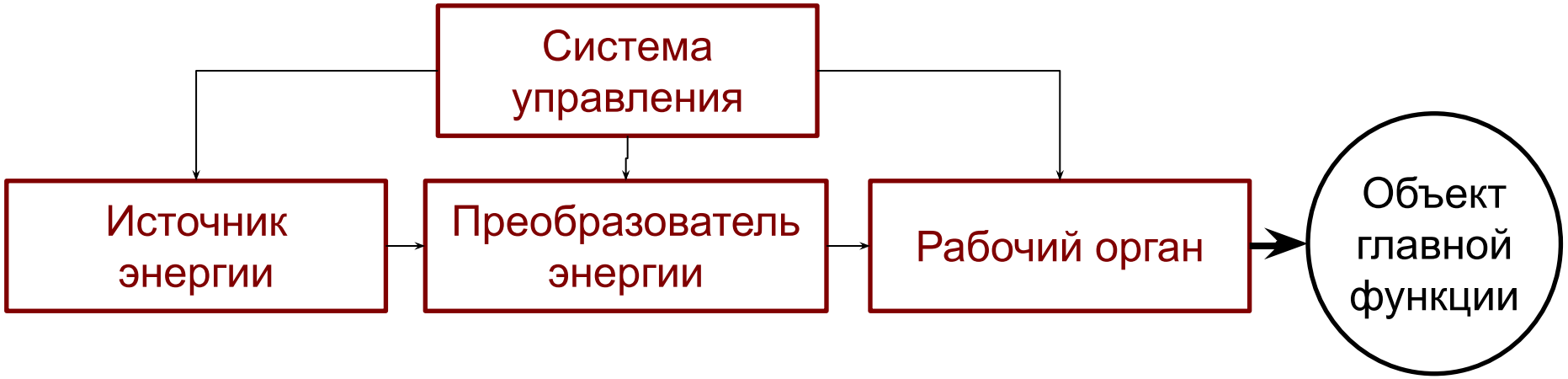

Система управления
Источник энергии
Преобразователь энергии
Рабочий орган
Объект главной функции

metabo


Система управления
Источник энергии
Преобразователь энергии
Рабочий орган
Объект главной функции

RIDGID
HCW-22

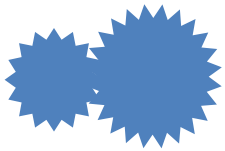

Система управления
Источник энергии
Преобразователь энергии
Рабочий орган
Объект главной функции
Преобразователь энергии
Рабочий орган
Объект главной функции



А дальше?
Неужели все?

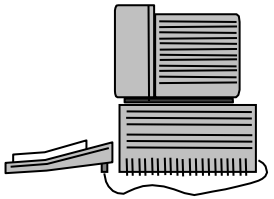
Еще пример: системы для шитья

Operating device



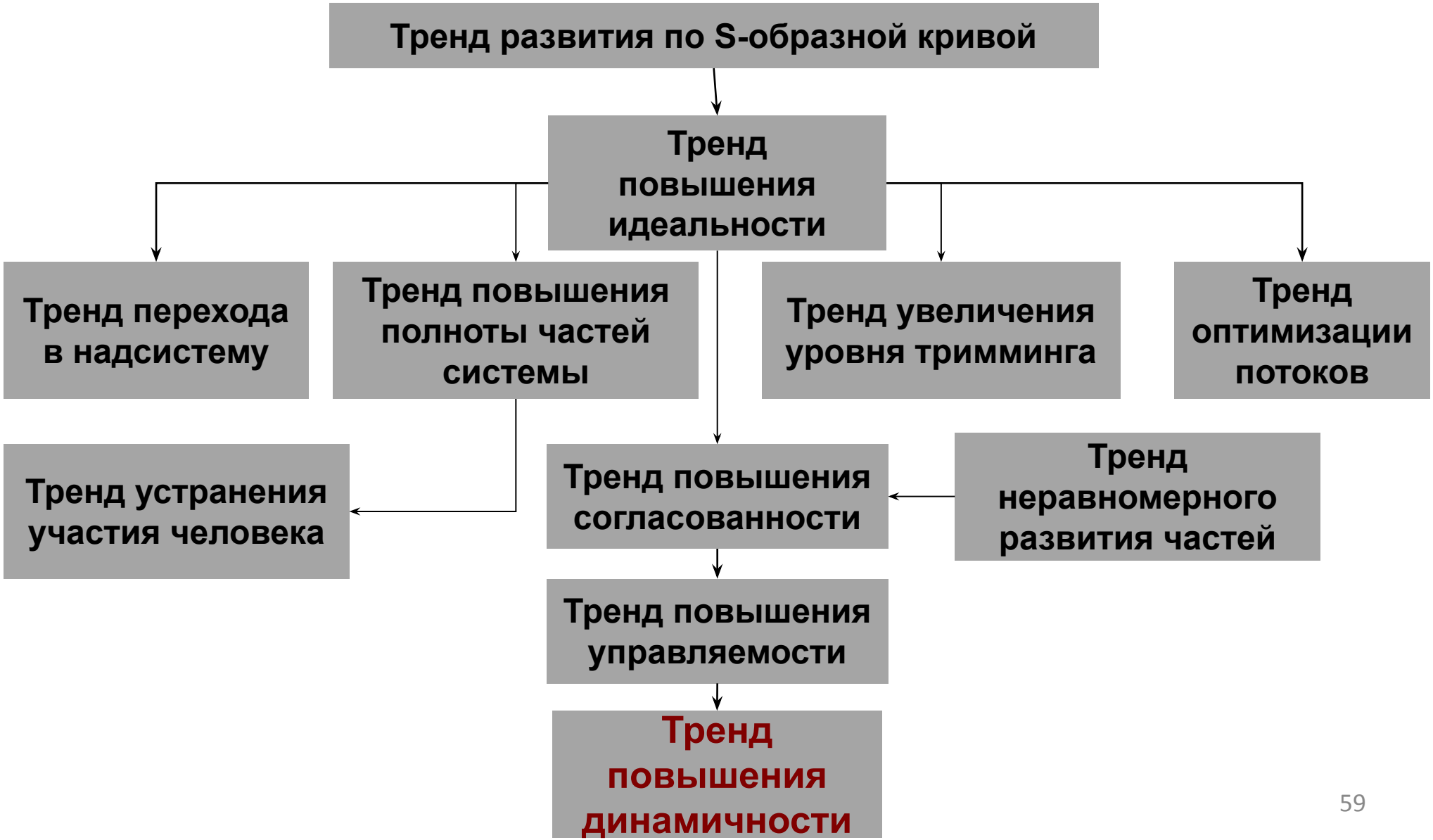
Transmission

Energy source



Control unit

Тренды


Тренд развития по S-образной кривой
Тренд повышения идеальности
Тренд перехода в надсистему
Тренд повышения полноты частей системы
Тренд увеличения уровня тримминга
Тренд оптимизации потоков
Тренд устранения участия человека
Тренд повышения согласованности
Тренд неравномерного развития частей
Тренд повышения управляемости
Тренд повышения динамичности

Войлочная юрта

Динамизация структуры

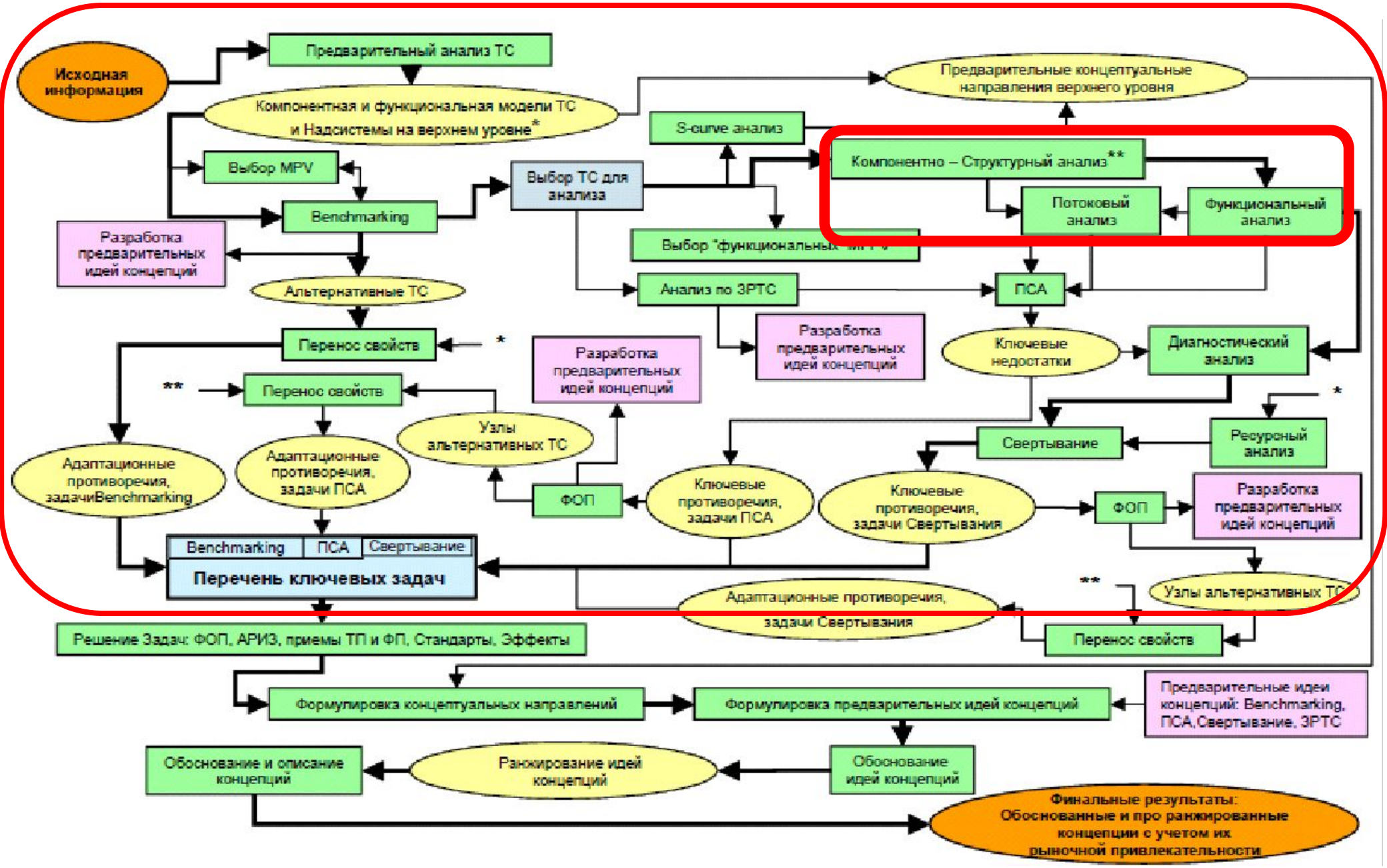
Надувная юрта

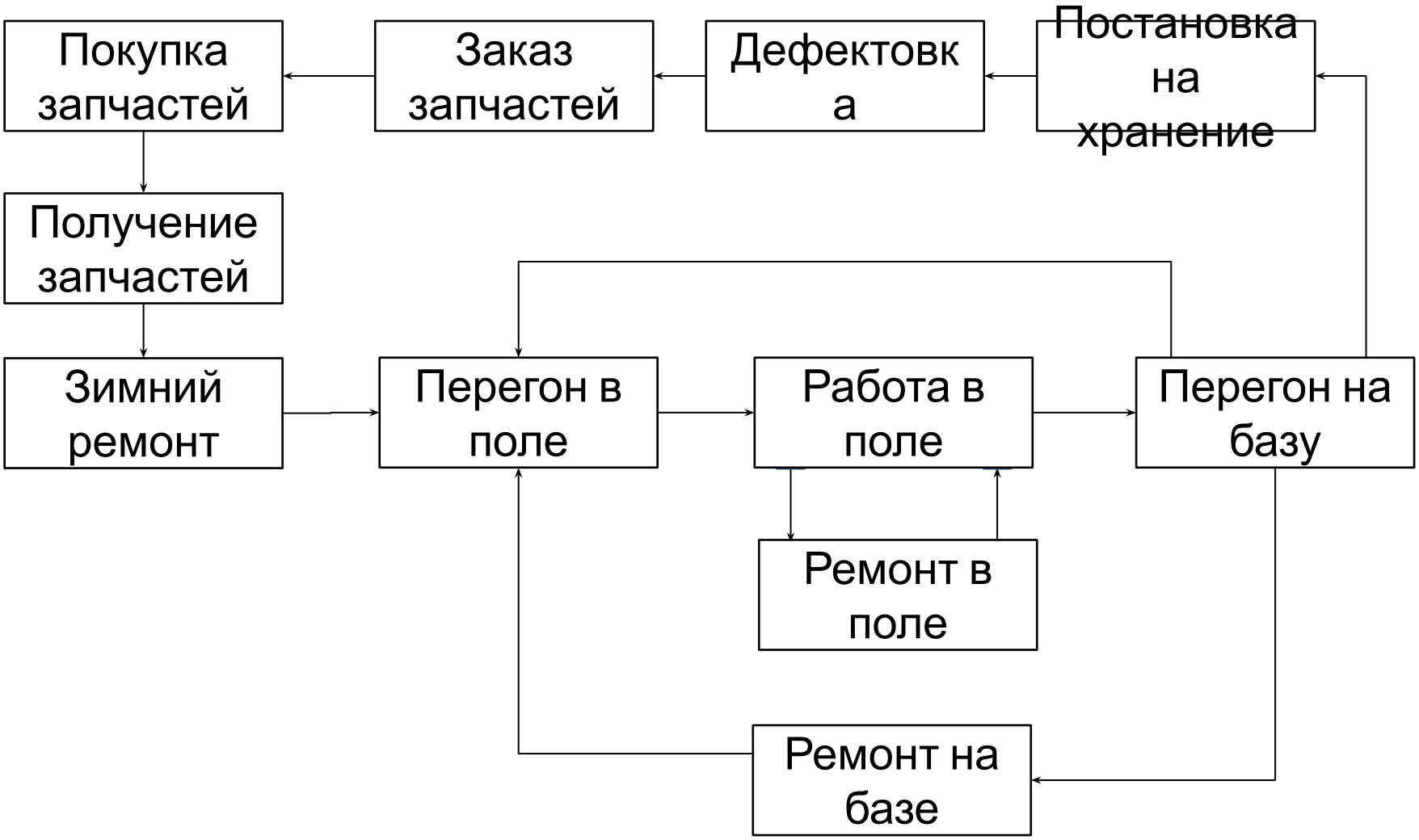
Появление привода

Конный фургон

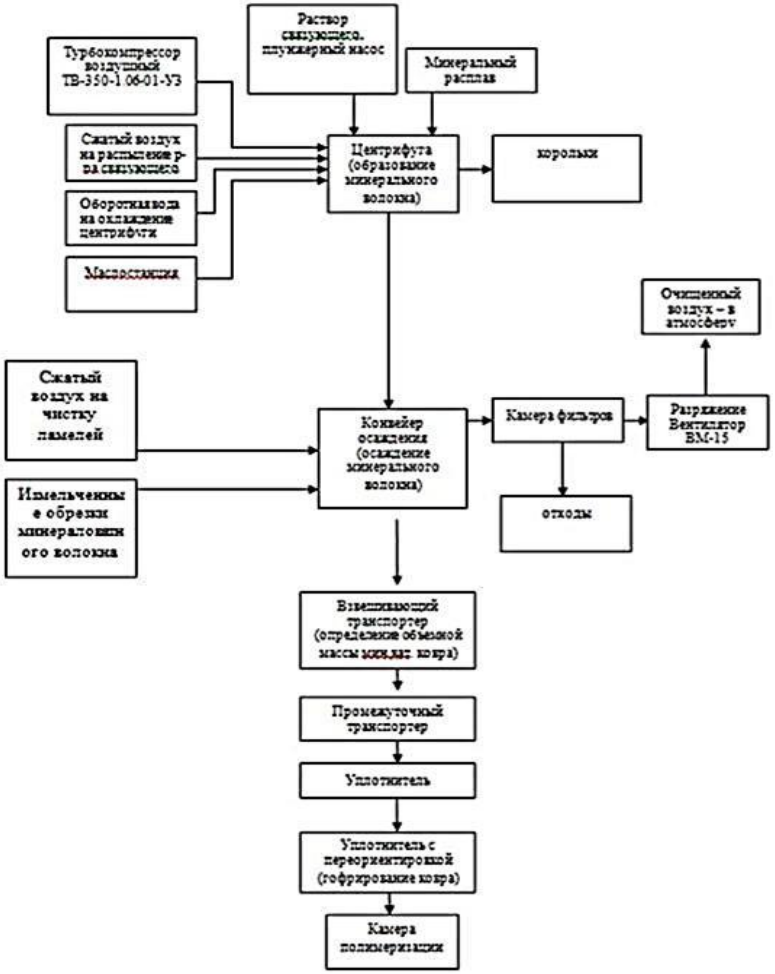
Появление источника энергии

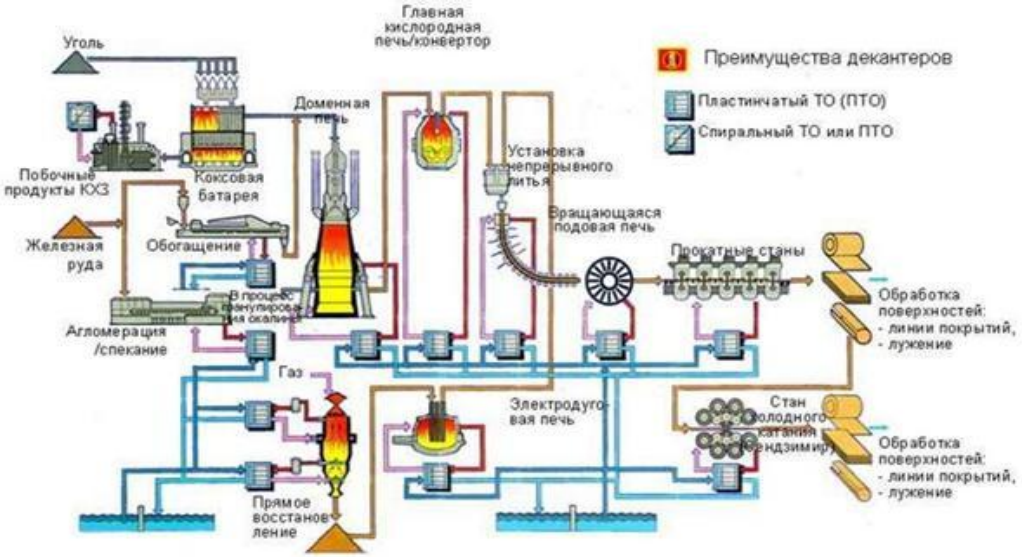
Автофургон

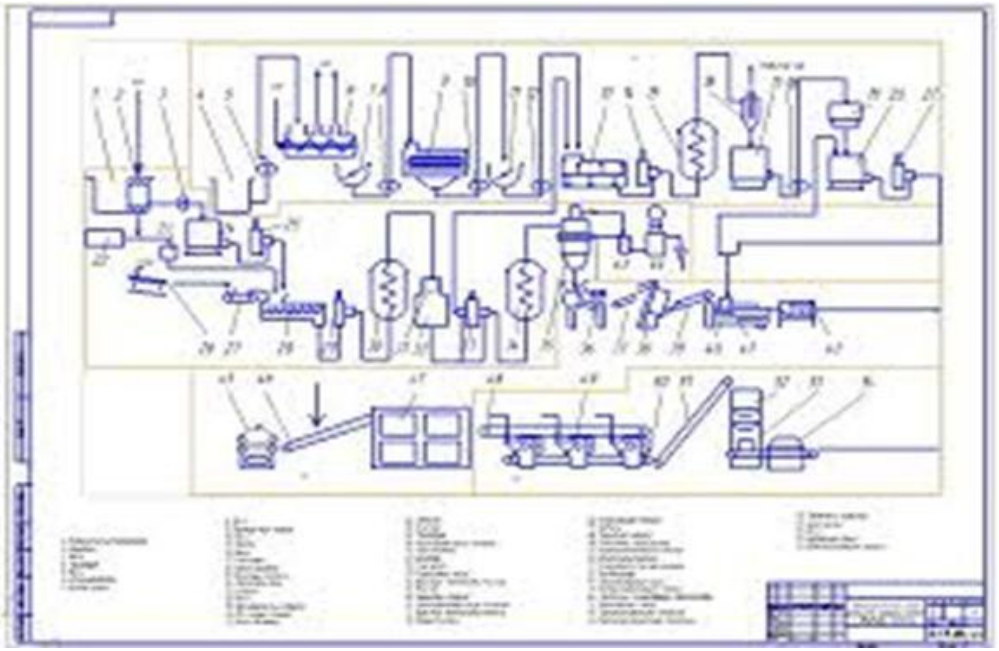

Исходная информация
Предварительный анализ ТС
Компонентная и функциональная модели ТС и Надсистемы на верхнем уровне*
Предварительные концептуальные направления верхнего уровня
S-curve анализ
Компонентно – Структурный анализ**
Потоковый анализ
Функциональный анализ
Выбор MPV
Выбор ТС для анализа
Benchmarking
Разработка предварительных идей концепций
Выбор "функциональных
Альтернативные ТС
Анализ по ЗРТС
ПСА
Перенос свойств
*
Разработка предварительных идей концепций
Разработка предварительных идей концепций
Ключевые недостатки
Диагностический анализ
**
Перенос свойств
Узлы альтернативных ТС
*
Свертывание
Ресурсный анализ
Адаптационные противоречия, задачиBenchmarking
Адаптационные противоречия, задачи ПСА
ФОП
Ключевые противоречия, задачи ПСА
Ключевые противоречия, задачи Свертывания
ФОП
Разработка предварительных идей концепций
Benchmarking
ПСА
Свертывание
Перечень ключевых задач
**
Узлы альтернативных ТС
Адаптационные противоречия, задачи Свертывания
Перенос свойств
Решение Задач: ФОП, АРИЗ, приемы ТП и ФП, Стандарты, Эффекты
Формулировка концептуальных направлений
Формулировка предварительных идей концепций
Предварительные идеи концепций: Benchmarking, ПСА,Свертывание, ЗРТС
Обоснование и описание концепций
Ранжирование идей концепций
Обоснование идей концепций
Финальные результаты: Обоснованные и про ранжированные концепции с учетом их рыночной привлекательности


Покупка запчастей
Заказ запчастей
Дефектовка
Постановка на хранение
Получение запчастей
Зимний ремонт
Перегон в поле
Работа в поле
Перегон на базу
Ремонт в поле
Ремонт на базе

Переработка минерального расплава в волокно и формирование минераловатного ковра

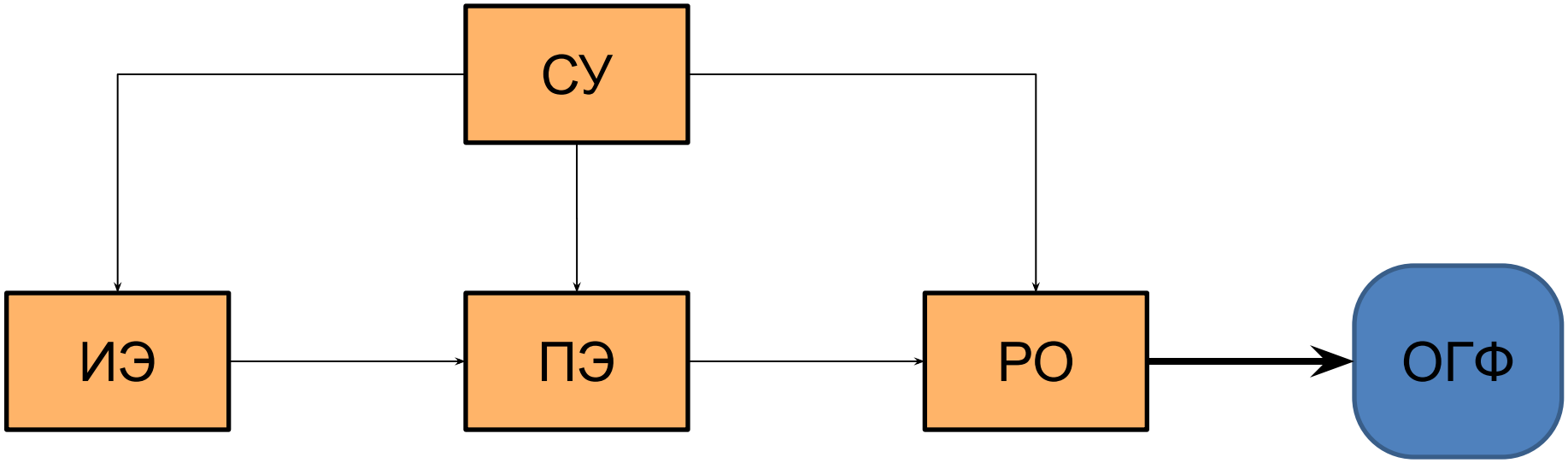




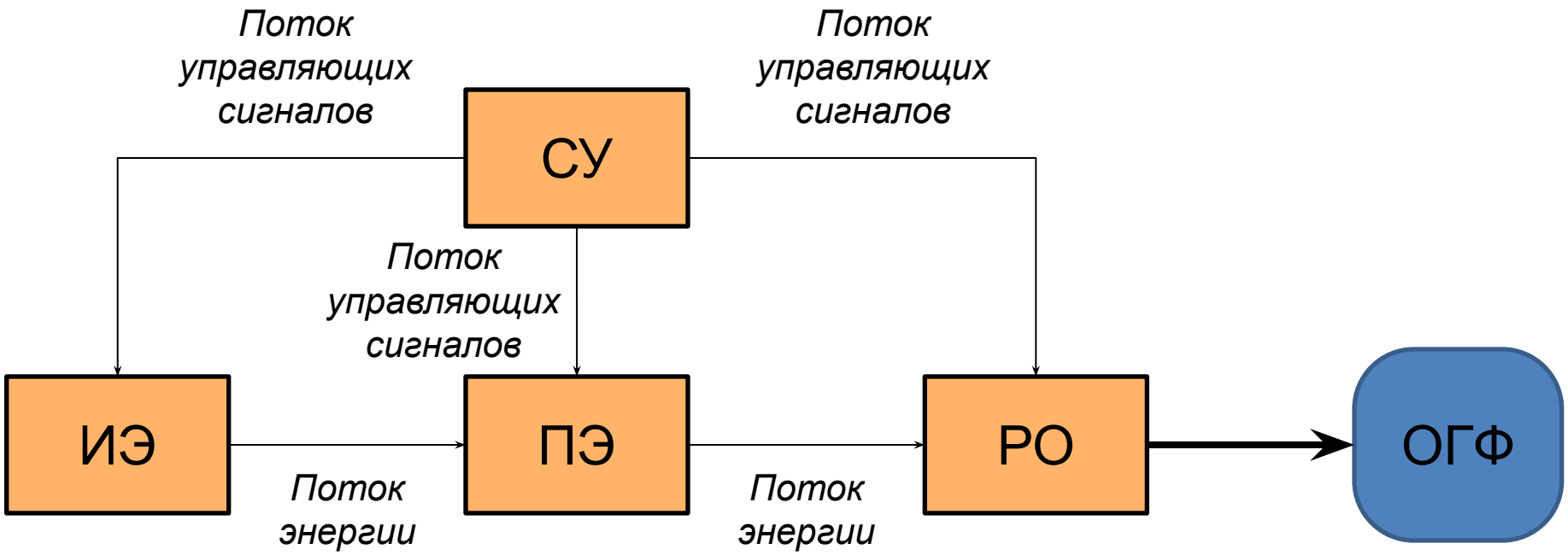


Основные идеи функционального подхода

- Функцией называем действие, направленное на объект функции, в результате которого **меняется хотя бы один параметр объекта**.
- Рассматривать систему не с точки зрения набора деталей и компонентов, а с точки зрения того, какие **функции** эти компоненты (и система в целом) выполняют.
- Потребителя интересует **не продукция как таковая, а польза**, которую он получит от её использования.
- Интересующие потребителя функции **можно выполнить различными способами**, а, следовательно, с различной эффективностью и затратами.



Функциональный анализ базируется на законе полноты частей системы и понятии функционально полной машины



Но в такой системе существуют еще и особые, динамические, компоненты – **потоки**

Довольно часто анализ потоков оказывается важнее анализа статических компонентов и их взаимодействий.

Идеальный конечный результат (ИКР). Определение

Искомая инновация, абсолютно не усложняя систему, полностью устраняет нежелательный эффект, не ухудшая при этом выполнение главной функции и не приводя к появлению новых нежелательных эффектов.

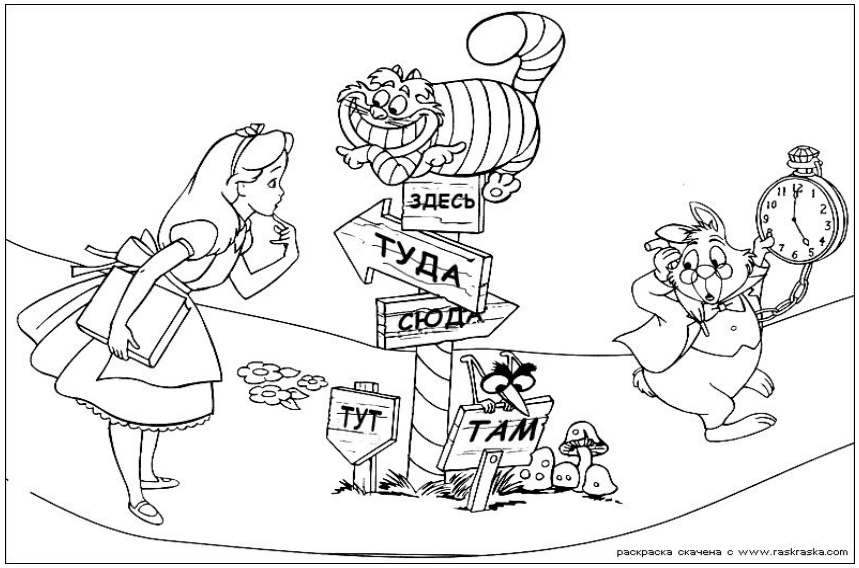
Такая формулировка хороша тем, что фиксирует все четыре главных критерия идеального решения:

- **Неусложнение ТС**
- **Устранение НЭ**
- **Недопущение новых НЭ**
- **Сохранение ГПФ**

Разумеется, в такой бескомпромиссной формулировке ИКР оказывается чем-то вроде скорости света или абсолютного нуля температуры – совершенно недостижим в полном объеме. Но задает неплохой ориентир, полезный во многих отношениях.

Ведь даже имея отличные карты и наилучшие навигационные приборы путешественник не доберется до цели, если цель не отмечена на карте.

Идеальный конечный результат (ИКР).



- Скажите, пожалуйста, куда мне отсюда идти?
- А куда ты хочешь попасть? - ответил Кот.
- Мне все равно... - сказала Алиса.
- Тогда все равно, куда и идти, - заметил Кот.

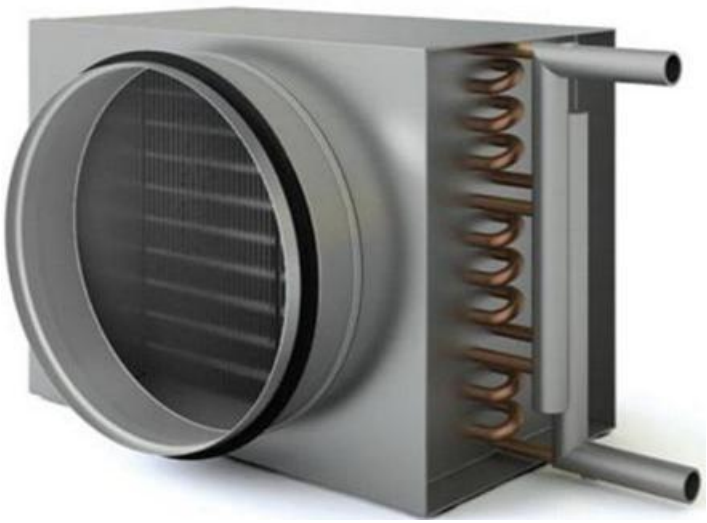
Определения и термины

1. Техническая система (ТС) - система, предназначенная для выполнения некоторой функции. ТС удовлетворяет потребности человека (общества) или другой ТС.
2. Подсистема (ПС) - система, входящая в состав анализируемой ТС.
3. Надсистема (НС) - система, включающая анализируемую ТС.
4. Объект анализа - ТС или ПС, подвергаемая анализу
5. Функция (Ф) - действие материального объекта по изменению или сохранению параметров другого материального объекта
6. Носитель функции - материальный объект, выполняющий рассматриваемую функцию
7. Объект функции - материальный объект, на который направлено действие рассматриваемой функции
8. Полезная функция - функция, обуславливающая потребительские свойства объекта
9. Вредная функция - функция, отрицательно влияющая на потребительские свойства объекта

Определения и термины

10. Главная функция (ГФ) - полезная функция, отражающая назначение объекта (цель его создания)
11. Требуемые параметры - параметры, достаточные для функционирования объекта
12. Фактические параметры - параметры, присущие объекту анализа (существующему или проектируемому)
13. Уровень выполнения функции (D) - качество ее реализации, характеризующееся разностью параметров фактических и требуемых
14. Адекватный уровень выполнения функции - (А)
15. Избыточный уровень выполнения функции - (И)
16. Недостаточный уровень выполнения функции - (Н)
17. Нежелательный эффект (НЭ) - недостаток объекта, выявленный в процессе анализа:
    -Наличие вредной функции
    -Наличие функции с неадекватным (избыточным или недостаточным) уровнем выполнения

Одна и та же функция может быть и полезной, и вредной



Формулирование Функции

Формулирование функций проводится по следующим правилам:

- **Правило 1.** Функция формулируется для элемента ТС в определенных условиях работы (аналогично - ГФ формулируется для данной ТС в определенных условиях работы)

- **Правило 2.** Формулировка функции не должна содержать специальных терминов и указаний на конкретное конструкторско-технологическое исполнение.

Формулирование Функции

- **Правило 3.** Исходя из определения функции, критерием наличия функции является изменение хотя бы одного параметра объекта функции

Формулирование Функции

- **Правило 4.** Исходя из определения функции, она проявляется только в действии (взаимодействии). Поэтому в формулировке должна быть глагольная часть, отражающая это действие по изменению параметров объекта функции
- **То есть, недопустимо использовать в формулировках функций глаголы, не отражающие действие по изменению параметров: "обеспечить", "улучшить", "добиться", "предотвратить", "исключить"**

Формулирование Функции

- **Правило 5.** Формулировка функции должна включать действие функции (глагол в неопределенной форме) + объект функции (существительное).
  При необходимости, в формулировку могут быть добавлены дополнения (обстоятельства), характеризующие место, время, направленность функции и др. Эти дополнения приводятся в скобках
- **Правило 6.** Не рекомендуется использовать при формулировании глагольной части функции частицу "не" , т.е. функция должна быть позитивной

FESCO

Формулирование Функции

- **Правило 7.** Как правило, функции образуют пару (действие и противодействие)
- Для анализа выбираем одну из функций (учитываем особенности проблемы)
- Обе функции выбираем в том случае, если важным является соотношение параметров этих двух функций

Алгоритм выполнения Функционального Анализа

1. **Определить объект усовершенствования, т.е. ТС, в которой возникла задача.**
   Рассматривается определенный (конкретный) объект в определенных условиях работы и на определенном этапе жизненного цикла системы. Для выбранной ТС сформулировать недостаток. Задачей выполняемых процедур является устранение недостатка.

Техническая система «устройство для внесения семян в землю»
Целевой недостаток: семена вносятся не совсем равномерно
ОЗ: узел разделения семян
ОВ: момент высева

2. **Сформулировать главную функцию (ГФ) ТС, выбранной на шаге 1.**

ГФ: перемещать семена в землю.
Объект ГФ: семена
Рабочий орган: диск

Алгоритм выполнения Функционального Анализа

3. **Определить компонентный состав выбранной ТС.** Составить список компонентов. В состав ТС включить только элементы верхнего иерархического уровня. Рекомендованное количество выделяемых компонентов системы 7-9.
4. **Построить матрицу взаимодействия элементов ТС.** В квадратной матрице (строки и столбцы содержат перечень элементов компонентной модели) отметить факт взаимодействия элементов ТС без анализа особенностей этого взаимодействия.

	Component 1	Component 2	Component 3	Component 4	Component 5
Component 1		-	+	-	-
Component 2	-		+	-	-
Component 3	+	+		+	+
Component 4	-	-	+		+
Component 5	-	-	+	+	

Алгоритм выполнения Функционального Анализа.

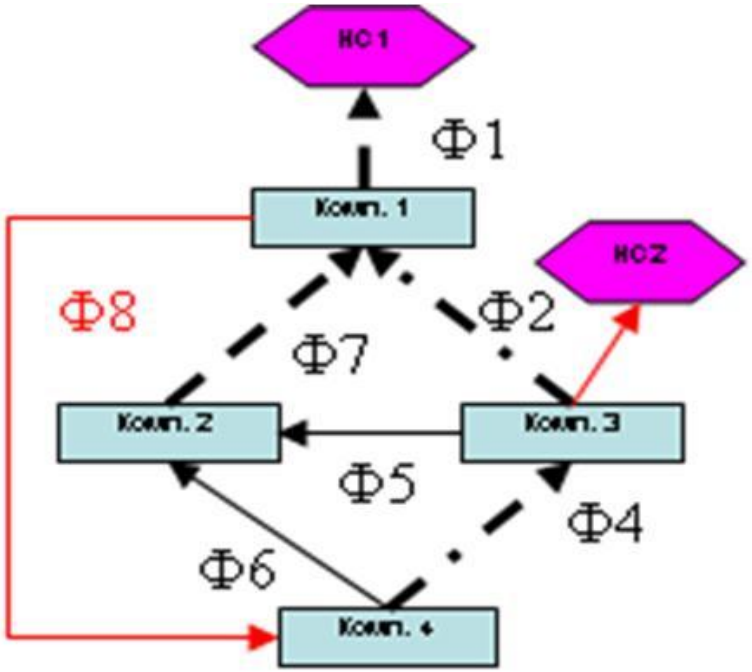
5. **Сформулировать функции, выполняемые компонентами**

Список функций записать в таблице:

№	Носитель функции	Действие	Объект функции	Изменяемый параметр	Тип функции	Уровень выполнения
1	……..	……..	……	……		
2	……..	……..	……..	……..		
…	……..	……..	……..	……..		
N	……..	……..	……..	……..		

Алгоритм выполнения Функционального Анализа

6. Оформить графическое изображение модели



Графический вид модели составляется в виде графа, на котором прямоугольниками изображены компоненты ТС, шестигранниками – объекты надсистемы, с которыми взаимодействует ТС. На рисунке изображен принцип построения графического вида модели. Вредные, а также неадекватно выполняемые полезные функции следует обозначить стрелочками разного вида или цвета.

Алгоритм выполнения Функционального Анализа

8. **Составить список выявленных функциональных недостатков ТС**

Выявленные вредные, а также полезные функции с неадекватным (избыточным или недостаточным) уровнем выполнения являются функциональными недостатками. Составить список таких недостатков с указанием носителя, объекта и типа функции.

Алгоритм выполнения Функционального Анализа

9. **Выявить конфликтующие пары**

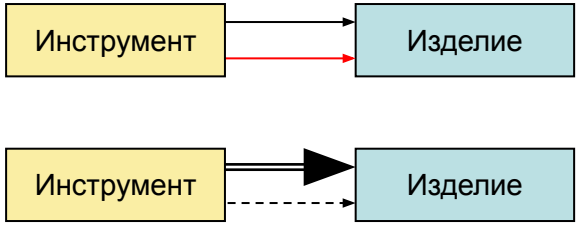
Для функциональных недостатков выделить конфликтующие пары компонентов

Конфликтующая пара - это два компонента ТС, связанные между собой функциями, если хотя бы одна из них является функциональным недостатком (т.е., вредной или неадекватно выполняемой полезной функцией).

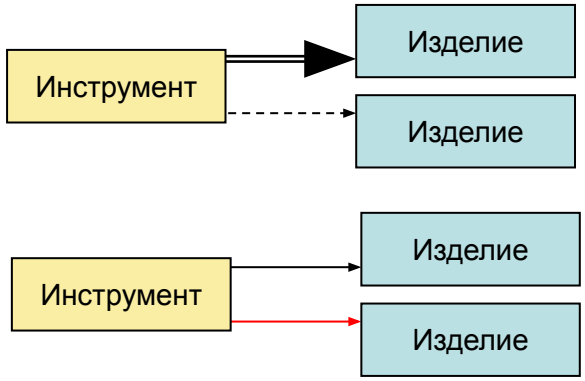
Один из компонентов конфликтующей пары может быть сдвоенным

Существует 6 обобщенных моделей конфликтов:

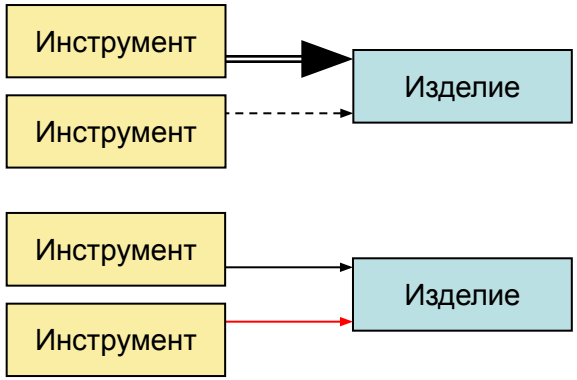
1 носитель функции (инструмент) – 1 объект (изделие)



1 носитель функции (инструмент) – 2 объекта (изделия)

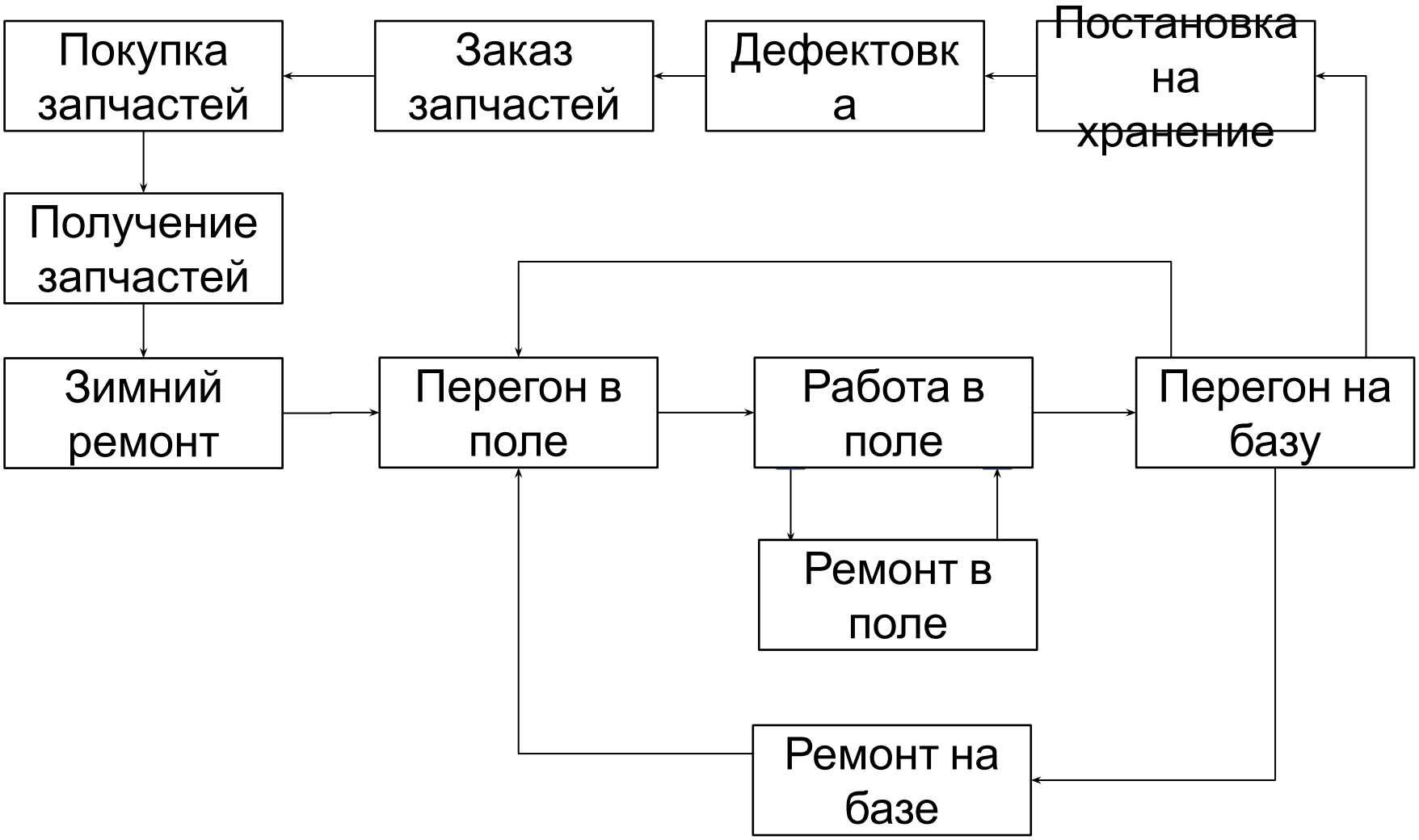


2 носителя функции (инструмента) – 1 объект (изделие)



Алгоритм выполнения Функционального Анализа

10. **Ранжировать** выявленные конфликты (конфликтующие пары) по степени их важности и приоритетности их устранения
    - Ранжирование следует проводить методом экспертной оценки специалистами в данной предметной области
    - Примечание: в зависимости от целей и ограничений проекта можно либо удовлетвориться разрешением одного или нескольких конфликтов, либо разрешать их все
11. **Сформулировать ТП в функциональной форме**


Покупка запчастей
Заказ запчастей
Дефектовка
Постановка на хранение
Получение запчастей
Зимний ремонт
Перегон в поле
Работа в поле
Перегон на базу
Ремонт в поле
Ремонт на базе

Разработать сквозную функционально-потоковую модель технологического процесса использования техники

Цель:

- Проследить операции технологического процесса от использования техники в поле до ремонта на базе.
- Выявить соотношение всех видов используемых ресурсов и их функциональные взаимосвязи при производстве сахара
- Выявить вредные и неадекватно выполняемые функции в процессе
- Выявить вредные, а также неадекватно протекающие полезные потоки в системе.
- Сформулировать задачи по устранению выявленных недостатков

Лебедев Юрий Валентинович
Вед. инж. отд. ТРИЗ АХК, Мастер ТРИЗ
+7 918 329 58 49
lebedur1@gmail.com