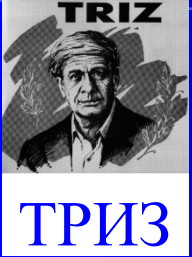


ТРИЗ

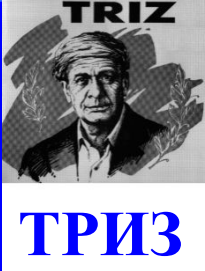
Теория Решения
Изобретательских Задач



ТРИЗ – ТЕОРИЯ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ

Законы развития систем - ЗРС.

- **Общие положения**
- **Законы статики;**
- **Закон единства противоположностей**
- **Законы кинематики**
- **Законы динамики**
- **Механизмы повышения идеальности системы**



Темы для обсуждения

" Прогресс - не случайность, а необходимость "

Г.

*Спенсер,
английской
философ и
социолог.*

**В центре нашего внимания
будут:**

- **Закономерности развития систем (ЗРС);**
- **Система ЗРС и ее применение**



ТРИЗ

ЗАКОНЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ - ЗРС

ЗАКОН ЕДИНСТВА ПРОТИВОПОЛОЖНОСТЕЙ

Законы статики:

- Полноты функциональных частей системы
- Энергетической проводимости
- Согласования ритмики частей системы

Законы кинематики:

- Увеличения степени идеальности системы
- Неравномерности развития частей системы
- Перехода в надсистему
- Линия жизни системы – S-об кривая развития

Законы динамики:

- Перехода с макро – на микро - уровень
- Увеличения степени вепольности

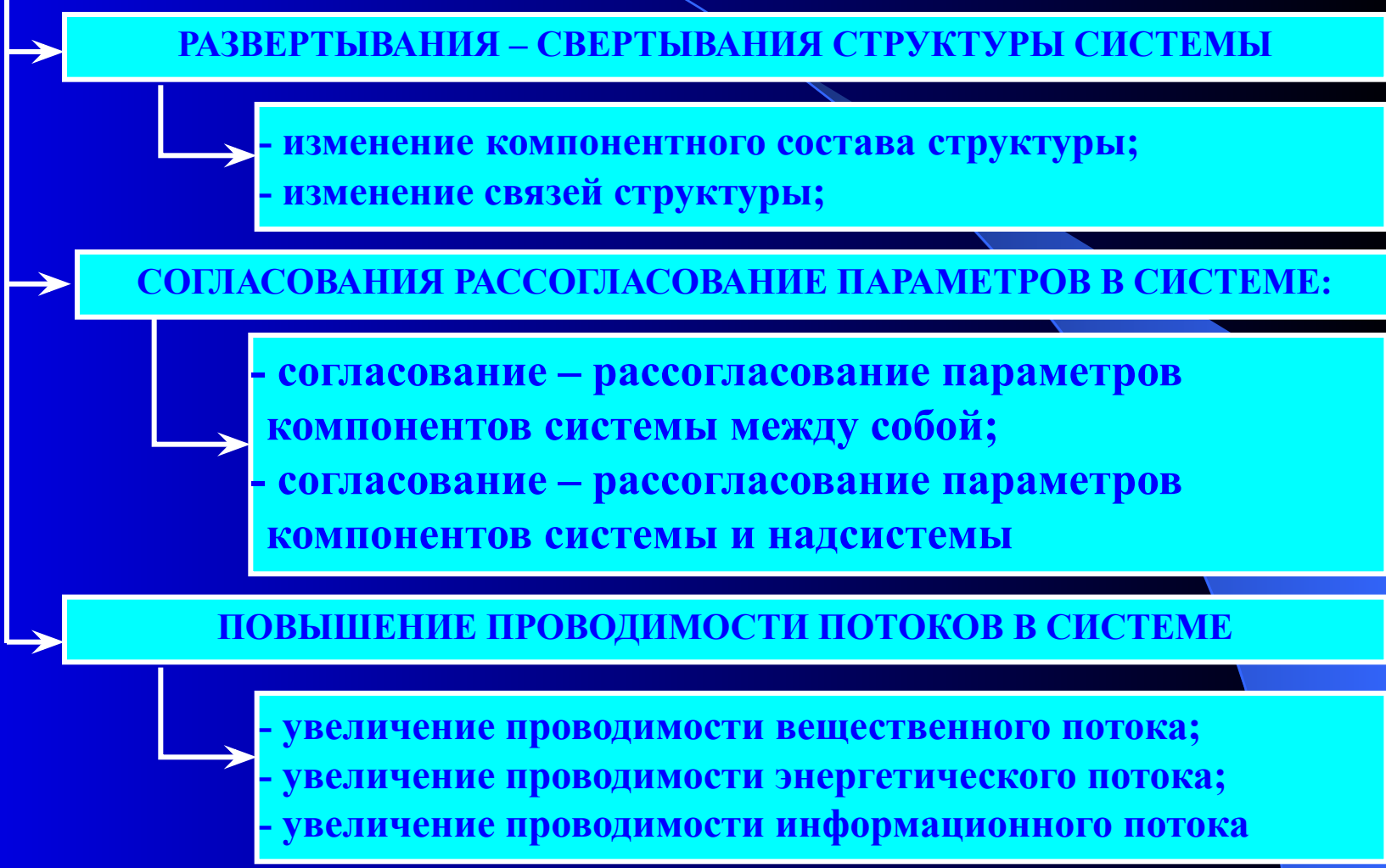
Механизмы повышения идеальности системы

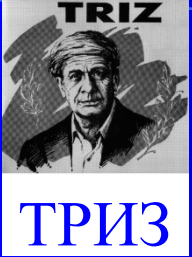
*





МЕХАНИЗМЫ ПОВЫШЕНИЯ ИДЕАЛЬНОСТИ СИСТЕМЫ



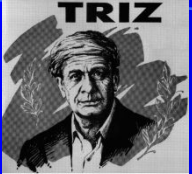


4.1. ЗАКОНЫ СТАТИКИ ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ ПРИНЦИПИАЛЬНУЮ ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ СИСТЕМЫ

Чтобы быть работоспособной система должна хотя бы минимально выполнять свою функцию.

Для этого следует обеспечить соответствие системы трем законам статики:

- 1. Закон полноты функциональных частей системы**
- 2. Закон энергетической проводимости**
- 3. Закон согласования ритмики частей системы**

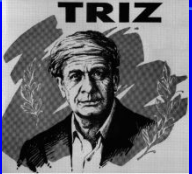


ТРИЗ

4.1. ЗАКОНЫ СТАТИКИ

4.1.1 Закон полноты функциональных частей системы

Необходимым условием принципиальной жизнеспособности технической системы является наличие и минимальная работоспособность основных (функциональных) частей системы в их совокупности



ТРИЗ

4.1. ЗАКОНЫ СТАТИКИ

4.1.1 Закон полноты функциональных частей системы

Любая минимально работоспособная система должна содержать **пять основных упорядоченно взаимодействующих частей**: **двигатель (Дв)**, создающий поток энергии в системе; **трансмиссию (Тр)**, передающую этот поток к рабочему органу (РО) системы; **рабочий орган (РО)**, выполняющий необходимое действие над компонентом надсистемы; **систему управления (СУ)**, изменяющую параметры потока энергии; и **информационную систему (ИС)**, контролирующую состояние компонентов системы, надсистемы, окружающей среды и потоков энергии

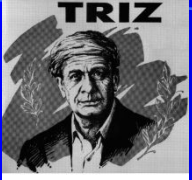


ТРИЗ

4.1. ЗАКОНЫ СТАТИКИ

4.1.1 Закон полноты функциональных частей системы

1. **Источник энергии (ИЭ)** – функциональная группа компонентов системы, которая преобразует поступающую извне в нужную форму для системы (механическую, тепловую, электрическую и т.д.);
2. **Трансмиссия (ТР)** – функциональная группа компонентов системы, которая передает поток энергии к рабочему органу системы;
3. **Рабочий орган (РО)** – функциональная группа компонентов непосредственно выполняющая преобразование изделия (главную производственную функцию - ГПФ);



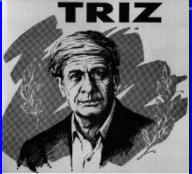
ТРИЗ

4.1. ЗАКОНЫ СТАТИКИ

4.1.1 Закон полноты функциональных частей системы

4. Система управления (СУ) – функциональная группа элементов системы, собирающая необходимую информацию о поведении системы, надсистемы и выполняющая управление на основе полученной информации.

5. Информационная система (ИС) – функциональная группа элементов системы, собирающая необходимую информацию о поведении системы, надсистемы, окружающей среды, обрабатывающая ее и представляющая в СУ.



ТРИЗ

4.1. ЗАКОНЫ СТАТИКИ

4.1.1 Закон полноты функциональных частей системы

Примечание: 1. Источник энергии (ИЭ) может быть объединен с двигателем или находиться в надсистеме, т.е. энергия может поступать извне, в том числе и от человека.

2. Информационная система (ИС) часто объединяется с системой управления (СУ), поскольку последняя не может самостоятельно выполнять свою функцию, однако ИС всегда предшествует СУ и часто выполняет более широкую контролирующую функцию



ТРИЗ

4.1. ЗАКОНЫ СТАТИКИ

4.1.1 Закон полноты функциональных частей системы

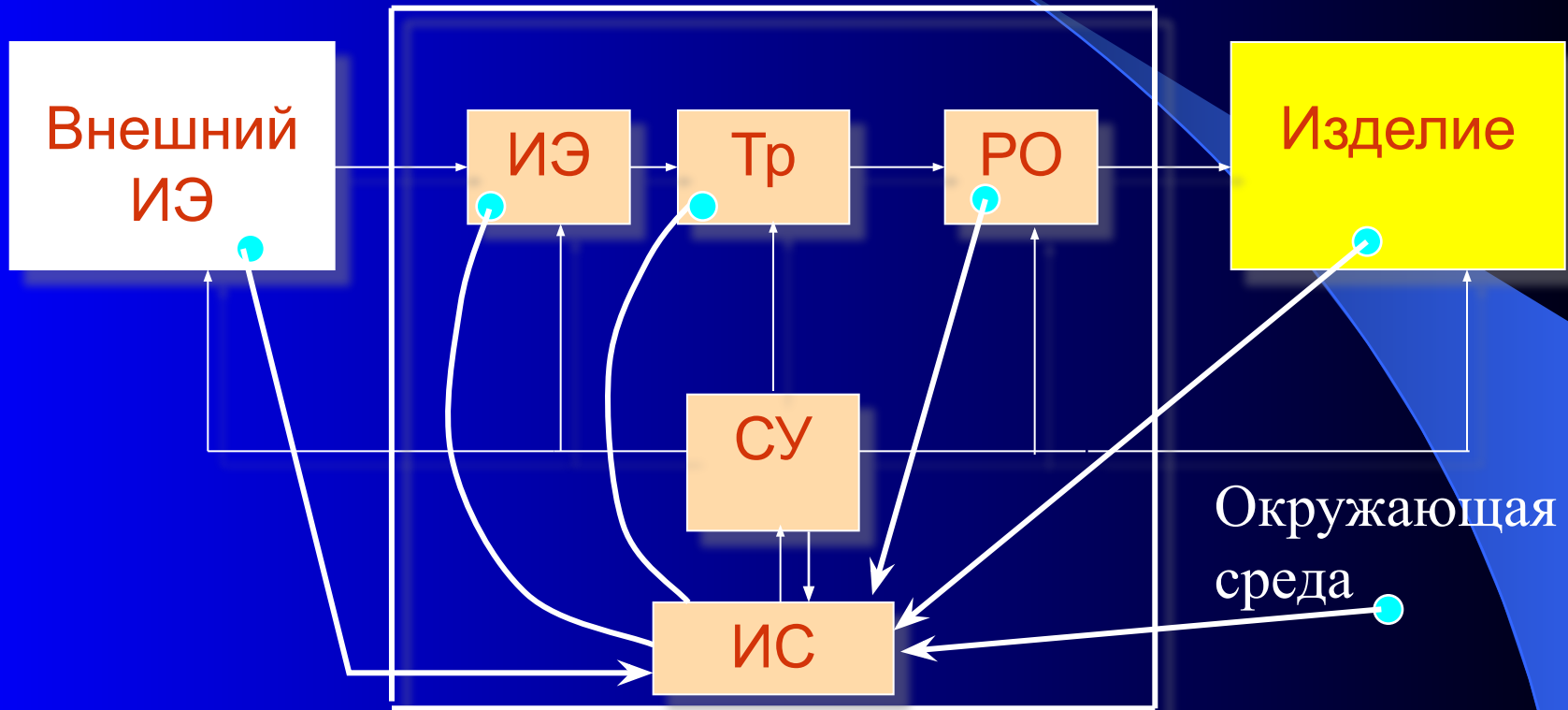


Схема ТС (штрих-пунктирной линией выделен минимальный состав работоспособной ТС)

*



ТРИЗ

4.1. ЗАКОНЫ СТАТИКИ

4.1.1 Закон полноты функциональных частей системы

Следствие 1.

Чтобы система была минимально работоспособной необходимо, чтобы каждая функциональная часть системы была минимально работоспособной в данной совокупности



ТРИЗ

4.1. ЗАКОНЫ СТАТИКИ

4.1.1 Закон полноты функциональных частей системы

Следствие 2.

Чтобы система была минимально работоспособной, необходимо обеспечить определенное, для конкретной системы, сочетание элементов – их пространственное расположение и временное взаимодействие



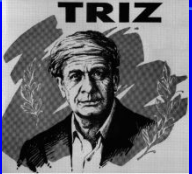
ТРИЗ

4.1. ЗАКОНЫ СТАТИКИ

4.1.1 Закон полноты функциональных частей системы

Следствие 3.

Система имеет три вертикальных уровня организации: исполнительский (ИЭ – Тр – РО); управленческий (СУ); и информационный (ИС). Общая работоспособность системы зависит не только от минимальной работоспособности уровней, но и от минимальной работоспособности уровней друг с другом.



ТРИЗ

4.1. ЗАКОНЫ СТАТИКИ

4.1.1 Закон полноты функциональных частей системы

Следствие 4.

Чтобы система была управляемой, необходимо, чтобы хотя бы одна ее часть была управляемой, т.е. могла менять свои свойства так, как это необходимо управляющему



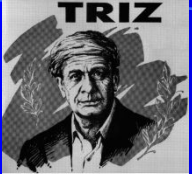
ТРИЗ

4.1. ЗАКОНЫ СТАТИКИ

4.1.1 Закон полноты функциональных частей системы

Примечание

В реальных системах одна и та же совокупность компонентов может выполнять несколько функциональных ролей (быть, допустим, ИЭ и СУ и т.п.)



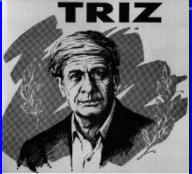
ТРИЗ

4.1. ЗАКОНЫ СТАТИКИ

4.1.1 Закон полноты функциональных частей системы

Применение закона.

- Для работы с ЗРТС всегда необходимо четко представлять все части системы, чтобы можно было с ними сознательно работать.
- Если система не работоспособна, но имеет все функциональные части, то следует проверить их совместимость друг с другом на уровнях и уровнях между собой.
- Наконец, знание состава **РО** помогает нам правильно записать главную производственную функцию (ГПФ) и, наоборот, знание ГПФ помогает более четко выделить элементы РО.



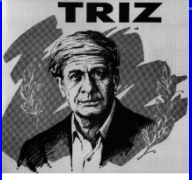
ТРИЗ

4.1. ЗАКОНЫ СТАТИКИ

4.1.1 Закон полноты функциональных частей системы

Применение закона для классификации систем по степени развития функциональных частей

Для повышения функциональности, каждая часть системы разворачивается в самостоятельную полную систему имеющую собственные ИЭ, Тр, РО и С



ТРИЗ

4.1. ЗАКОНЫ СТАТИКИ

4.1.1 Закон полноты функциональных частей системы

В общем виде формула развернутой системы
выглядит так:

$$ИС(ИС_{ИС} \rightarrow СУ_{ИС} \leftrightarrow ИЭ_{ИС} \rightarrow Тр_{ИС} \rightarrow РО_{ИС})$$

$$СУ(ИС_{СУ} \rightarrow СУ_{СУ} \leftrightarrow ИЭ_{СУ} \rightarrow Тр_{СУ} \rightarrow РО_{СУ})$$

$$ИЭ(ИС_{ИЭ} \rightarrow СУ_{ИЭ} \leftrightarrow ИЭ_{ИЭ} \rightarrow Тр_{ИЭ} \rightarrow РО_{ИЭ})$$

$$Тр(ИС_{Тр} \rightarrow СУ_{Тр} \leftrightarrow ИЭ_{Тр} \rightarrow Тр_{Тр} \rightarrow РО_{Тр})$$

$$РО(ИС_{СУ} \rightarrow СУ_{РО} \leftrightarrow ИЭ_{РО} \rightarrow Тр_{РО} \rightarrow РО_{РО})$$

$$ИЗ(ИС_{ИЗ} \rightarrow СУ_{ИЗ} \leftrightarrow ИЭ_{ИЗ} \rightarrow Тр_{ИЗ} \rightarrow РО_{ИЗ})$$



ТРИЗ

4.1. ЗАКОНЫ СТАТИКИ

4.1.1 Закон полноты функциональных частей системы

При анализе технических систем не всегда возможно без затруднений и четко определить части системы.

Полезно при определении частей задаваться вопросами:

*что обрабатывается? - изделие,
куда подводится энергия? - к РО,
через что подводится энергия? - Тр,
от чего подводится энергия? - Дв,
источник энергии для двигателя? - ИЭ.*

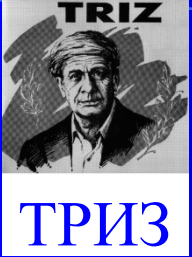
Пример: винтовка.

*Что обрабатывается? - пуля,
куда подводится энергия? - пуля,
через что подводится энергия? - ствол,
от чего подводится? - пороховые газы,
источник энергии? - химическая реакция (взрыв пороха).*

Здесь две ошибки.

Неверно определено изделие. Здесь изделие вне технической системы, это мишень. Пуля - рабочий орган.

Неверно определена трансмиссия. Энергия на рабочий орган передается газами - это Тр и одновременно двигатель (газы преобразуют энергию взрыва в поступательное движение); ствол - часть двигателя, канализует поток газов.



4.1. ЗАКОНЫ СТАТИКИ

4.1.1 Закон полноты функциональных частей системы

Пример: шприц.

Уже при ответе на первый вопрос (что обрабатывается?) возникают затруднения:

- тело (организм) обрабатывается лекарством (жидкостью),
- жидкость выталкивается (обрабатывается) поршнем,
- игла прокалывает (обрабатывает) кожный покров.

Как быть в этом случае?

Напомним, что каждая ТС имеет определенную ГПФ, которая отражает потребность в этой ТС. ГПФ шприца - введение лекарства (жидкости) под кожный покров.

Поэтому для более точного определения рабочего органа необходимо задавать два встречных вопроса:

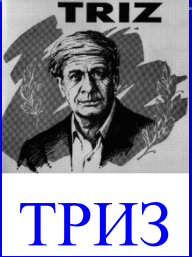
Оба вопроса "замыкаются" на рабочем органе.

Что в шприце выполняет ГПФ, то есть вводит жидкость, выталкивает (обрабатывает) ее? - поршень.

К чему подводится энергия? - к поршню и далее, к жидкости.

Значит РО поршень, изделие жидкость.

Остальные части: Тр - шток, Дв - шток (выравнивает движение пальца, преобразует поступательное движение), ИЭ - рука человека, цилиндр - часть двигателя, канализует движение штока и поршня.



4.1. ЗАКОНЫ СТАТИКИ

4.1.1 Закон полноты функциональных частей системы

Пример: настольная лампа.

Что здесь РО? Вначале определим ГПФ: освещать рабочую поверхность стола.

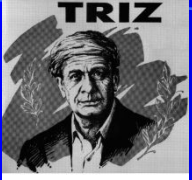
Что выполняет ГПФ? - свет, оптическое излучение нити накала;

Куда подводится энергия? - к нити накала и далее к свету (электромагнитному полю в видимой части спектра).

Значит РО - свет (ЭМ-поле).

Нить накала - это Тр и Дв (преобразует электрический ток в тепловую и далее в энергию излучения).

Изделие - поверхность стола. Абажур часть рабочего органа - канализует поток света.



ТРИЗ

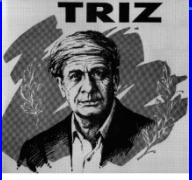
4.1. ЗАКОНЫ СТАТИКИ

4.1.2 Закон энергетической проводимости

**Необходимым условием принципиальной
жизнеспособности системы является
сквозной проход энергии по всем частям
системы**

Следствие 1.

**Чтобы часть системы была управляемой
необходимо обеспечить энергетическую
проводимость между этой частью и системой
управления**



ТРИЗ

4.1. ЗАКОНЫ СТАТИКИ

4.1.2 Закон энергетической проводимости

Таким образом:

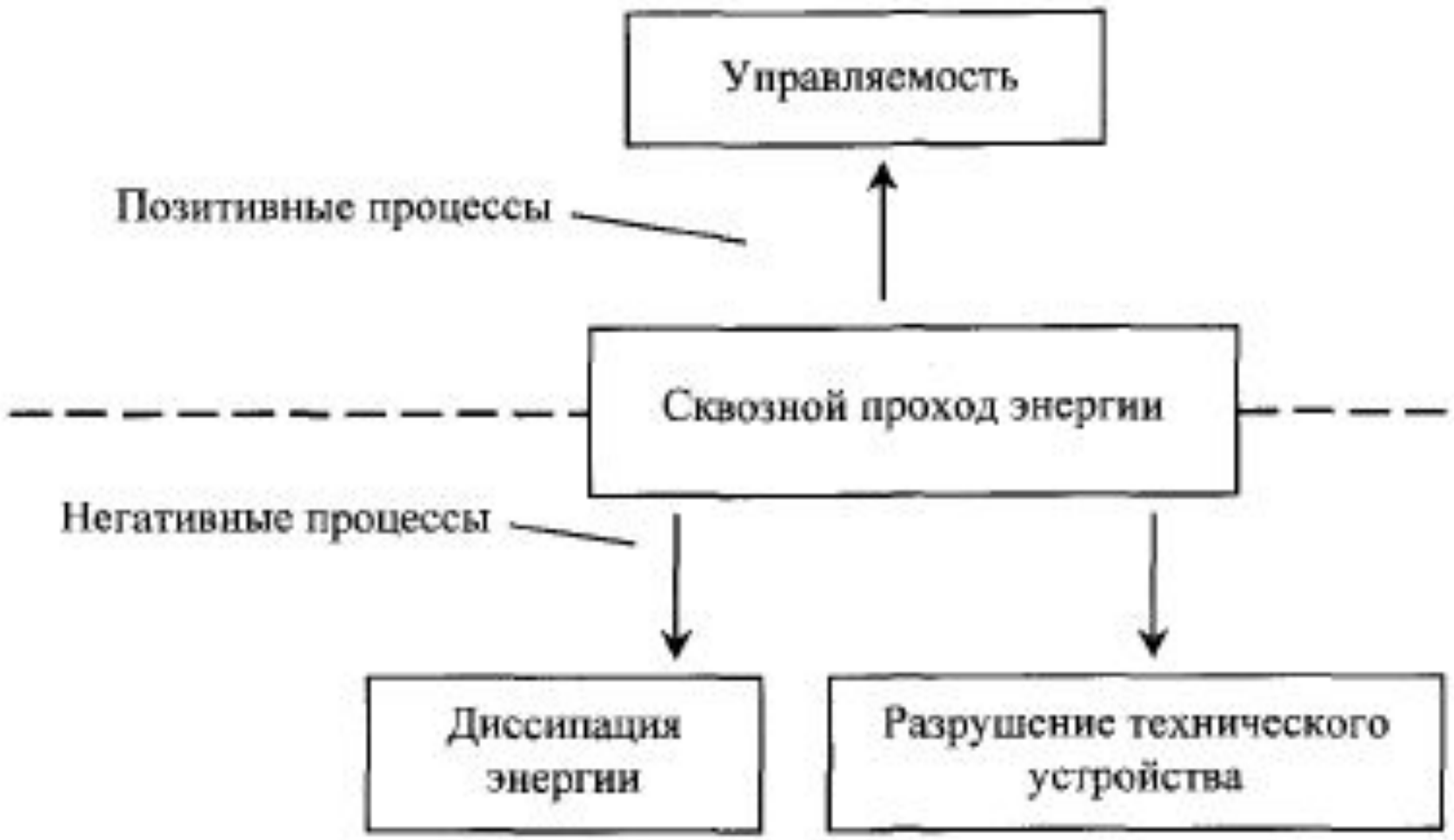
Для обеспечения функционирования системы необходимо осуществить сквозной проход потоков на исполнительском уровне от их источника к рабочему органу и между уровнями, обеспечив при этом их уровневую замкнутость.



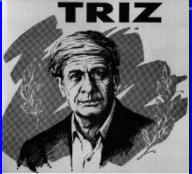
ТРИЗ

4.1. ЗАКОНЫ СТАТИКИ

4.1.2 Закон энергетической проводимости



*



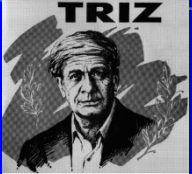
ТРИЗ

4.1. ЗАКОНЫ СТАТИКИ

4.1.2 Закон энергетической проводимости

Развитие систем идет в направлении увеличения управляемости:

- **неуправляемые части системы (сами системы) становятся управляемыми;**
- **внешнее управление частями (системами) становится внутренним, за счет их развертывание в самостоятельные системы;**
- **увеличивается количество управляемых связей на всех уровнях;**



ТРИЗ

4.1. ЗАКОНЫ СТАТИКИ

4.1.2 Закон энергетической проводимости

- **увеличивается использование внутренних нейтральных или вредных полей и веществ;**
- **вводятся "умные" вещества способные перевести систему или ее часть на самоуправление;**
- **увеличивает степень дробления рабочих органов с полным их переходом на микроуровень (к уровню использования молекул, атомов и элементарных частиц).**



ТРИЗ

4.1. ЗАКОНЫ СТАТИКИ

4.1.2 Закон энергетической проводимости

Передача энергии от одной части ТС к другой может быть вещественной (вал, шестерня, удар чем-то и т. д.), полевой (магнитное поле, электрический ток и т.д.) и вещественно-полевой (например, поток заряженных частиц).

Многие задачи сводятся к подбору поля и вида передачи, эффективных в данных условиях.



ТРИЗ

4.1. ЗАКОНЫ СТАТИКИ

4.1.2 Закон энергетической проводимости

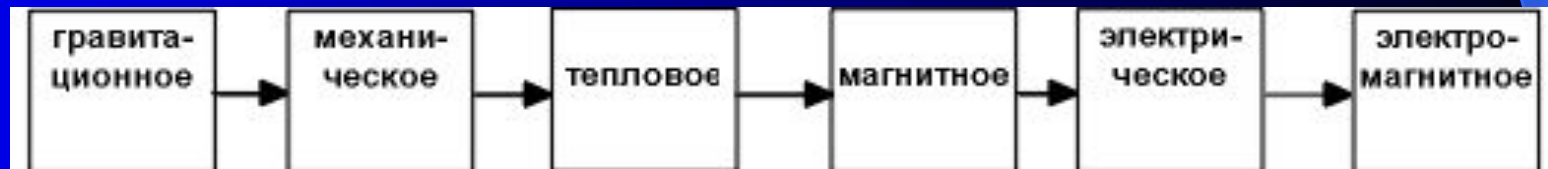
При решении технических задач следует руководствоваться тремя правилами:

1. При синтезе ТС надо стремиться к использованию одного поля (одного вида энергии) на все процессы работы и управления в системе.

При развитии ТС (развертывании) любые новые подсистемы должны работать на энергии, проходящей сквозь систему или на бесплатной энергии (из внешней среды или в виде отходов от другой системы). Например, разработанный в Японии способ использования ветровой энергии для обогрева парников)

2. Если ТС состоит из веществ, менять которые нельзя, то используется поле, которое хорошо проводится веществами системы.

3. Если вещества частей системы можно менять, то плохо управляемое поле заменяют на хорошо управляемое по цепочке:





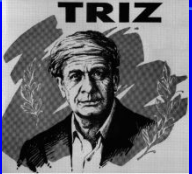
ТРИЗ

4.1. ЗАКОНЫ СТАТИКИ

4.1.2 Закон энергетической проводимости

"Механизм ударного действия для забивки свай" (способы передачи удара в системе "рабочее тело (боек) - головка сваи"):

- *а.с. 258 123 - гидравлическая передача;*
- *а.с. 607 885 - пневматическая передача;*
- *а.с. 633 981, 647 405 - электромагнитная передача (разгон бойка в соленоиде),*
- *а.с. 274 718 - электрогидравлический удар (использование эффекта Юткина);*
- *а.с. 246 396 - электромагнитный молот, в котором боек заполнен внутри немагнитным материалом для увеличения массы;*
- *а.с. 390 231 - поверхностный слой головки бетонной сваи пропитывается электролитом, бетон становится проводником - вместо бойка "разгоняется" сама свая.*



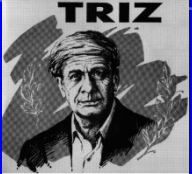
ТРИЗ

4.1. ЗАКОНЫ СТАТИКИ

4.1.2 Закон энергетической проводимости

Последовательность вопросов на применение закона при решении изобретательских задач:

- *есть ли в ТС сквозной проход энергии?,*
- *существует ли хорошая проводимость между частями ТС и ОУ?,*
- *какое поле лучше всего проводят вещества в ТС?,*
- *можно ли применить более управляемое поле?,*
- *какое поле лучше всего использовать для новой ПС - имеющееся или даровое?*



ТРИЗ

4.1. ЗАКОНЫ СТАТИКИ

4.1.2 Закон энергетической проводимости

Примеры

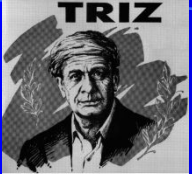
Задача 1. При массовом применении роботов ...

Задача 2. Для пожарных машин и машин "Скорой помощи«...

Задача 3. Индивидуальной маркировки радиодеталей при их серийном выпуске ...

Задача 4 . Обогрев больших помещений...

Задача . Требуется предложить идею простейшего прибора для прогнозирования ураганов, бурь, штормов.

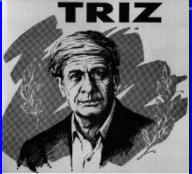


ТРИЗ

4.1. ЗАКОНЫ СТАТИКИ

4.1.3 Закон согласования ритмики частей системы

Необходимым условием принципиальной жизнеспособности технической системы является согласование (или сознательное рассогласование) частоты колебаний (периодичности работы) всех частей системы.



ТРИЗ

4.1. ЗАКОНЫ СТАТИКИ

4.1.3 Закон согласования ритмики частей системы

Из закона согласования ритмики вытекает ряд правил.

- В технических системах действие поля должно быть согласовано (или рассогласовано) с собственной частотой изделия (или инструмента).
- В ТС должны быть согласованы (или рассогласованы) частоты используемых полей.
- Если два действия (например, измерение и изменение) несовместимы, то одно действие осуществляют в паузах другого. Любые паузы в одном действии должны быть заполнены другим полезным действием.
- Если требуется измерять характеристики системы, изменение которых влияет на изменение собственной частоты колебаний, то действие внешнего поля согласовывают (или рассогласовывают) с собственной частотой системы и по наступлению резонанса судят об изменениях контролируемых характеристик.

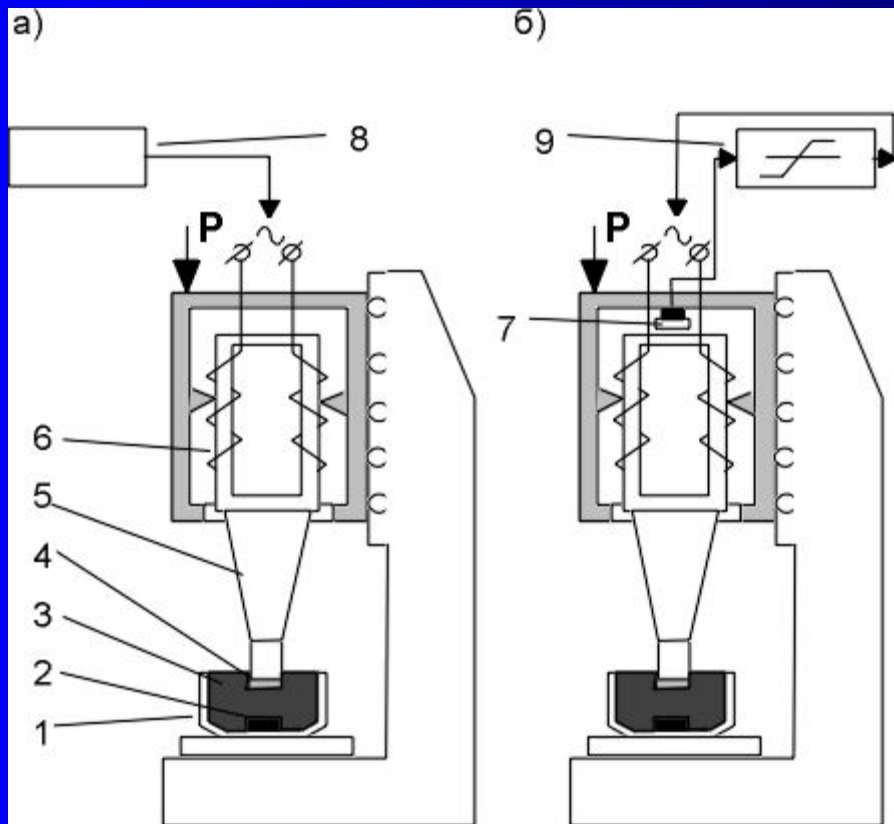


ТРИЗ

4.1. ЗАКОНЫ СТАТИКИ

4.1.3 Закон согласования ритмики частей системы

Примеры



- 1 - Ванна,
 - 2 - изделие,
 - 3 - суспензия,
 - 4 - вибрирующий инструмент,
 - 5 - концентратор,
 - 6 - магнитоstrictionный вибратор,
 - 7 - датчик (микрофон),
 - 8 - генератор,
 - 9 - усилитель.
- P - усилие подачи



ТРИЗ

4.1. ЗАКОНЫ СТАТИКИ

4.1.3 Закон согласования ритмики частей системы

Пример Разрушение угольных пластов. Для разрушения угольных пластов в них бурят скважину, заполняют ее водой и создают импульсы давления. На этот способ, в котором используется явление гидравлического удара, было выдано авторское свидетельство.

Через 7 лет было зарегистрировано еще одно авторское свидетельство, в котором предлагалось частоту импульсов согласовать с собственной частотой угольного пласта. Альтшуллер пишет [3]: «Эти семь потерянных лет — плата за незнание законов развития технических систем».

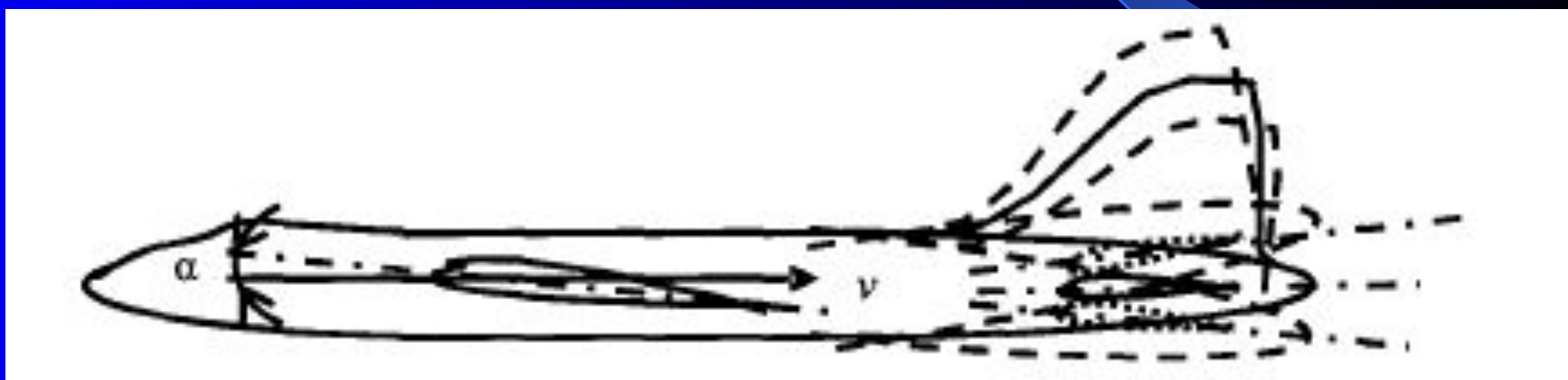
Пример Эхолокация косяков рыб. При эхолокации ультразвуковые колебания определенной частоты, которые воздействуют на рыбу, могут совпасть с частотой колебания рыбьего пузыря. При этом сигнал, отраженный от косяка рыб, будет отличаться от сигнала, отраженного, например, от дна. Он будет сильнее. Поскольку собственная частота колебаний рыбьего пузыря во многом зависит от размера рыбы, то изменяя частотную характеристику посылаемого сигнала, можно судить о размерах рыб, составляющих косяк.



ТРИЗ

4.1. ЗАКОНЫ СТАТИКИ

4.1.3 Закон согласования ритмики частей системы



Бафтинг, Флаттер, Шимминг

*



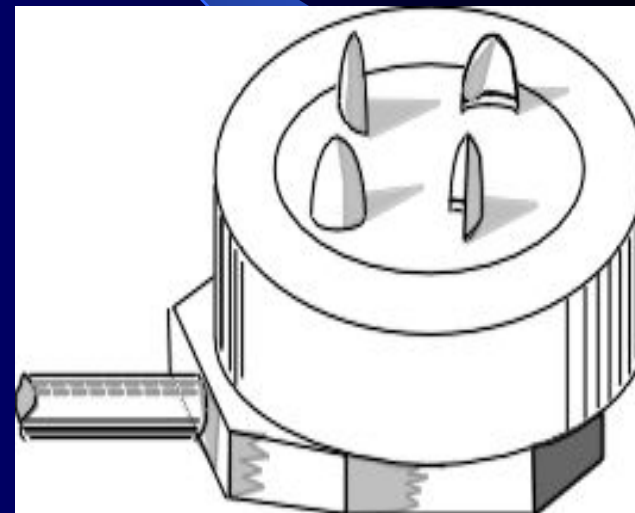
ТРИЗ

4.1. ЗАКОНЫ СТАТИКИ

4.1.3 Закон согласования ритмики частей системы

Пример

Когда самолет садится, видны клубы дыма - это его колеса касаются земли, происходит удар и колеса раскручиваются, пробуксовывая. При этом колеса сильно изнашиваются. Явное несогласование ритмики колеса (инструмента) и посадочной полосы (изделия). По пат. Франции 2600619 предложено на боковые поверхности колес установить лопатки - встречный поток раскрутит колеса перед посадкой.





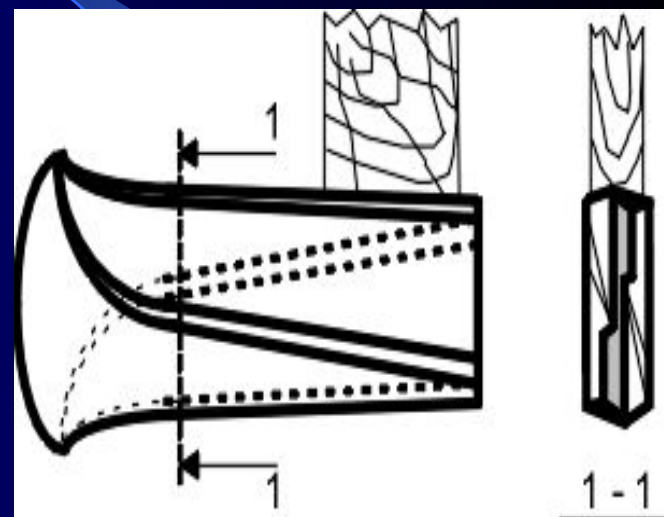
ТРИЗ

4.1. ЗАКОНЫ СТАТИКИ

4.1.3 Закон согласования ритмики частей системы

Пример

Изобретение топора продолжается: по международной заявке 88/00112 предложен новый топор; в этом изобретении рассогласовано вредное взаимодействие (застревание) между изделием (древесина) и инструментом (топор). Для этого лезвие выполнено с несимметричными (рассогласованными) боковыми поверхностями: на каждой поверхности выполнены выступы, которые расположены по диагонали один против другого.





ТРИЗ

4.1. ЗАКОНЫ СТАТИКИ

4.1.3 Закон согласования ритмики частей системы

Задачи

1. Дисковая пила визжит....
2. Колебания высотных сооружений - башен, труб, гигантских монументов высотных зданий..
3. Шумоглушение (газоперекачивающая станция., двигатель самолета, дизельные двигатели)
4. Глушитель выхлопа для газовых машин (компрессора, двигателя и пр.)

Действия в паузах

Согласование (рассогласование) частоты используемых полей