

# Эволюционное системоведение: общая теория решения изобретательских задач

Михаил Рубин

Supported by



Московский  
ТРИЗ Клуб



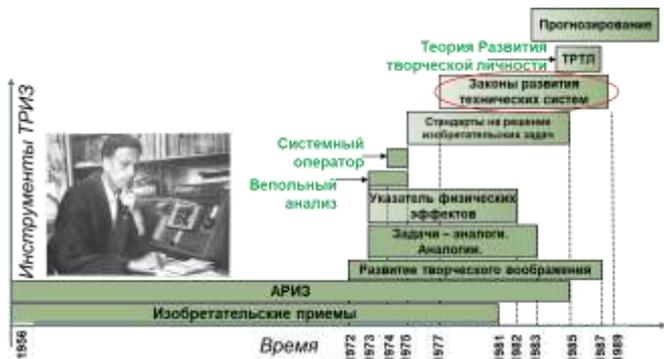
02.10.2019



## Рубин Михаил Семенович:

- руководитель группы проектов Дирекции ТРИЗ в РУСАЛ
- Мастер ТРИЗ,
- Президент Ассоциации «Международный Совет Мастеров ТРИЗ»
- Руководитель ООО «Саммит разработчиков ТРИЗ»
- 1997 – 2005 г.г. исполнительный директор и затем Президент МА ТРИЗ
- Соавтор исследований и публикаций Г. С. Альтшуллера
- Более 100 научно-исследовательских публикаций по ТРИЗ
- 12 патентов на изобретения

# Содержание семинара



# 1

# 3

## 1. История развития системных представлений в ТРИЗ

2. Введение в теорию системного захвата и эволюциоведение.

3. Комплекс законов развития систем

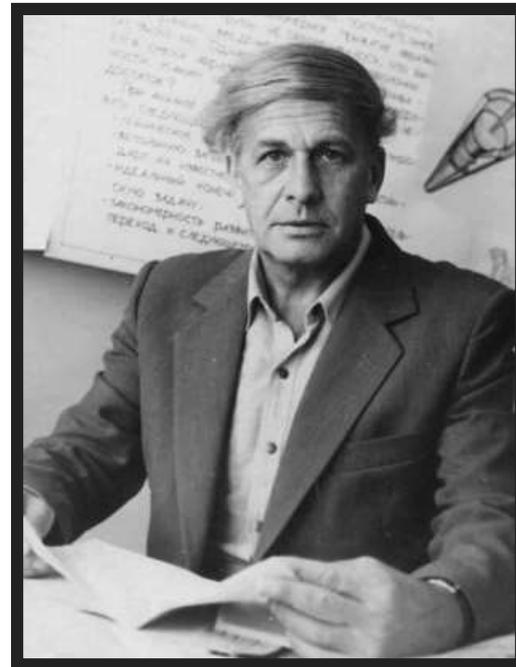
4. Универсальные инструменты ТРИЗ:

- система стандартов – 2010 и
- АРИЗ-У-2010

5. Единый подход: ТРИЗ в технике, в бизнесе и в ИТ

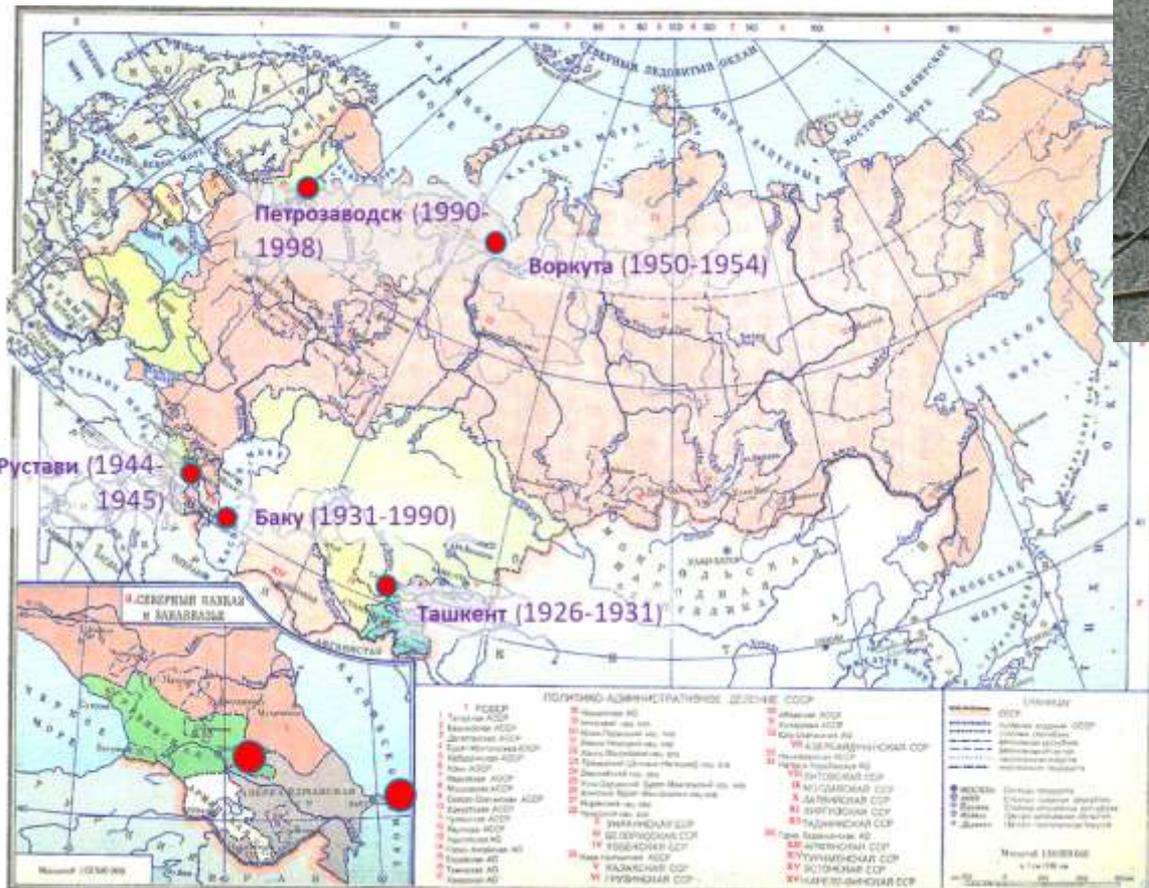
# История ТРИЗ

- Создателем ТРИЗ является **Генрих Саулович Альтшуллер** (1926 - 1998)
- Широкое распространение в СССР ТРИЗ получила в 70-х годах прошлого века. Альтшуллер являлся интеллектуальным лидером развития ТРИЗ
- В 90-х годах прошлого века ТРИЗ вышла за пределы СССР и получила признание в США, Европе, Азии, Латинской Америке и Австралии



**Г.С. Альтшуллер**

# Места жизни Г.С.Альтшуллера



# История ТРИЗ

- **Генрих Саулович Альтшуллер.**  
Краткая биография



«Маркс вывел законы развития общества, Дарвин вывел законы развития живых организмов, а мы выведем теорию, которая даст миру законы развития машин».  
Рафаэль Шапиро, ~1946 год

# История ТРИЗ

## • Генрих Саулович Альтшуллер. Краткая биография





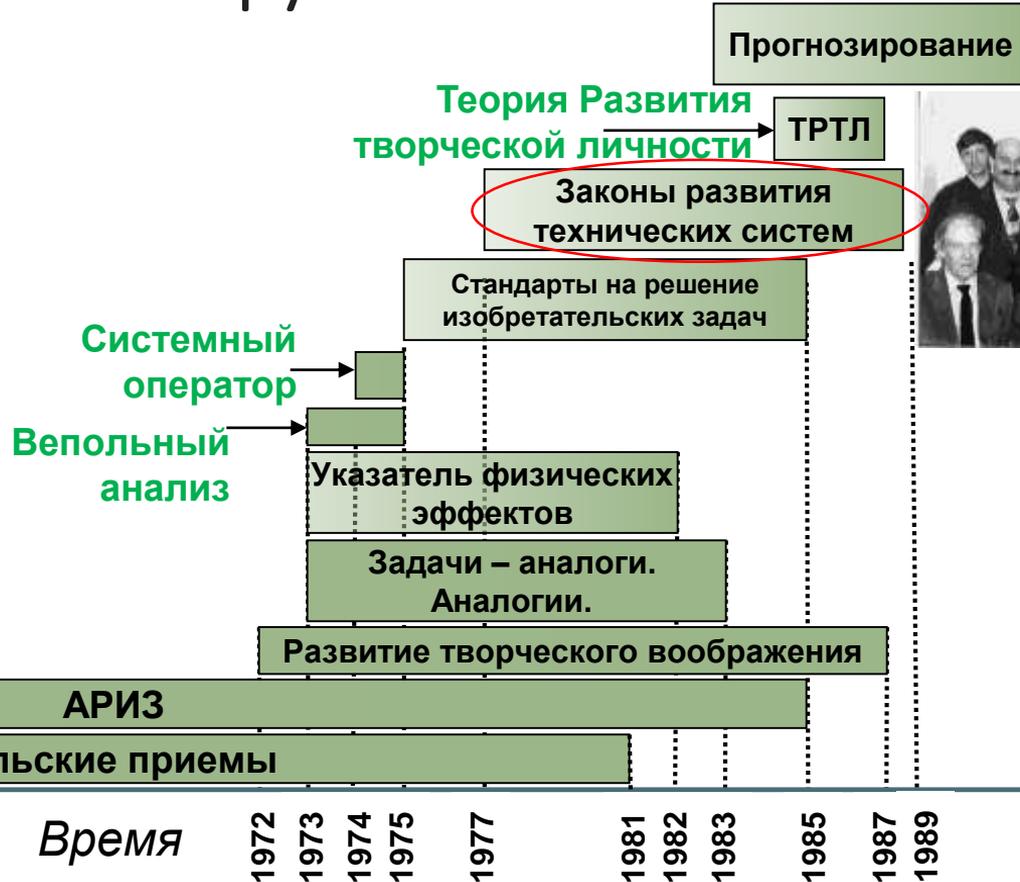
# Основные модели развития систем в ТРИЗ

9

- Законы развития технических систем. S-образные кривые.
- Модель ТРИЗ
- Модели и шаблоны противоречий (технические, физические)
- Идеальный конечный результат (ИКР)
- Веполь, стандарты на решение изобретательских задач.
- Системный оператор
- АРИЗ
- Линия моно-би-поли-свертывание
- Модель функции
- Модель потоков
- Принципы и приемы разрешения противоречий.
- Таблица применения приемов
- Принцип действия как развитие модели технической системы

# История развития инструментов ТРИЗ

Инструменты ТРИЗ



# Ф. ЭНГЕЛЬС ИСТОРИЯ ВИНТОВКИ

- Приведен анализ развития винтовки с 15 до 19 века.
- Показаны закономерности в развитии винтовок разных типов, причины возникновения противоречий (ограничений в развитии, возникновения новых требований к винтовкам) и способы их разрешения
- Сам термин «противоречие» Энгельс не использует
- Цитата: «...при несовершенстве техники того времени оба эти **требования нельзя было сочетать**: или части, сцепляющие затвор со стволом, были недостаточно прочны и долговечны, или самый процесс снятия и закрепления совершался чрезвычайно медленно»
- Прогноз: «Система заряжания с казенной части... Этой системе суждено, видимо, постепенно вытеснить все остальные». 1860 г.

<https://lewhobotov.livejournal.com/814938.html>



# Законы развития технических систем по Альтшуллеру 12

Статика

## 1. Закон полноты частей системы

Необходимым условием принципиальной жизнеспособности технической системы является наличие и минимальная работоспособность основных частей системы.

## 2. Закон «энергетической проводимости» системы

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

## 3. Закон согласования ритмики частей системы

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

Кинематика

## 4. Закон увеличения степени идеальности системы

Развитие всех систем идет в направлении увеличения степени идеальности.

## 5. Закон неравномерности развития частей системы

Развитие частей системы идет неравномерно: чем, сложнее система, тем неравномернее развитие ее частей.

## 6. Закон перехода в надсистему

Развитие системы, достигшей своего предела, может быть продолжено на уровне надсистемы.

## 7. Закон динамизации технических систем

Жесткие системы, для повышения их эффективности должны становиться динамичными, то есть переходить к более гибкой, быстро меняющейся структуре и к режиму работы, подстраивающемуся под изменения внешней среды.

Динамика

## 8. Закон перехода с макроуровня на микроуровень

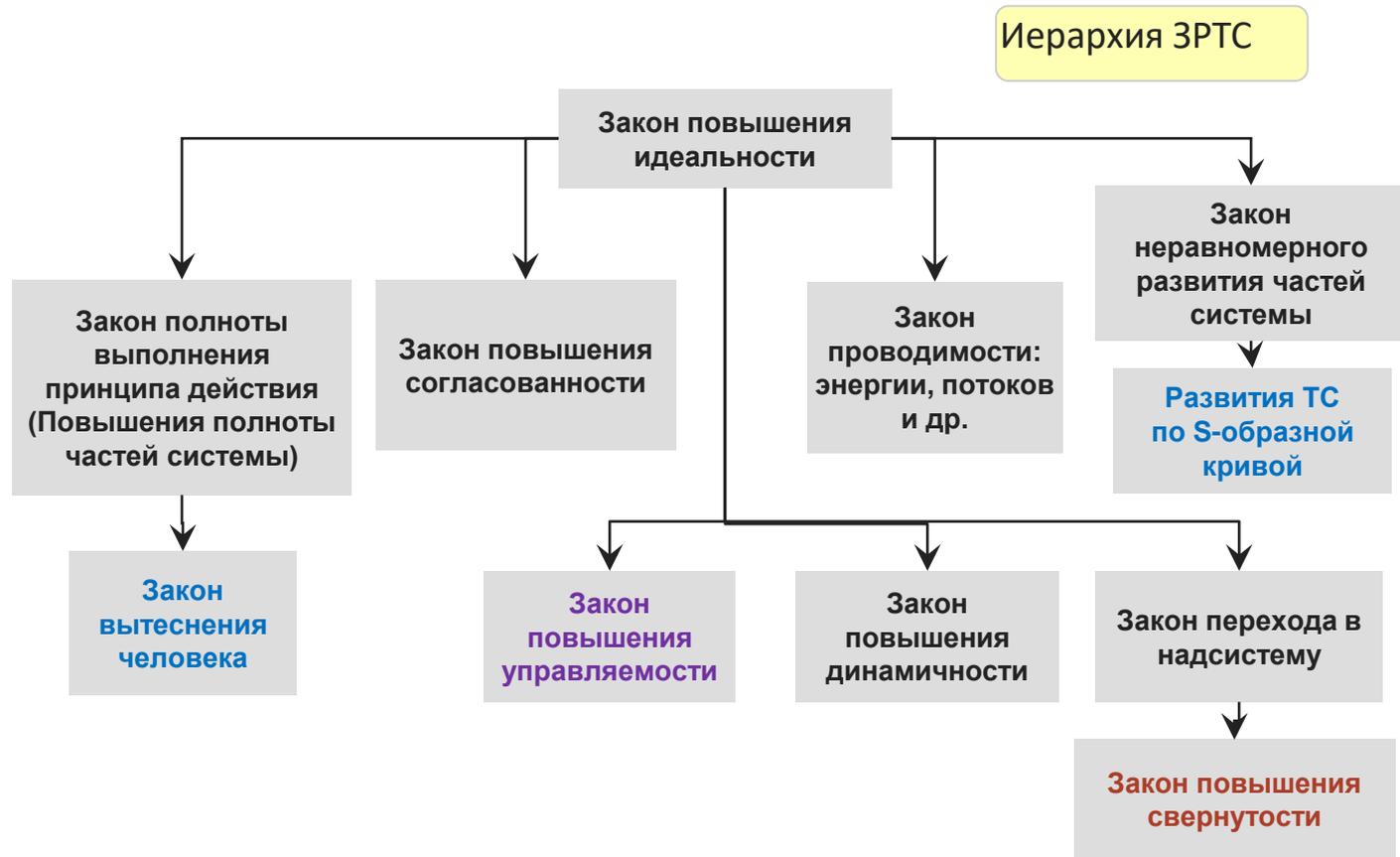
Развитие рабочих органов идет сначала на макро-, а затем на микроуровне.

## 9. Закон увеличения степени вепольности

Развитие технических систем идет в направлении увеличения степени вепольности: невепольные системы стремятся стать вепольными, а в вепольных системах развитие идет путем увеличения числа связей между элементами, повышения отзывчивости (чувствительности) элементов, увеличения количества элементов.

# Законы Развития Технических Систем (ЗРТС)

- 1. Закон полноты частей системы
- 2. Закон «энергетической проводимости» системы
- 3. Закон согласования ритмики частей системы
- 4. Закон увеличения степени идеальности системы
- 5. Закон неравномерности развития частей системы
- 6. Закон перехода в надсистему
- 7. Закон динамизации технических систем
- 8. Закон перехода с макроуровня на микроуровень
- 9. Закон увеличения степени вепольности



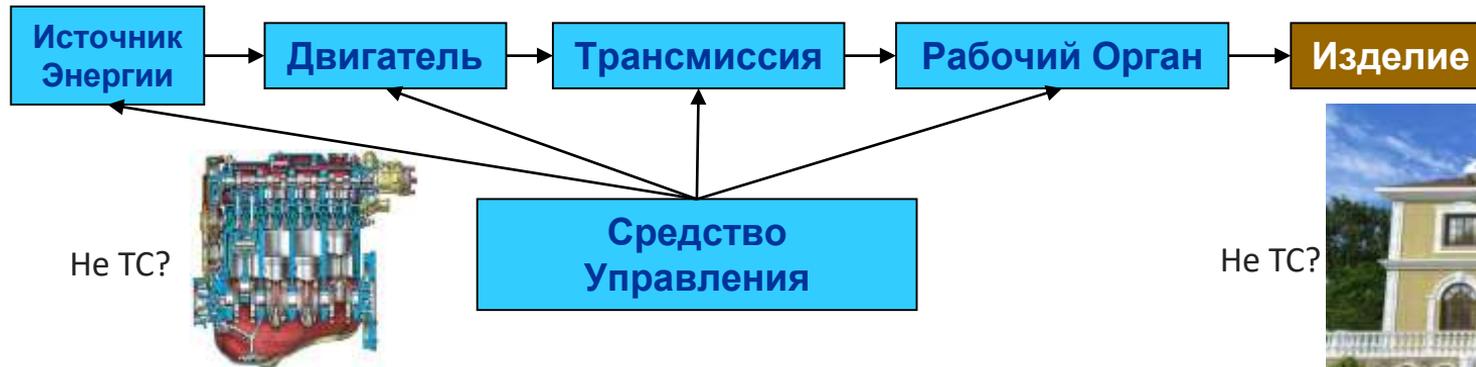
# 1. Закон полноты частей системы

Необходимым условием принципиальной жизнеспособности технической системы является наличие и минимальная работоспособность основных частей системы.

Карла Маркс (1-й том, часть 4, 1867 г.): Всякая развитая совокупность машин [entwickelte Maschinerie] состоит из трёх существенно различных частей:

- машины-двигателя,
- передаточного механизма, наконец,
- машины-орудия, или рабочей машины.

Техническая Система (ТС), 1997 г.

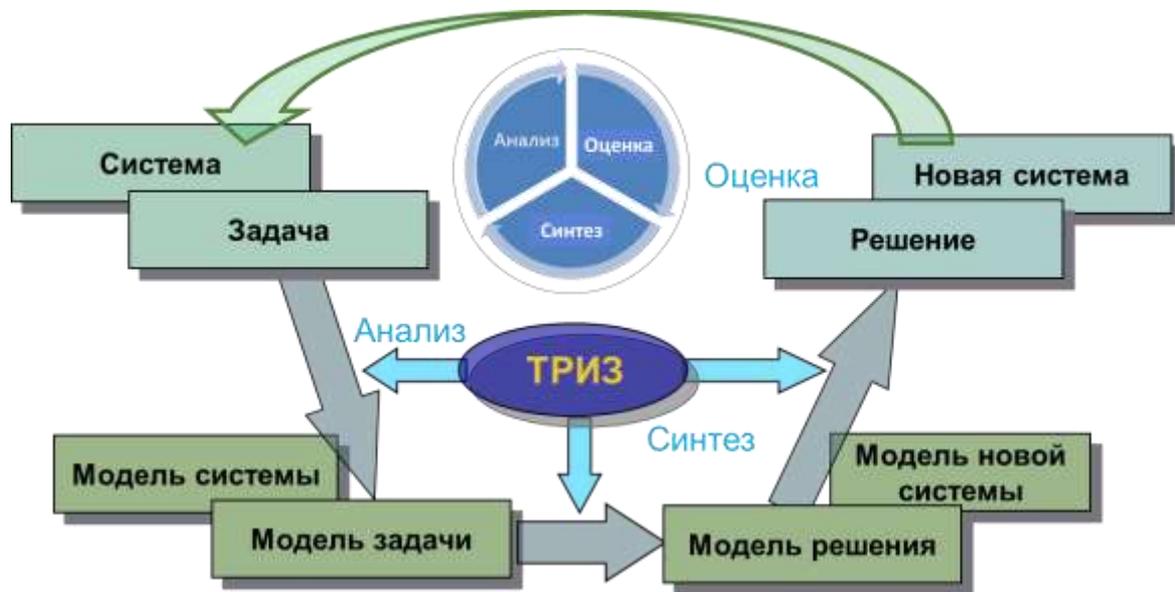


Более точная формулировка:

## Закон полноты выполнения принципа действия

# Модельный подход в ТРИЗ. Модель ТРИЗ.

15

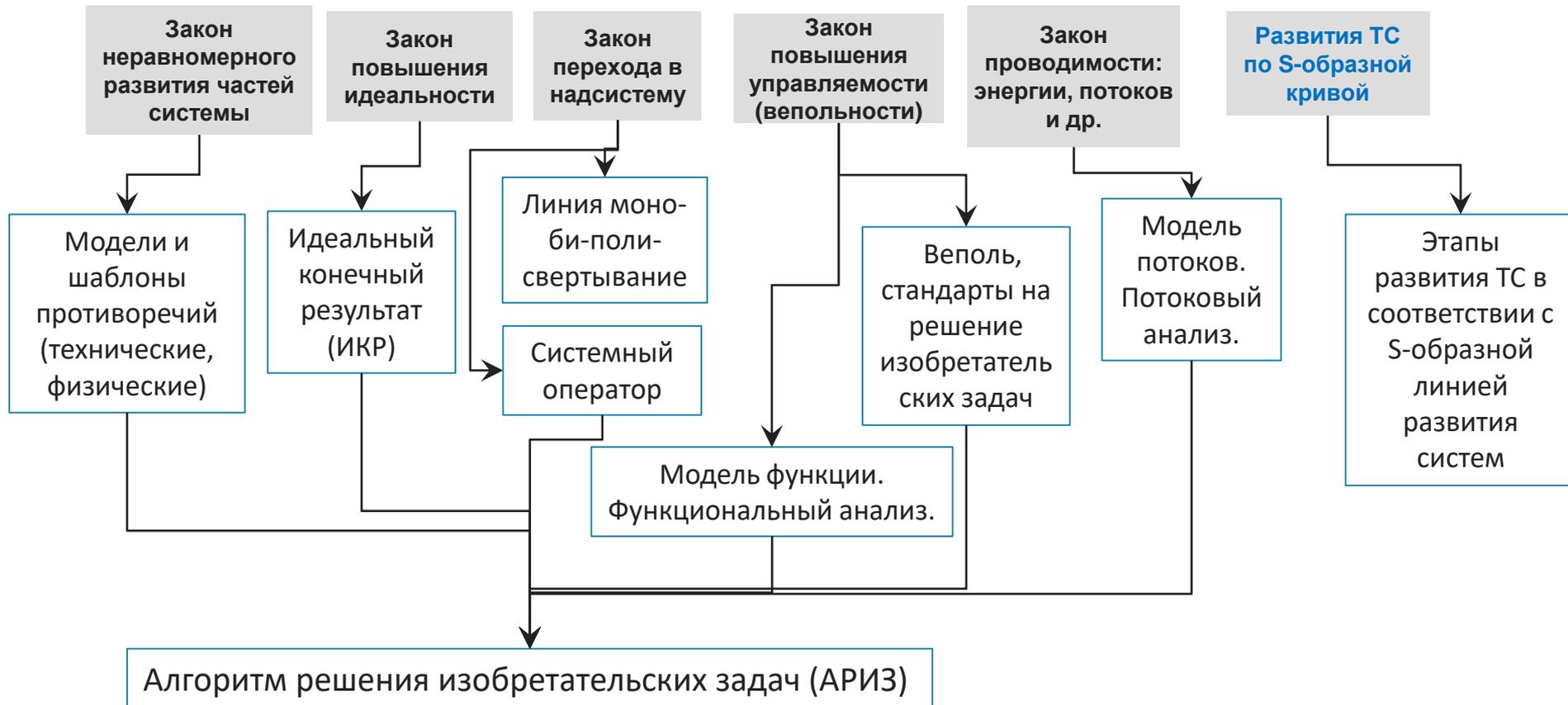


Человек не способен перепрыгивать за один раз через пропасть в 10-15 метров. Но он может это сделать, если будут «ступеньки» из методических рекомендаций и инструментов.

- Любая наука начинается с создания модели того или иного явления или процесса
- В ТРИЗ были созданы различные инструменты для создания моделей исходной задачи и преобразованию ее в модель искомого решения

# ЗРТС и инструменты развития технических систем

16



# Дерево формирования противоречий



# Системный оператор: филогенез и онтогенез

- По системному оператору систему можно рассматривать и в онтогенезе и в филогенезе
- Это относится и к программным продуктам: операционным системам, языкам программирования, трансляторам, служебным программам и т.д.

## Онтогенез для конкретного дерева



## Филогенез для деревьев



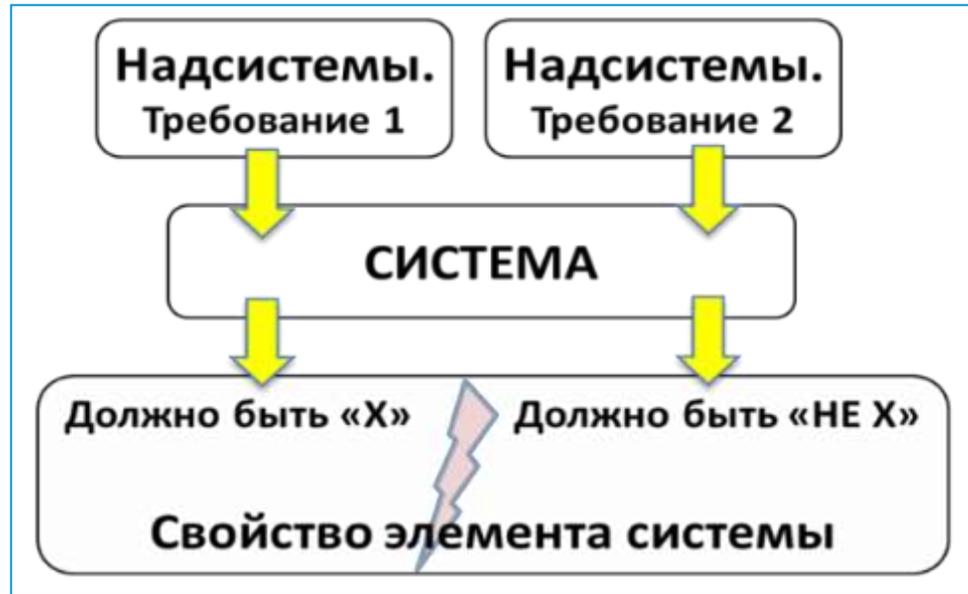
# Противоречия требований и свойства

## Противоречие требований:

**ЕСЛИ** [изменение], **ТО** + [Требование 1], **НО** – [Требование 2]

1860 г. Ф. Энгельс: «...при несовершенстве техники того времени **оба эти требования** нельзя было сочетать: или части, сцепляющие затвор со стволом, были недостаточно прочны и долговечны, или самый процесс снятия и закрепления совершался чрезвычайно медленно»

Заряжание пушек с казенной части предшествовало заряжанию с дула. Затвор должен быть разделён со стволом, чтобы его легко можно было снять и снова поставить, и должен быть монолитным, чтобы выдержать давление пороховых газов.



## Противоречие свойства:

Элемент должен обладать свойством **X**, **чтобы** обеспечить Требование 1, и должен обладать свойством **НЕ X**, **чтобы** обеспечить Требование 2.

# Система противоречий в ТРИЗ



# Задача о металлической опалубке. Система противоречий.

## Техническое противоречие (Противоречие требований)

Надсистемы

Тр1. Смесь (бетон) хорошо затвердевает

Тр2. Смесь (бетон) не прилипает к опалубке.

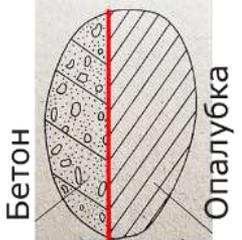
Система

1) Если опалубка удерживает смесь долго / НЕ долго

ТО +/- (выполняется / НЕ выполняется  
Требование 1)  
ПСЦ-1

НО +/- (НЕ выполняется / выполняется  
Требование 2)  
ПСЦ-2

ПСЦ-1. Если опалубка долго удерживает смесь, то бетон хорошо затвердевает./ Если НЕ долго удерживает, то бетон плохо затвердевает.  
ПСЦ-2. Если опалубка долго удерживает смесь, то бетон прилипает к опалубке./Если НЕ долго удерживает, то бетон НЕ прилипает к опалубке



Элемент и его свойство

## Физическое противоречие (Противоречие свойства)

2) Бетон ДОЛЖЕН БЫТЬ (иметь)

(СХВАТЫВАЮЩИМСЯ) ЧТОБЫ  
выполнялось Требование 1  
ПСЦ-3

и (НЕ СХВАТЫВАЮЩИМСЯ)  
ЧТОБЫ  
выполнялось Требование 2.  
ПСЦ-4

ПСЦ-3. Если смесь имеет свойство схватываться, то есть возможность получать качественный бетон.  
ПСЦ-4. Если смесь имеет свойство НЕ схватываться, то не возникает проблема прилипания бетона к опалубке.

Микроуровень или подэлемент и его состояние

## физическое противоречие на микроуровне (Противоречие свойства подэлемента)

3) Частицы смеси (бетона) ДОЛЖЕН БЫТЬ

(связанными) ЧТОБЫ  
обеспечивался  
СХВАТЫВАЮЩИЙСЯ  
ПСЦ-5

и (свободными, подвижными) ЧТОБЫ  
обеспечивался НЕ  
СХВАТЫВАЮЩИЙСЯ.  
ПСЦ-6

ПСЦ-5. Если частицы смеси связываются друг с другом, то обеспечивается свойство «схватываться» для образования бетона.

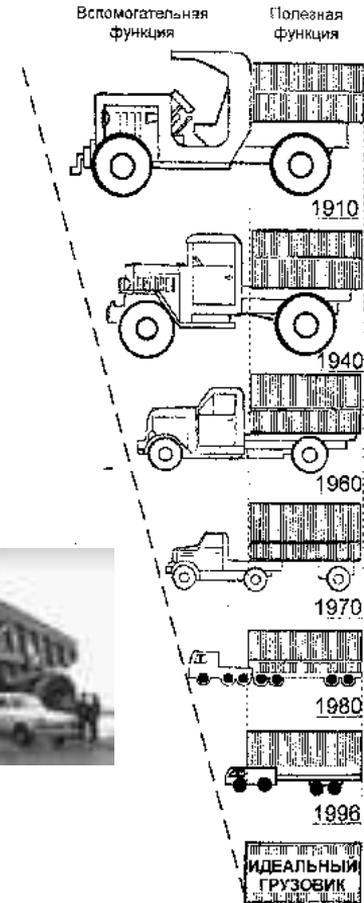
# Закон повышения идеальности

## Определение

### ▶ Закон повышения идеальности

- Системы развиваются по пути повышения идеальности
- Идеальность выражается в виде отношения суммы всех полезных функций к сумме всех затрат и вредных функций
- Идеальная система – системы нет, а ее функция выполняется

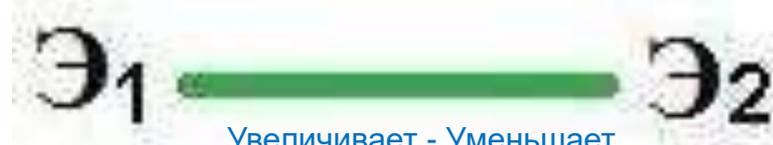
$$ИКР = \frac{\sum F_{\text{полезные}}}{\sum \text{Затрат} + \sum F_{\text{вредные}}}$$



# Модель функции

## Модель функции

Субъект – действие (глагол) – Объект



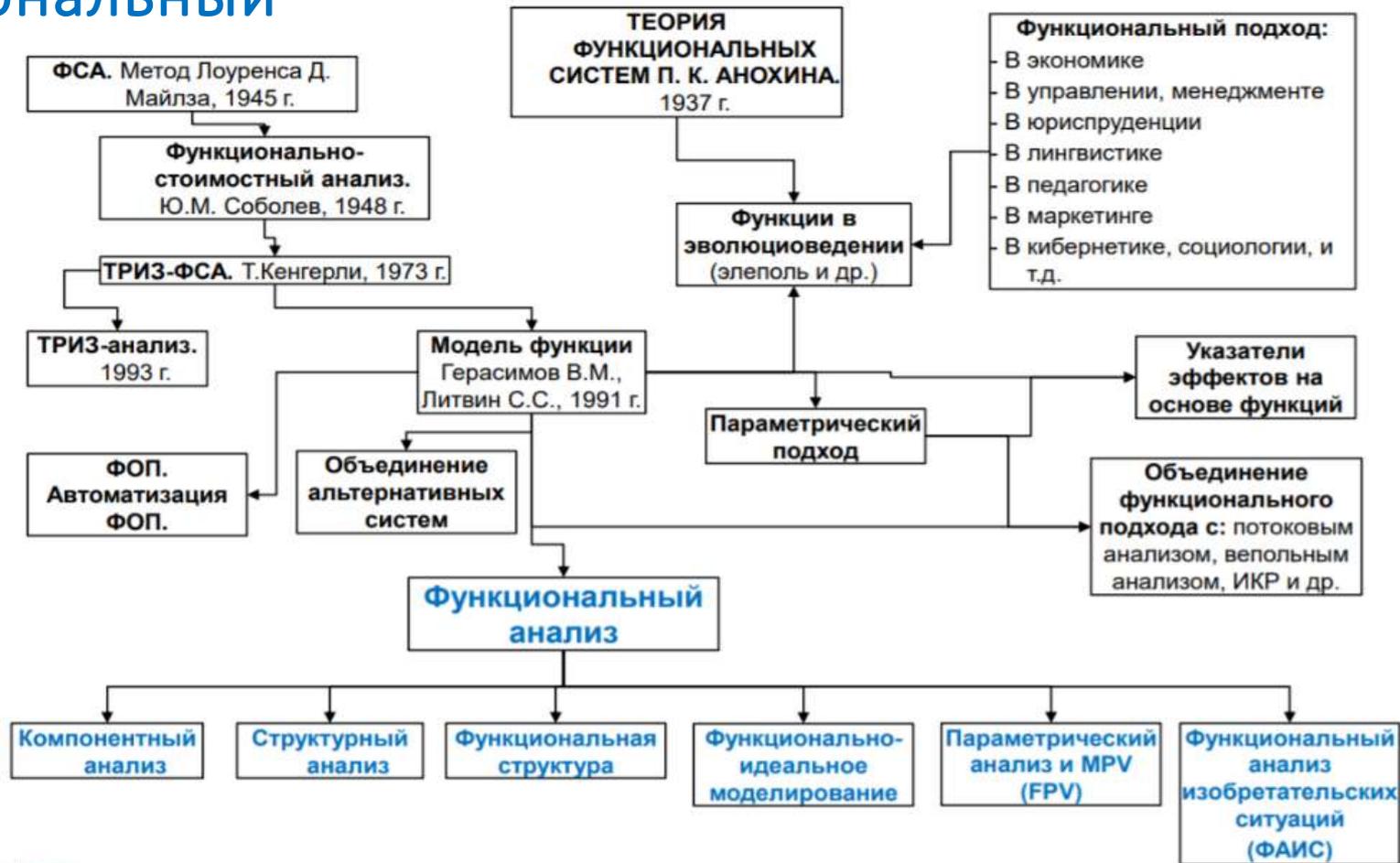
Увеличивает - Уменьшает  
Изменяет - Стабилизирует  
Измеряет

Субъект – параметр(-ы) объекта – Объект

---



# Функциональный подход



- Функциональный подход:**
- В экономике
  - В управлении, менеджменте
  - В юриспруденции
  - В лингвистике
  - В педагогике
  - В маркетинге
  - В кибернетике, социологии, и т.д.

# Принципы разрешения противоречий

Название принципа	Описание
Во времени	Противоречивые свойства реализуются в разное время.
В пространстве (в направлении)	Противоречивые свойства реализуются в разном месте пространства (или в разных направлениях одной точки пространства)
Системный переход (в надсистеме, в подсистеме, в структуре)	Система обладает одним свойством, а ее подсистемы или надсистемы – другим: –Объединение однородных или неоднородных систем –От системы к антисистеме или к сочетанию системы с антисистемой –Вся система наделяется свойством С, а ее части – свойством анти-С.
В отношении или в сравнении	Разновидность надсистемного перехода: Сама по себе система обладает одним свойством, а в сравнении или по отношении с другими элементами – другим свойством. Зрительные эффекты, изменяющие кажущуюся длину или форму фигуры или предмета. В физике: при одной частоте одно свойство, при другое – другое.
На микроуровне (для техники)	Разновидность системного перехода. (Вместо механического крана для воды – регулирование зазора при помощи нагрева-охлаждения).
Физико-химические и фазовые переходы (для техники)	<ul style="list-style-type: none"><li>– возникновение-исчезновение вещества (разложения-соединения)</li><li>– замена фазового состояния части системы или внешней среды</li><li>– двойственное фазовое состояние одной части системы</li><li>– использование явлений, сопутствующих фазовому переходу</li><li>– замена однофазового вещества двухфазовым</li></ul>

# Принципы разрешения противоречий и приемы

Название принципа	Соответствующие приемы разрешения противоречий требований	
<b>Во времени</b>	9. Предварительного антидействия 10. Предварительного действия 11. Заранее подложенной подушки 15. Динамичности 19. Периодического действия 20. Непрерывности полезного действия	21. Проскока 24. Посредника 26. Копирования 34. Отброса и регенерации частей. 41. Использование пауз
<b>В пространстве (в направлении)</b>	1. Дробления 2. Вынесения. 3. Местного качества 4. Асимметрии. 7. Матрешки 15. Динамичности	17. Перехода в другое измерение 24. Посредника 26. Копирования 30. Использование гибких оболочек и тонких пленок 44. Применение вставных частей
<b>Системный переход (в надсистеме, в подсистеме, в структуре).                      На микроуровне (для техники).</b>	1. Дробления 5. Объединения 6. Универсальности 12. Эквипотенциальности 13. Наоборот 16. Частичного или избыточного действия 22. Обратить вред в пользу 23. Обратной связи 25. Самообслуживания	27. Дешевая недолговечность взамен дорогой долговечности 31. Применение пористых материалов 33. Однородности 40. Применение композитных материалов 42. прием многоступенчатого действия 43. Применение пены 45. Би–принцип 49. Диссоциация-ассоциация 50. прием самоорганизации

# Принципы разрешения противоречий и приемы

Название принципа	Соответствующие приемы разрешения противоречий требований	
<b>Физико-химические и фазовые переходы (для техники)</b>	8. Антивеса 14. Сфероидальности 18. Использование механических колебаний 28. Замена механической схемы 29. Использование пневмо- и гидроконструкций 31. Применение пористых материалов 32. Изменения окраски 35. Изменение физико-химических параметров объекта	36. Применение фазовых переходов 37. Применение теплового расширения 38. Применение сильных окислителей 39. Применение инертной среды 43. Применение пены 46. Применение взрывчатых веществ и порохов 47. Сборка на (в) воде 48. «Мешок с вакуумом» 49. Диссоциация-ассоциация
<b>В отношении или в сравнении</b>	1. Дробления 5. Объединения 24. Посредника 26. Копирования	42. Принцип многоступенчатого действия 45. Би–принцип



Фрагмент Матрицы

		Вес подвижного объекта	Вес неподвижного объекта	Длина подвижного объекта	Длина неподвижного объекта	Площадь подвижного объекта
		1	2	3	4	5
1	Вес подвижного объекта	+	-	15,8 29,34	-	29,17 38,34
2	Вес неподвижного объекта	-	+	-	10,1 29,35	-
3	Длина подвижного объекта	8,15 29,34	-	+	-	-
4	Длина неподвижного объекта	35,28 40,29	-	-	+	17,7 10,70
5	Площадь подвижного объекта	2,17 29,4	-	14,50 18,4	-	+

Что недопустимо ухудшается

Что необходимо улучшить

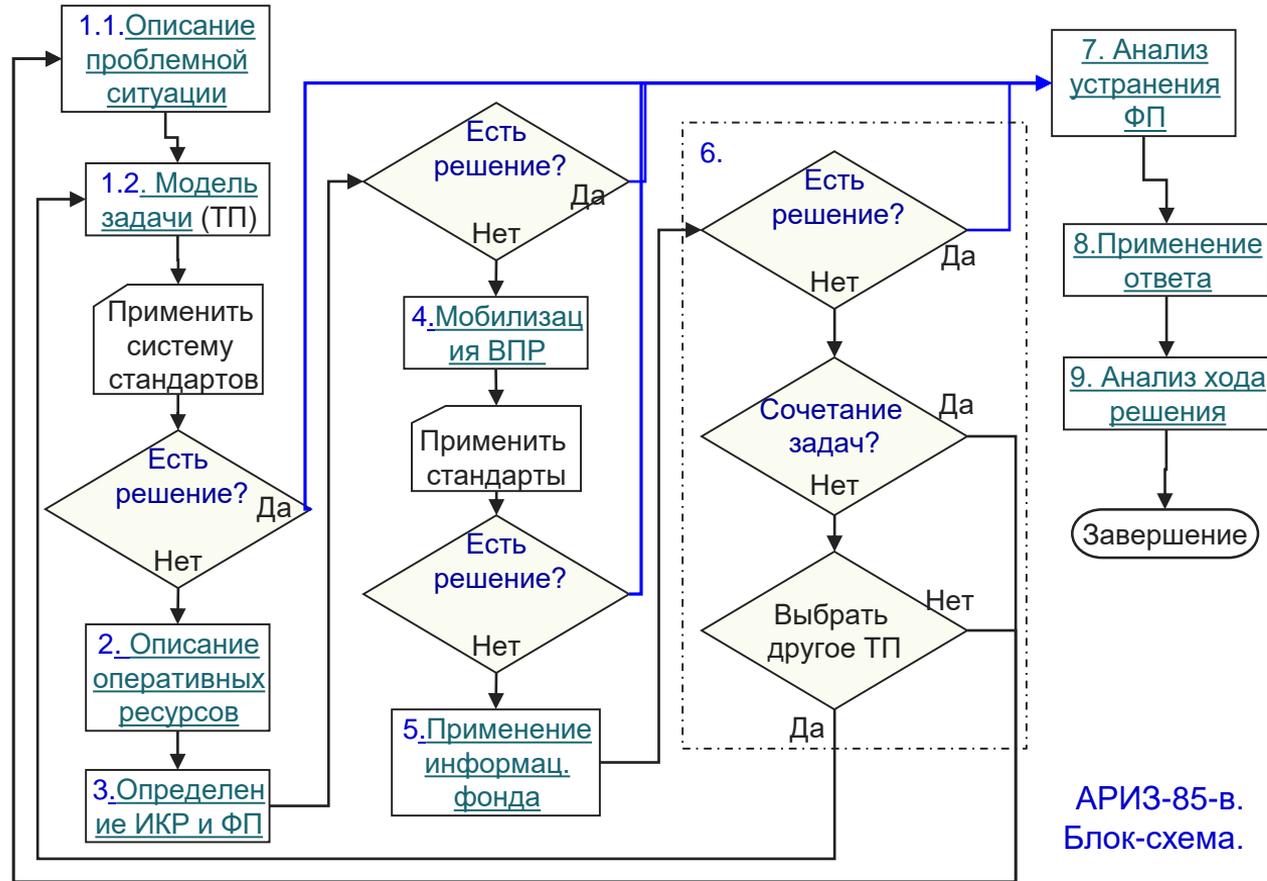
39  
Параметров

39  
Параметров

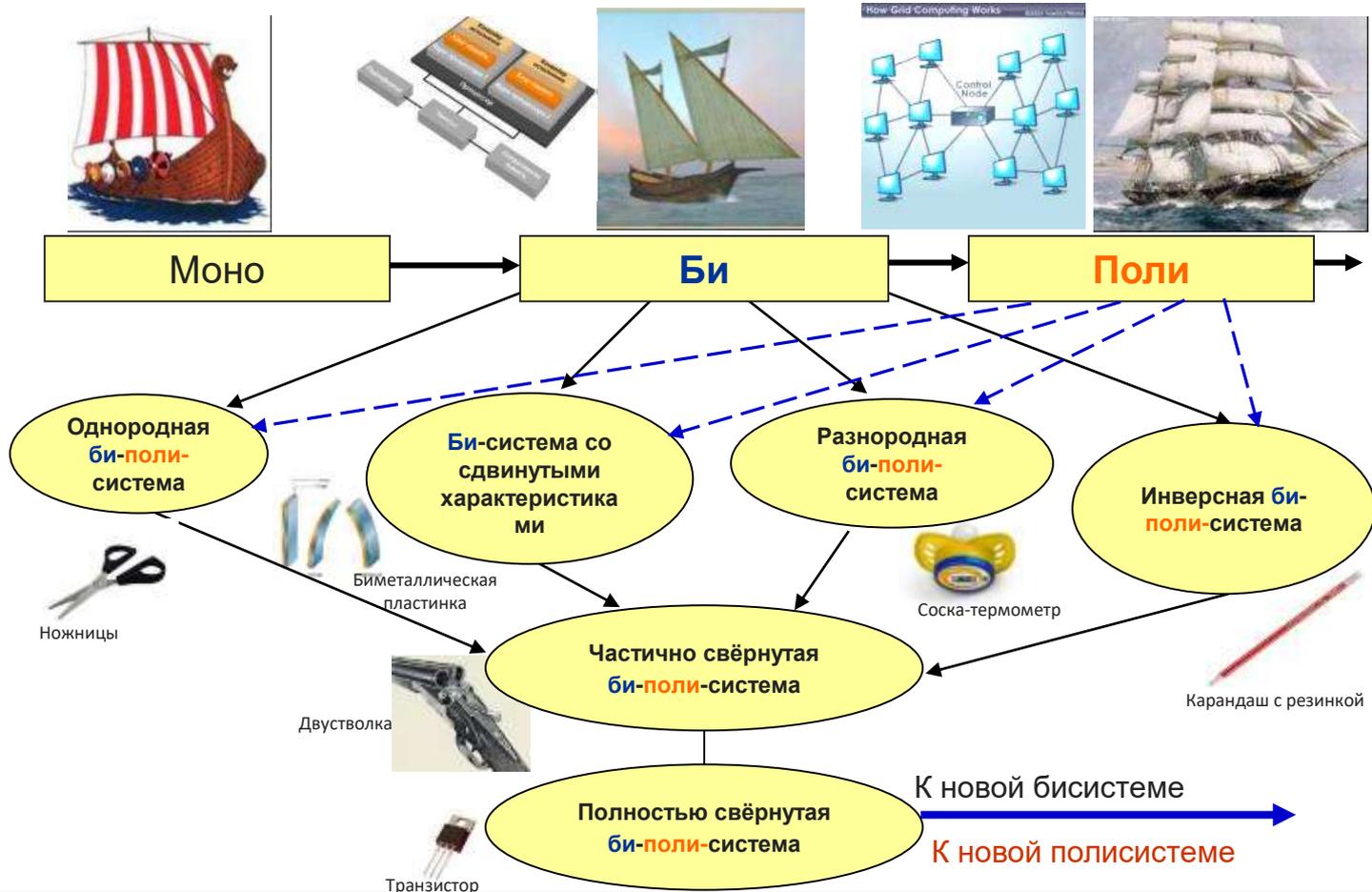
Изобретательские приемы

2,17  
29,4

# АРИЗ 85-в. Блок-схема



# Линия моно-би-поли-свертывание

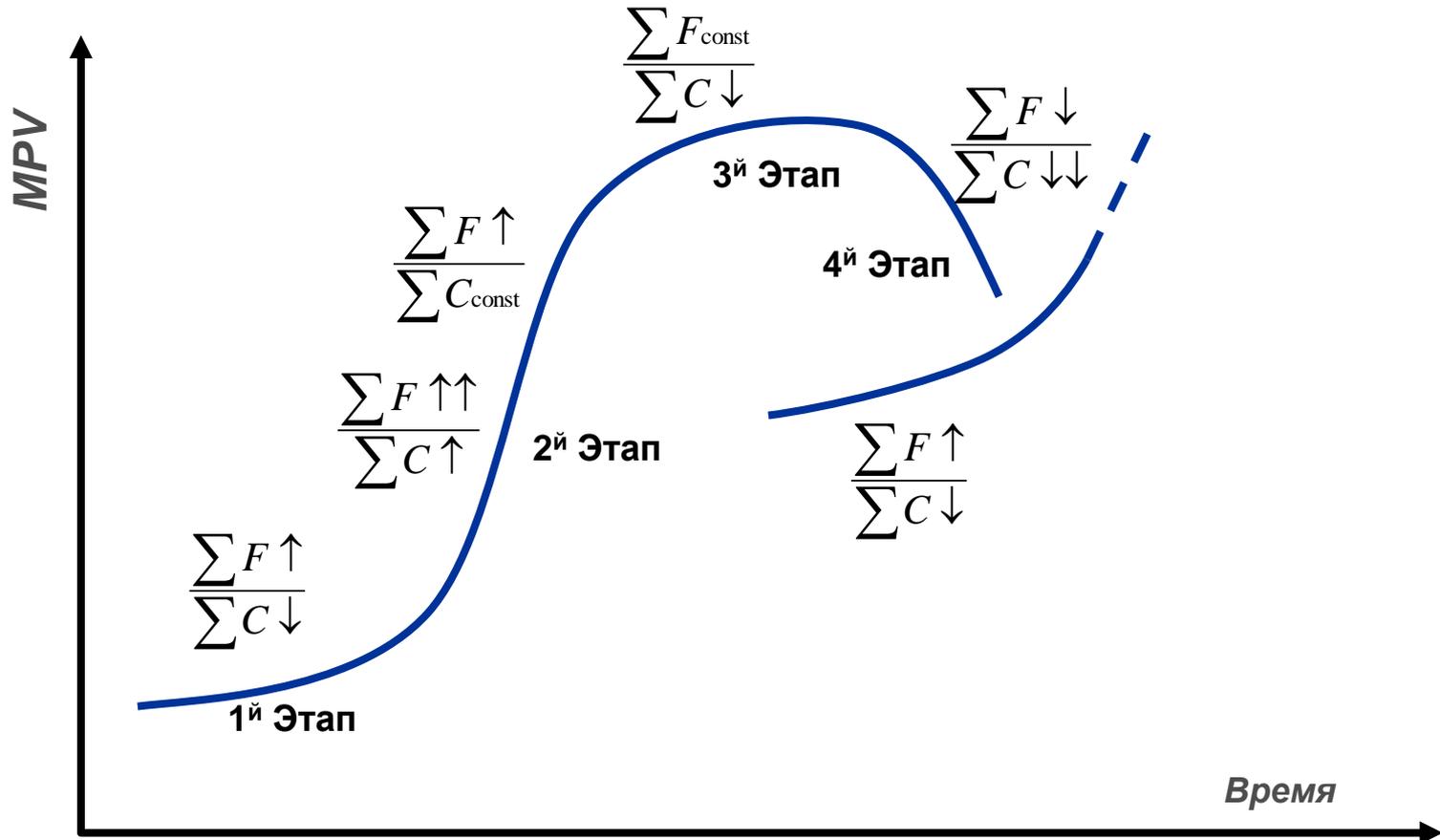


# Анализ развития по S-образной кривой

- Определение
  - Анализ развития по S-образной кривой – это аналитический инструмент, основанный на Законе развития ТС по S-Образной Кривой, который позволяет определить, где находится Техническая система с точки зрения ее эволюции и какие следует предпринять шаги, чтобы ее улучшить
  - S-образная кривая построена для одного или для нескольких параметров MPV



# Закон повышения идеальности и S-образное развитие 33



1. История развития системных представлений в ТРИЗ

**2. Введение в теорию системного захвата и эволюциоведение.**

3. Комплекс законов развития систем

4. Универсальные инструменты ТРИЗ:

- система стандартов – 2010 и
- АРИЗ-У-2010

5. Единый подход: ТРИЗ в технике, в бизнесе и в ИТ



# БТМ: 8 мыслей о природе и технике. 1987 год

35

- Цивилизации, приспособленные к захвату, оказываются сильнее
- Развитие цивилизации ведет к уничтожению привычной экологической среды. Это создает комплекс проблем и изобретательских задач для развития цивилизации
- ТРИЗ должна научиться решать задачи не только в технической области, но и для социально-экономических задач, в области искусства, этики, формирования эффективного изобретательского мышления. Необходимо решать задачи и в области систем ценностей.
- Инструменты ТРИЗ должны выходить за рамки техники
- Чтобы не повторять исследования на основе патентного фонда изобретений для всех областей деятельности человечества, необходимо построить логически связанный комплекс законов развития систем.

# Обобщение ТРИЗ для любых систем

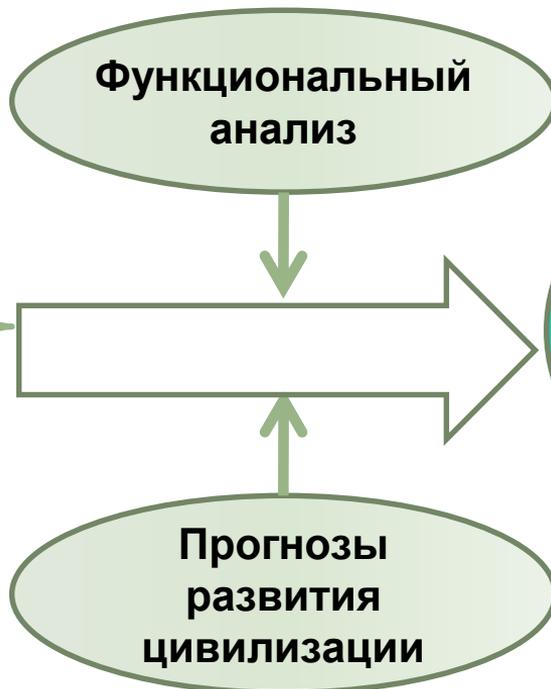
- Постановка задачи при переходе к нетехническим системам:
  - Нет готового фонда изобретений
  - Почему работают инструменты, разработанные для технических систем
  - Почему возникают противоречия в природных системах?
  - Выделение филогенеза и онтогенеза в системах (не только биологических)
- Работы по БТМ привели к гипотезе, а затем и к теории: системы развиваются в направлении повышения эффективности захвата ресурсов. Это объясняет возникновение противоречий в развитии систем и общность в развитии самых разных видов систем.
- Такой переход сделал необходимым изменение в основных инструментах ТРИЗ, чтобы их можно было применять не только в технических системах при минимальных изменениях: веполи, стандарты, АРИЗ и др.
- Новая система законов развития. Проверка каждого закона на применимость в нетехнических, нематериальных системах.

# Эволюционное системоведение – развитие ТРИЗ

Законь развития техники переносятся на другие системы



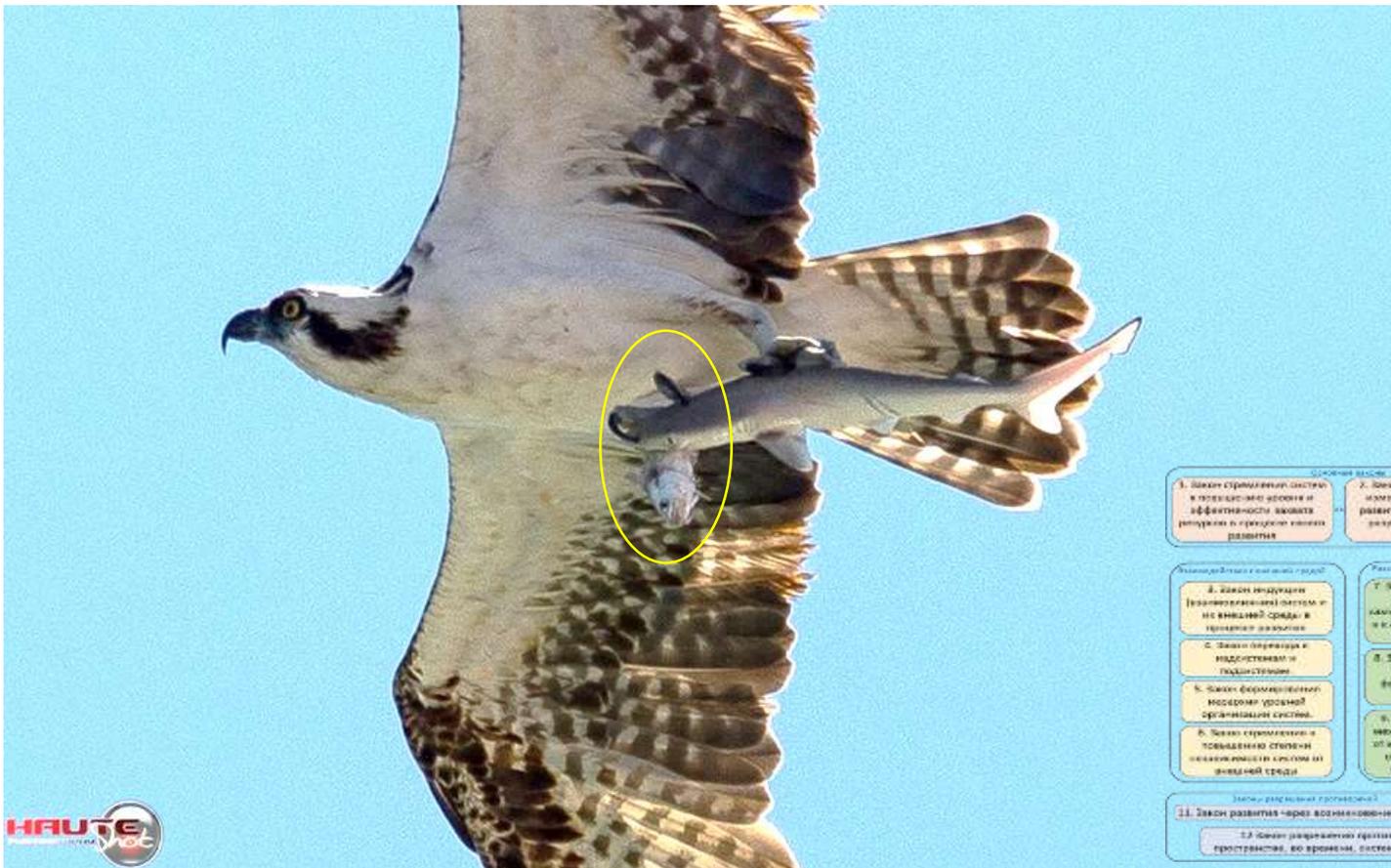
Общесистемные Законь развития применяются для материальных и нематериальных систем



# Эволюционное системоведение. Общие подходы.



Общесистемные Законы развития применяются для материальных и нематериальных систем



- Системный захват**
- 1. Закон стремления системы к совершенству: закон и эффективность захвата ресурсов в процессе своего развития
  - 2. Закон взаимовыгодной связи подсистем/элементов системы и системы в целом. При развитии возрастает связь подсистем, а при обратном процессе - ослабевает связь и соединения
  - 3. Закон стремления к минимальному числу функциональных систем и их элементов в процессе эволюции
  - 4. Закон инерции функциональных систем и их элементов в процессе эволюции
  - 5. Закон сохранения и подсистем и подсистем
  - 6. Закон формирования наиболее универсальной структуры системы
  - 7. Закон стремления к совершенству системы на уровне среды
  - 8. Закон стремления к совершенству функциональных систем
  - 9. Закон развития: совершенствование элементов системы и управление
  - 10. Закон сохранения целостности и функциональной структуры системы
  - 11. Закон развития через возникновение и разрешение противоречий требований
    - 11.1 Закон разрешения противоречий при развитии системы и пространства во времени, системных параметрах и в окружающей среде

- Цивилизация преобразует внешнюю среду в искусственную
- Культура и технологии являются инструментами этого захвата



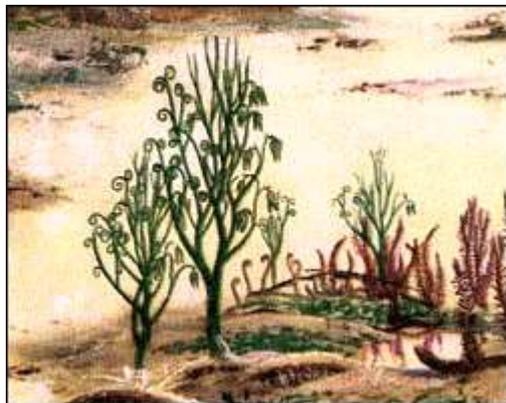
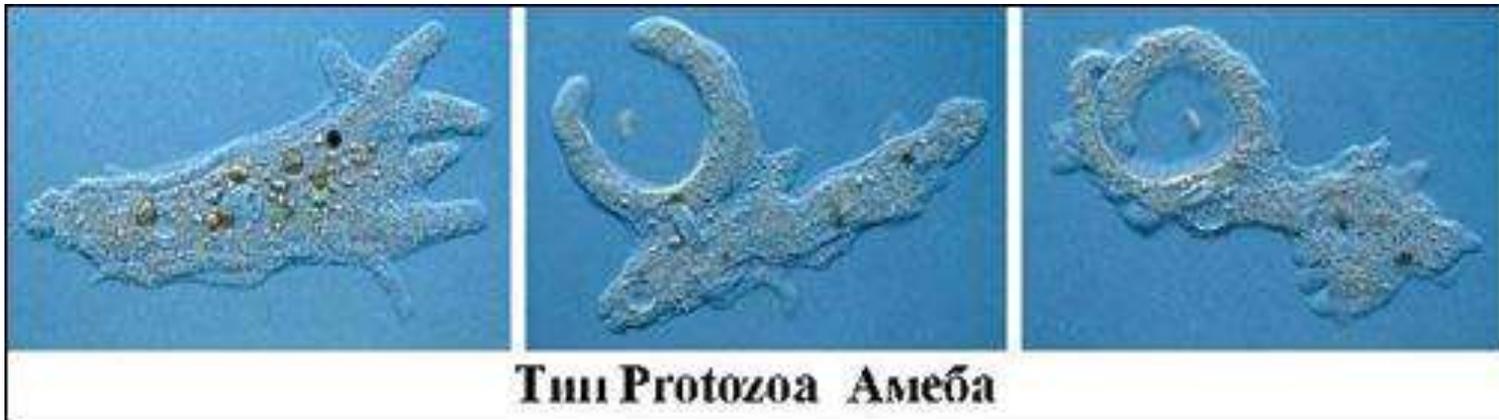
# Введение в теорию захвата

- Принцип стремления к повышению эффективности захвата в развитии систем
- Под системным захватом мы будем понимать любые процессы, при которых элементы одной системы (объект захвата) превращаются или становятся элементами другой системы (субъект захвата).
- При этом объект захвата может полностью или частично потерять и/или сохранить признаки прежней системы.
- В некоторых случаях захват бывает взаимовыгодный (например, симбиоз животных и растений), то есть помогающий в существовании и развитии этих систем.
- Процессы системного захвата наблюдаются во всех системах
- **Системы, не обладающие свойствами захвата сами захватываются другими системами**



# Захват на уровне простейших организмов

Амеба - простейшее одноклеточное, относящаяся к типу Protozoa



Растения и животные захватывают поверхность Земли

# Иерархия полей взаимодействия

- Каждый предыдущий уровень организации систем создает условия для формирования следующего уровня
- Для каждого уровня систем характерны свои поля взаимодействия и свои параметры
- Захват происходит на каждом иерархическом уровне



# Типы реакций захвата при взаимодействии систем

44

Типы захвата во взаимодействии систем	Физика	Химия	Биология	Типы личности по Фромму
1. Реакция захвата с поглощением (или присоединением) объекта захвата	Черная дыра, поглощение света черным телом	Реакция соединения	Хищничество, паразитизм.	Эксплуататорская (овладевающая)
2. Реакция захвата с обменом (в том числе симбиоз)	Фотоядерная реакция	Реакция обмена	Симбиоз, мутуализм	Рыночная (обменивающаяся)
3. Реакция захвата вытеснением (замещением) на основе борьбы за лимитирующий фактор развития.	Фотоэффект	Реакция замещения.	Конкуренция. Аменсализм. Комменсализм.	Рецептивная (берущая) и Стяжательская (сберегающая)
4. Реакция разложения (внутренний захват)	Реакции деления. Цепная реакция	Реакция разложения.	Деградация организмов, экосистем.	Рецептивная и Стяжательская
5. Плодотворный захват, синтез новой системы из элементов.	Термоядерный синтез	Синтез соединений	Видообразование. Размножение. Сукцессия.	Плодотворная ориентация

# Реакция захвата с поглощением объекта захвата

45

▶ Одна система (субъект) поглощает (присоединяет) к себе другую систему с выделением или поглощением внешних ресурсов (материи, энергии, информации, вещества и времени)

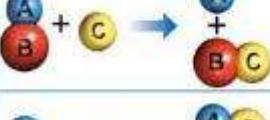
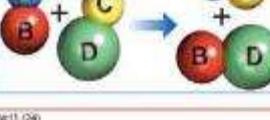
▶  $S_s + S_o = S's$  ( $r \downarrow \uparrow$ ), где

$S_s$  – субъект захвата

$S_o$  – объект захвата

$S's$  - субъект захвата в новом качестве после захвата

( $r \downarrow \uparrow$ ) – баланс ресурса (resource) при реакции захвата (с поглощением или выделением ресурса).

ТИПЫ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ		
ТИП	схема	примеры
РЕАКЦИЯ СОЕДИНЕНИЯ		$Zn + S = ZnS$ $CaO + CO_2 = CaCO_3$
РЕАКЦИЯ РАЗЛОЖЕНИЯ		$2HgO \xrightarrow{t} 2Hg + O_2 \uparrow$ $Cu(OH)_2 \xrightarrow{t} CuO + H_2O$
РЕАКЦИЯ ЗАМЕЩЕНИЯ		$CuO + H_2 \xrightarrow{t} Cu + H_2O$ $Zn + 2HCl = ZnCl_2 + H_2 \uparrow$
РЕАКЦИЯ ОБМЕНА		$Ca(OH)_2 + H_2SO_4 = CaSO_4 \downarrow + 2H_2O$ $AgNO_3 + HCl = AgCl \downarrow + HNO_3$

Плодотворный захват, синтез новой системы из элементов: На уровне элементарных частиц, атомов, молекул, на уровне творчества личности, на уровне формирования государства...



# Эволюциоведение. Комплекс законов развития систем?

## Основные законы

1. Закон стремления систем к повышению уровня и эффективности захвата ресурсов



2. Закон возникновения сил противодействия изменениям в системе и сил инерции, при развитии возникает торможение, а при разрушении системы - возникают силы ее сохранения

## Взаимодействие с внешней средой

3. Закон индукции (взаимовлияния) систем и их внешней среды

4. Закон перехода к надсистемам и подсистемам.

5. Закон формирования иерархии уровней организации систем.

6. Закон стремления систем к независимости от внешней среды

## Развитие структуры систем

7. Закон перехода от ресурсных к самоорганизующимся и к функциональным системам

8. Закон стремления к идеальным функциональным системам

9. Закон развития механизмов захвата от жестких к гибким, от постоянных к управляемым

## Статика

10. Закон сохранения структурной целостности и функциональной полноты систем

Законы формирования сил и энергии в процессе развития систем

## Законы разрешения противоречий

11. Закон развития через возникновение и разрешение противоречий требований



12. Закон разрешения противоречий в пространстве, во времени, системными переходами и в отношениях.

# Комплекс законов развития систем. Парусники.

48

## Основные законы

1. Закон стремления систем к повышению уровня и эффективности захвата ресурсов



2. Закон возникновения сил противодействия изменениям в системе и сил инерции, при развитии возникает торможение, а при разрушении системы - возникают силы ее сохранения

1. Парусники известны с 5000 лет до н.э. Они повышали возможности захвата ресурсов: рыболовство, торговля, военные действия. Использовался парус как дополнение к веслам



Гокстадский корабль



2. Развитию парусников противодействовало множество факторов. Они медленно развивались и вплоть на 17 века н.э. не могли обойтись без гребцов. Когда же на смену парусникам стали приходить пароходы, теплоходы, судна с газотурбинным двигателем, то возникли силы, сохраняющие парусники и по сей день.



## Взаимодействие с внешней средой

3. Закон индукции (взаимовлияния) систем и их внешней среды в процессе развития

4. Закон перехода к надсистемам и подсистемам.

3. В начале своего развития кораблестроение и мореплавание были силой, которая развивала промышленность и науку (навигация, материалы, технологии и т.д.). Когда же парусники исчерпали себя, то промышленность и наука стала силой, сохраняющей развитие парусников: парусники с автоматическим управлением и др.

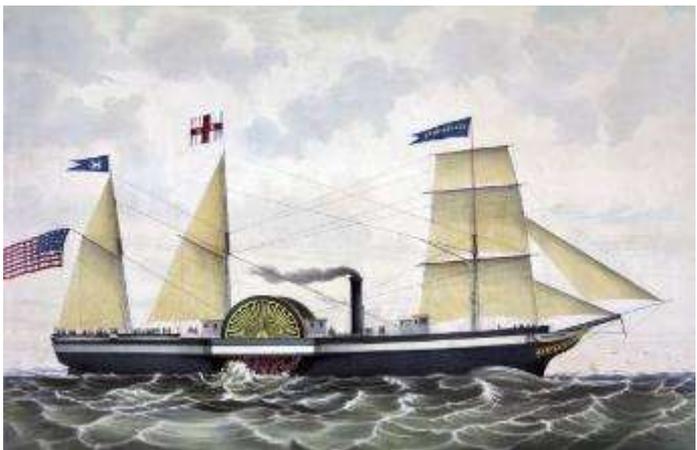
4. От парусников перешли к флоту. От секстанта – к GPS. От энергии ветра перешли к химической энергии и атомной энергии (на микроуровень).



5. Закон формирования иерархии уровней организации систем.

6. Закон стремления к повышению степени независимости систем от внешней среды

5. Для разных видов парусных судов (торговые, пассажирские, военные и др.) можно выделить разные иерархические системы. Например, для военных судов: шлюпка на судне – судно – группа судов – группировка ВМФ – род сил ВМФ – ВМФ – государство.



6. Переход к большому количеству парусов, к пароходам и т.д.



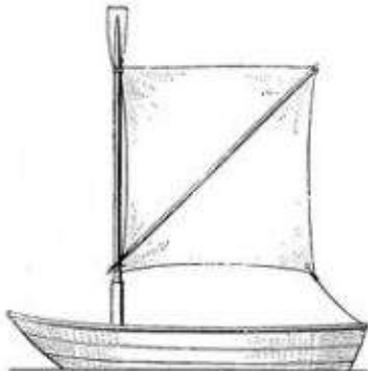
## Развитие структуры систем

7. Закон перехода от ресурсных к самоорганизующимся и к функциональным системам

8. Закон стремления к идеальным функциональным системам

9. Закон развития механизмов захвата от жестких к гибким, от постоянных к управляемым

7. В начале использовали ресурсные материалы для изготовления парусника: плот, весло, полотно или одеяло. Потом стали делать парус как функциональную систему.



9. Парусник с компьютерным управлением парусами.

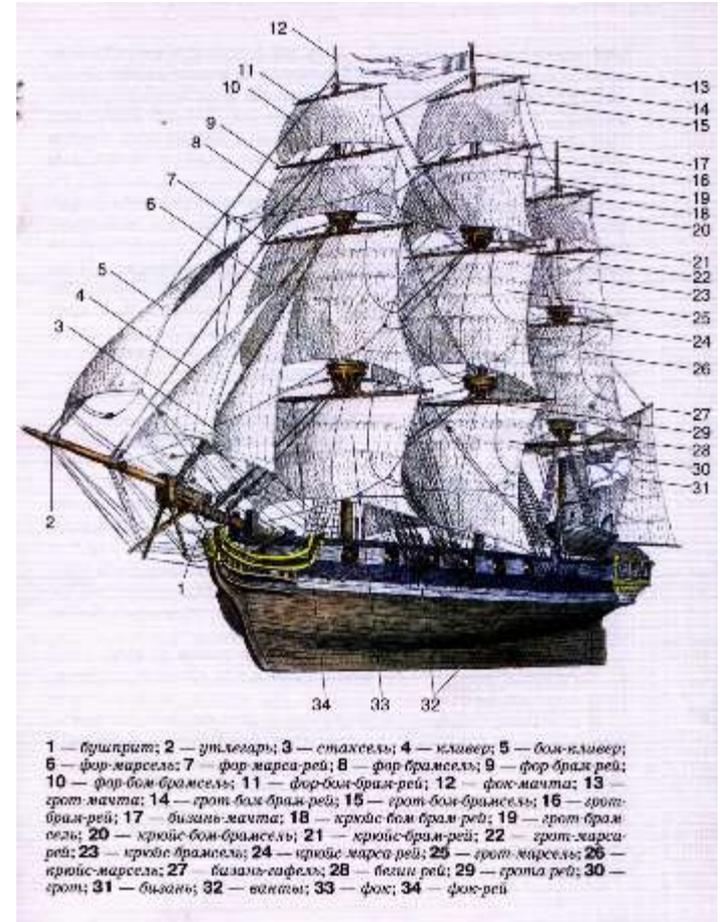


8. Идеальный, самый быстрый парусник «Катти Сарк»: максимальная скорость при минимальных затратах.

# Комплекс законов развития систем. Парусники.

## Статика

10. Закон сохранения структурной целостности и функциональной полноты систем



10. Парусник – это целая система взаимосвязанных элементов:
- Рангоут (подвижный и неподвижный)
  - Такелаж, без которого невозможно управлять парусами
  - Паруса (прямые и косые): кливер, бом-кливер, марсели, бизань, топсель и др.
- Все эти элементы составляют единую и полную функциональную структуру.

# Комплекс законов развития систем. Парусники.

53

Законы разрешения противоречий

11. Закон развития через возникновение и разрешение противоречий требований

12. Закон разрешения противоречий при развитии систем в пространстве, во времени, системными переходами и в отношениях.

**11.** Вслед за появлением гребного винта, который нанес смертельный удар военным парусникам, начался период быстрых усовершенствований торговых парусных судов. В каком-то смысле этому помог пар, потому что использование парового буксира для ввода и вывода судна из гавани позволило проектировать торговые парусники, имея в виду только скорость и мореходность, без учета зачастую противоречивых требований, связанных с управляемостью судна в узкостях. В результате увеличились размер парусников, в первую очередь их длина, и стала больше скорость.

**12.** Решение системным переходом, разделением во времени и в пространстве.



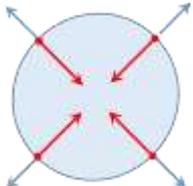
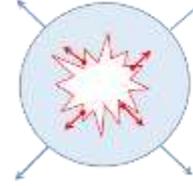
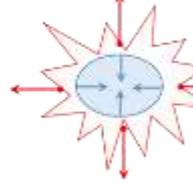
# Универсальность законов развития систем

- Этот комплекс законов развития систем хорошо описывает эволюцию и нетехнических систем:
  - Развитие законов наследственности и изменчивости в биологии
  - Развитие теорий эволюции в биологии
  - Развитие представлений о высшей нервной деятельности
  - Развитие теорий света и теории гравитации в физике
- Комплекс законов развития систем продолжает проверяться и развиваться.

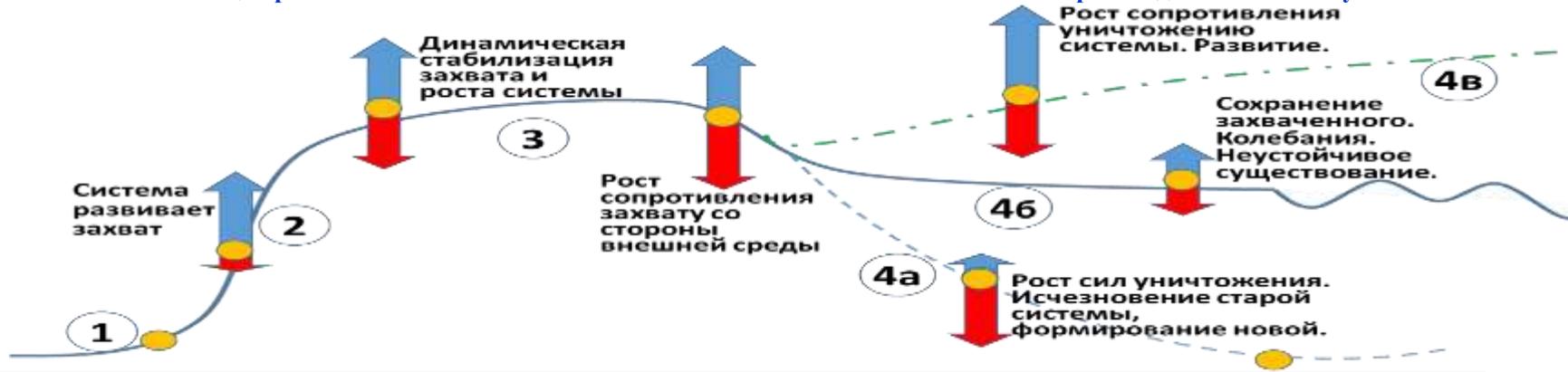


# Механизмы инерции в развитии систем

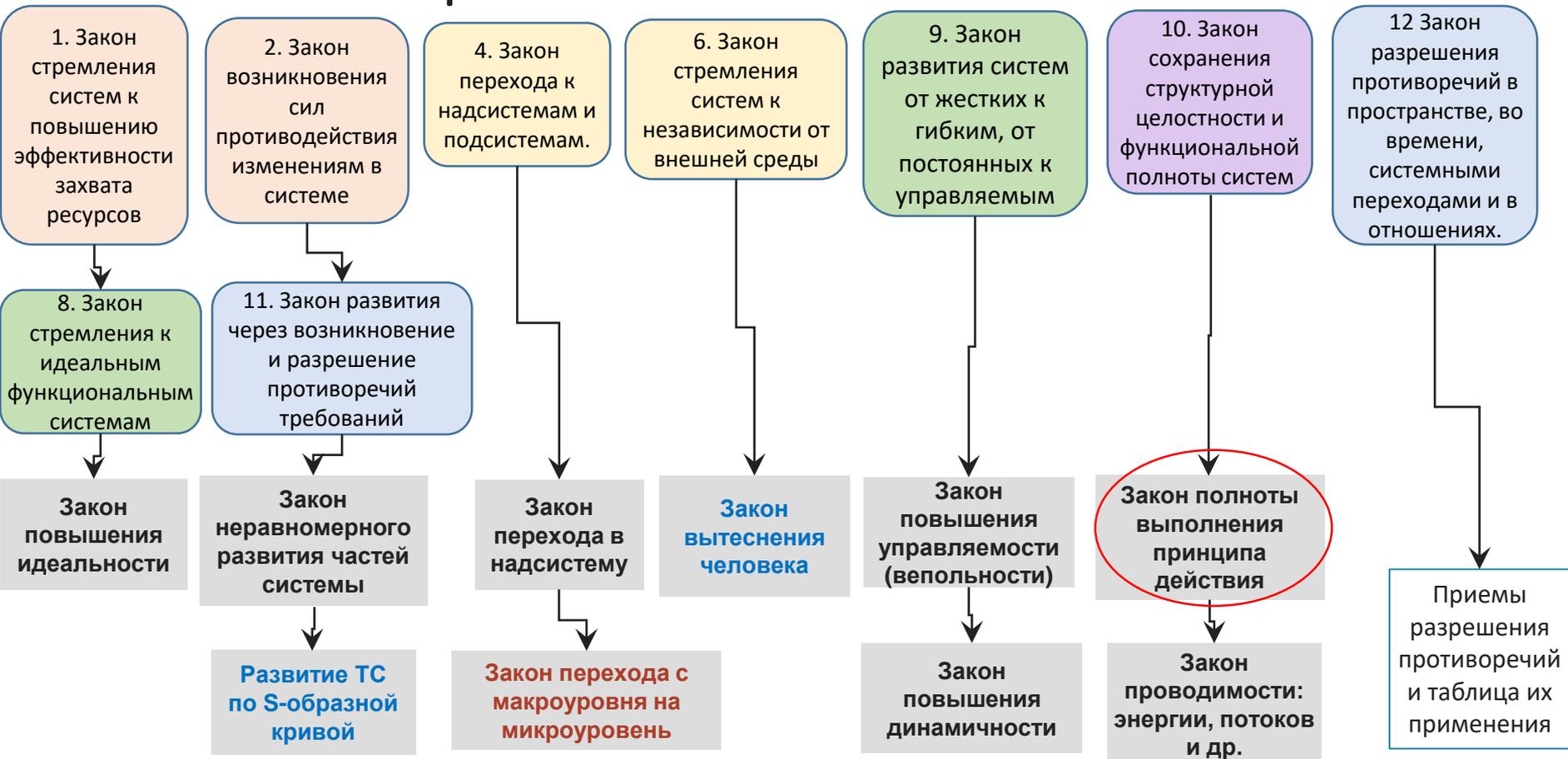
Схема возникновения сил противодействия изменению состояния системы.

<p><b>1. Действие:</b> Увеличение объекта захвата.</p> <p><b>Противодействие:</b></p>	<p><b>2. Действие:</b> Разрушение объекта захвата.</p>
<p>а) Увеличение инерции против захвата</p> <p>б) Увеличение сил уничтожения, разрушения объекта захвата</p>	<p><b>Противодействие:</b> формирование сил сохранения объекта.</p>
 <p>Противодействие новому</p>	 <p>Слишком крупная компания дробится</p>
 <p>Сохранение Помпеи Везувием</p>	

Эволюция развития системы в зависимости от соотношения сил захвата и сил противодействия захвату



# Связь законов развития систем с ЗРТС



# ТРИ составляющих принципа действия систем (МФТ) 57

- (М) Морфология системы:
  - В технике это компонентно-структурная модель.
  - В биологии – морфология, гистология растений и животных
  - В программировании – это блоки и структура программ.
  - В бизнесе – элементы, из которых формируется бизнес, производство, система продаж, источники финансирования
- (Ф) Структура функций системы
  - Структурно-функциональная модель в экономике, в биологии, бизнесе, программировании, социуме
- (Т) Ткань системы (внутренняя структура)
  - вещества и поля,
  - ткань организма,
  - языки программирования
  - лингвистические конструкции,
  - нематериальные элементы и взаимодействия





1. История развития системных представлений в ТРИЗ
2. Введение в теорию системного захвата и эволюциоведение.
3. Комплекс законов развития систем

## 4. Универсальные инструменты ТРИЗ:

- система стандартов – 2010 и
- АРИЗ-У-2010

## 5. Единый подход: ТРИЗ в технике, в бизнесе и в ИТ



# Развитие модели функции: элеполь-функция

## Модель функции

Субъект – действие (глагол) – Объект



Субъект – параметр(-ы) объекта – Объект

## Элепольная модель функции

Увеличивает - Уменьшает  
Изменяет - Стабилизирует  
Измеряет

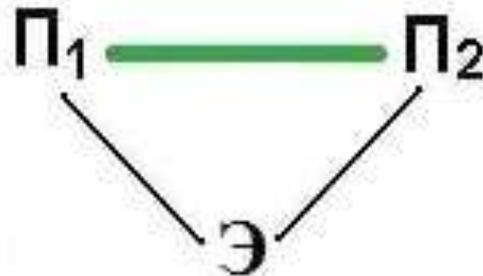


Субъект – параметр(-ы) объекта – Объект – с помощью Поля

# Примеры элеполей

## Внешний элеполю

Электрическое поле (П1) – Преобразуется в –  
Тепловое (П2) с помощью Сопротивления (Э).

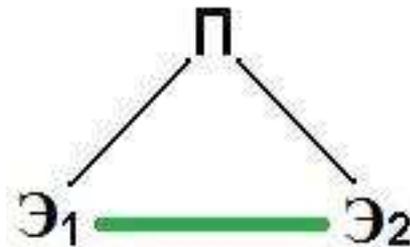


## Внутренний элеполю

- ▶ Воздух – Уменьшает Влажосодержание – Зерна с помощью Теплового Поля.

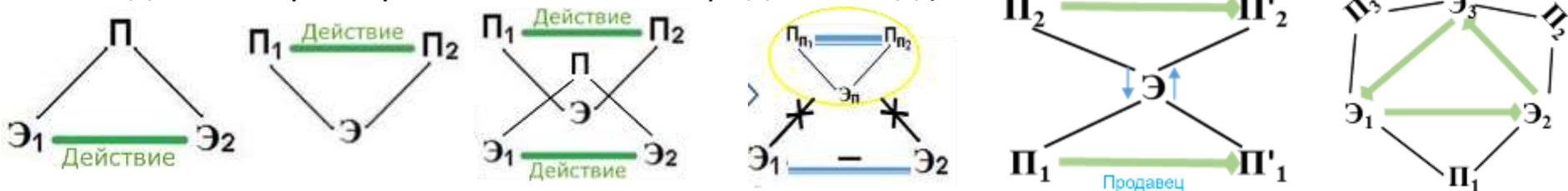
ИЛИ

- ▶ Воздух – Уменьшает Влажосодержание – Зерна с помощью Поля Давления (создания пониженного давления).



# Отличия и особенности элеполей

- Элеполь включает в себя и модель функции, и модель взаимодействия, и модель взаимоотношений. Отвечает на вопросы: Что делает? Как и при помощи чего делает? Какие взаимоотношения?
- В Элеполях могут рассматриваться не только технические (физические, химические, биологические), но и социально-культурные функции и поля взаимодействия
- Поля и элементы в элеполе могут иметь свою внутреннюю структуру (подсистемы, составляющие части)
- Элементы могут взаимодействовать между собой только через поле. Поля могут взаимодействовать между собой только через элемент
- Один и тот же объект может проявлять и свойства элемента, и свойства поля (поток воды, электрон, фотон, человек-посредник и т.д.)



# Универсальная система стандартов

## U1. Синтез элеполей

U1.1. Создание элеполевой структуры (новой системы)

U1.2. Устранение вредных связей в элеполе

U1.2.1 Устранение вредных связей заменой, изменением или дополнением элементов

U1.2.2 Устранение вредных связей дополнением полей

## U2. Развитие элеполевых структур

U2.1. Переход к комплексному элеполю

U2.1.1. Повышение эффективности элеполя введением элемента.

U2.1.2. Установление предельных режимов для полей.

U2.2. Построение двойного элеполя

U2.2.1. Повышение эффективности элеполя введением поля.

U2.2.2. Установление минимального режима для элемента.

U2.3. Построение цепного элеполя

## U3. Синтез и повышение эффективности систем на измерение и обнаружение (систем со свойствами полей взаимодействия)

U3.1. Обходные пути

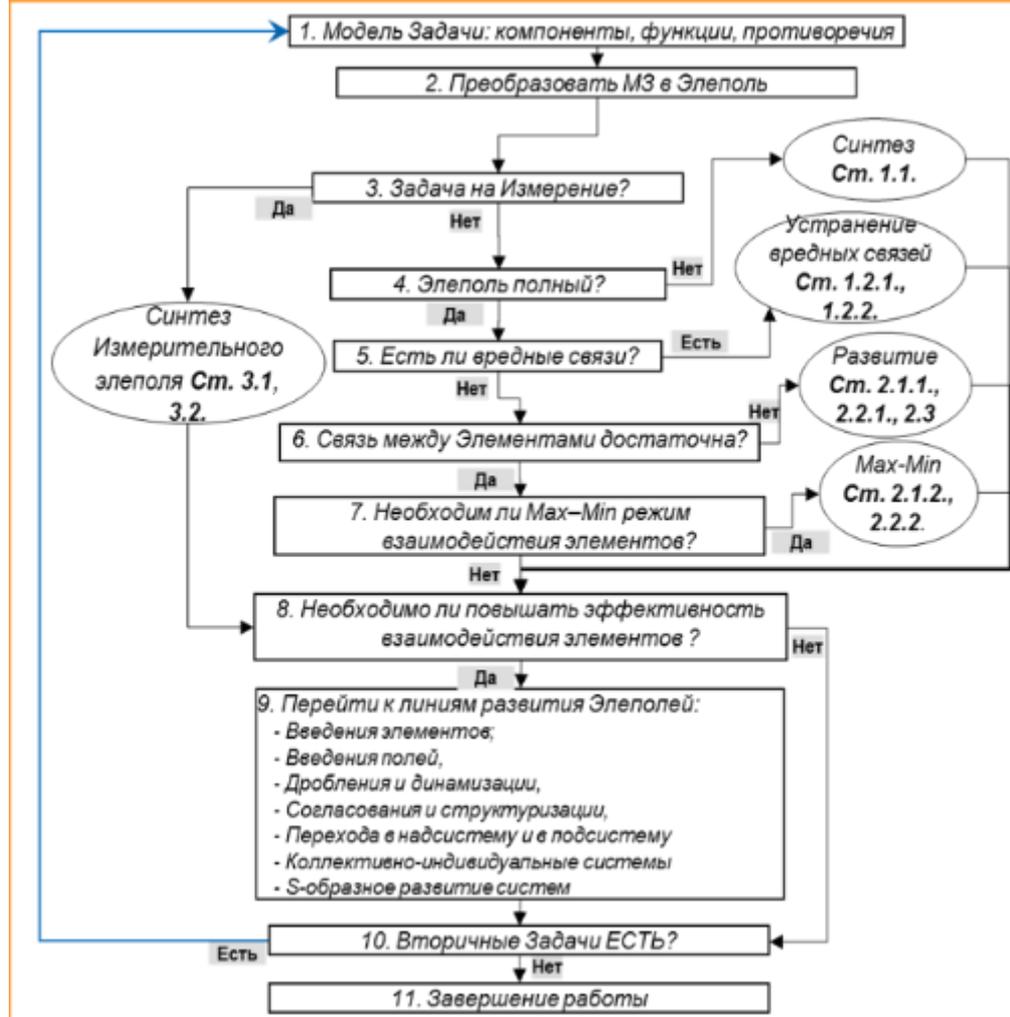
U3.2. Синтез и повышение эффективности систем на измерение и обнаружение

## U4. Линии развития.

# Универсальная система стандартов

Разделы системы стандартов	Название стандартов (10)	Общесистемные линии развития	Линии развития в технике	Линии развития в IT	Линии развития в бизнесе
U1. Синтез элеполей	U1.1. Создание элеполевой структуры (новой системы)	U.4.1. Линия введения элементов U.4.2. Линия введения и развития полей взаимодействия U.4.3. Линия дробления и динамизации U.4.4. Линии согласования-рассогласования и структуризации U.4.5. Переход к надсистемам и к подсистемам (на микроуровень) U.4.6. Линии коллективно-индивидуального использования систем U.4.7. Линия развития систем в соответствии с S-образными кривыми	T-1. Линия использования и ухода от земных условий. T-2. Линия развития и применения веществ и полей T-3. Применение физических, химических, геометрических и биологических эффектов	IT-1. SaaS (Software as Service), или, EaaS (Everything as a Service). IT-2. SOA (Service Oriented Architecture). IT-3. Web 2.0 (Web 3.0). IT-4. RIA (Rich Internet Application). IT-5. Облачные вычисления (Cloud Computing). IT-6. Комплексная аналитика. IT-7. «Зеленые ИТ». IT-8. Изменения дата-центров. IT-9. Интеграция в социальные структуры. IT-10. Безопасность: мониторинг активности пользователей. IT-11. Флеш-память для дисков. IT-12. Виртуализация. IT-13. Мобильные приложения. IT-14. Повышение уровня автоматизации (автоматизация автоматизации).	<b>BUS.4.1. ЛИНИЯ</b> цепочек создания ценностей (ЦСЦ) <b>BUS.4.2. ЛИНИЯ</b> формирования структуры организации <b>BUS.4.3. ЛИНИЯ</b> объектов бизнеса <b>BUS.4.4. ЛИНИЯ</b> цены и оплаты <b>BUS.4.5. ЛИНИЯ</b> ассортимента <b>BUS.4.6. ЛИНИЯ</b> развития рынка <b>BUS.4.7. ЛИНИЯ</b> развития покупателя.
U1.2. Устранение вредных связей в элеполе	U1.2.1 Устранение вредных связей заменой, изменением или дополнением элементов				
	U1.2.2 Устранение вредных связей дополнением полей				
U2. Развитие элепольных структур.	U2.1.1. Повышение эффективности элеполя введением элемента.				
U2.1. Переход к комплексному элеполю	U2.1.2. Установление предельных режимов для полей.				
U2.2. Построение двойн о-го элеполя	U2.2.1. Повышение эффективности элеполя введением поля.				
	U2.2.2. Установление минимального режима для элемента.				
	U2.3. Построение цепного элеполя				
U3. Синтез и повышение эффективности систем на измерение и обнаружение (систем со свойствами полей взаимодействия)	U3.1. Обходные пути				
	U3.2. Синтез и повышение эффективности систем на измерение и обнаружение				

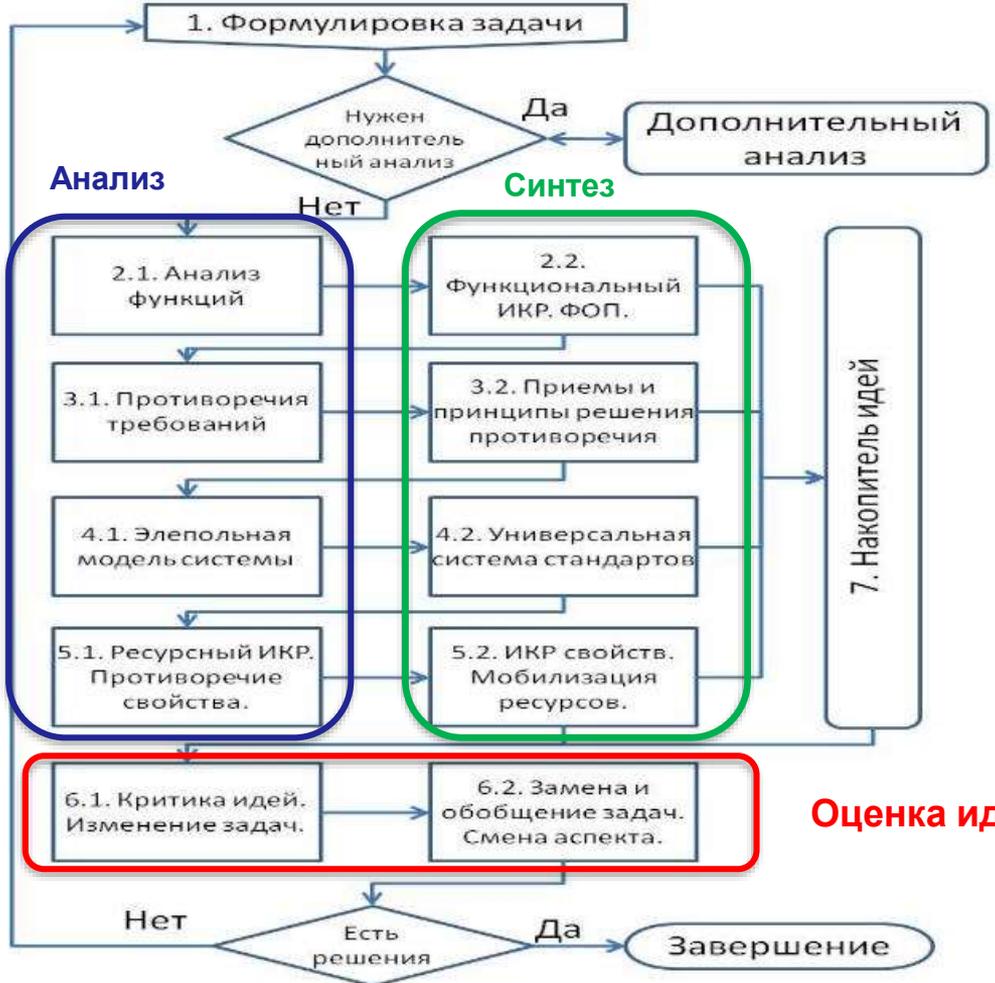
# Алгоритм использования универсальных стандартов АИСТ- 2010



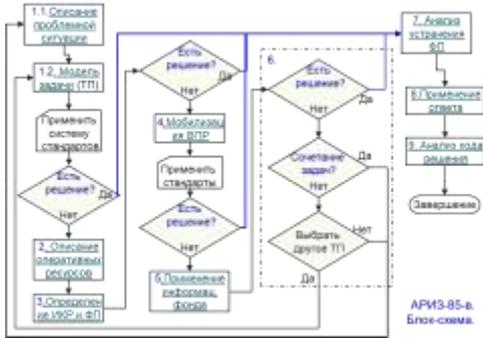
# Блок-схема АРИЗ-У-2010

Составляющие творческого мышления:

- Анализ;
- Синтез;
- Оценка идей.



Оценка идей



АРИЗ-85-в. Блок-схема.

# Блок-схема «АРИЗ-2014»

**Противоречия** 

Показать/Скрыть описание

Требование 1 (функция)		Требование 2 (другая функция или ограничение)
Узнать информацию об уставном капитале ст		Сотрудник страховой компании не должен нарушат
<b>Что можно предпринять для выполнения Требования 1</b>	<b>Элемент системы</b>	<b>Противоположное действие или альтернативная реализация</b>
Подкупить сотрудника	Вопросы к сотруднику	не подкупать сотрудника
<b>Для выполнения T1 свойство должно быть:</b>	<b>Свойство элемента (параметр)</b>	<b>Для выполнения T2 свойство должно быть:</b>
касается уставного капитал	содержание вопроса	не касается уставного капитала

<http://ariz-2010.appspot.com/>



# Содержание семинара

5

68

1. История развития системных представлений в ТРИЗ
2. Введение в теорию системного захвата и эволюциоведение.
3. Комплекс законов развития систем
4. Универсальные инструменты ТРИЗ:
  - система стандартов – 2010 и
  - АРИЗ-У-2010



**5. Единый подход: ТРИЗ в технике, в бизнесе и в ИТ**

# Опыт проведения ТРИЗ-анализа с 1991 года

Апатитская ТЭЦ, 1992 год



Каскад  
Тулумских  
ГЭС, 1993 год



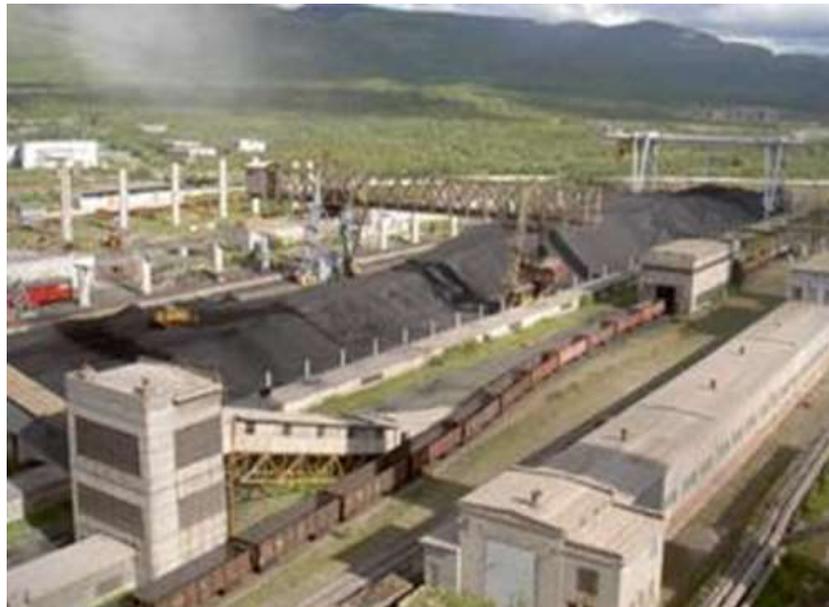
Красноярский металлургический  
завод, 2018 год

# Задача о контроле качества угля

- В 1992 году при проведении ТРИЗ-Анализа Апатитской ТЭЦ была поставлена задача по совершенствованию общепринятой технологии анализа качества поступающего угля. Основные затраты тепловых станций – приобретение угля. Чем хуже качество, тем больше необходимо затратить угля.
- Контроль осуществлялся на основе технологии, утвержденной государственным стандартом (ГОСТ). Для обеспечения объективности контроля качества угля технология предусматривала достаточно сложную процедуру. Только описание технологии – это целый том инструкций, регламентов, схем и т.д. На ТЭЦ проверка занимала 3 дня. За это время состав с углем уже успевают сжечь в топках, и при плохом качестве угля уже невозможно предъявить претензии поставщику.
- Перед нами была поставлена задача: как усовершенствовать технологию, чтобы качество угля можно было определять хотя бы за 2 дня. Задача усложнялась тем, что на ее решение отводился всего один день – на Совете директоров необходимо было представить идею модернизации существующей технологии.

# Задача о контроле качества угля

- Задача сформулирована в техническом аспекте и очень сложна для решения
- У задачи есть и другие аспекты рассмотрения: экономический, юридический. Там может быть больше ресурсов для решения проблемы.
- На проблему нельзя вешать ярлык: «техническая», «юридическая», «коммерческая».
- Все проблемы многоаспектны. Необходимо иметь возможность при решении задач переходить от одного аспекта к другому.



Вместо технического решения – юридическое.

- В конце XIX века между городской Думой Санкт-Петербурга и акционерами общества конных железных дорог, эксплуатирующего петербургскую конку был заключён договор, в соответствии с которым никто больше не мог организовывать на петербургских улицах массовую перевозку населения. За городскими властями было оставлено право выкупить конно-железные дороги через 15 лет.
- Как организовать трамвайные перевозки, если власти не дают разрешения на прокладку рельсов по улицам Санкт-Петербурга?

Вместо юридического решения – техническое.



- Социально-техническое прогнозирование
  - Прогноз развития расходомеров (1978 г.)
  - Прогноз развития цивилизации (БТМ, 1987 г., совместно с Г.С. Альтшуллером)
  - Прогноз развития спортивного движения (Спорт – западня 20 века, 1988 г.)
  - Прогноз развития города и городского транспорта (1989 г.)
  - Прогноз развития городской системы водоснабжения (вода без водопровода)
  - Прогноз развития приливной энергетики (1993 г.)
  - Прогноз развития научной системы (1994 г.)
  - Государство без территории (1994)
  - Проектирование и создание «черного ящика цивилизации» на случай глобальной катастрофы на Земле и исчезновения цивилизации (1988 г.)

## 1. История развития системных представлений в ТРИЗ.

1. АЛЬТШУЛЛЕР Г.С. О психологии изобретательского творчества/Г.С. Альтшуллер, Р.Б. Шапиро//Вопросы психологии. - 1956, № 6. - С. 37 – 49
2. Ф. ЭНГЕЛЬС Винтовки и стрельба из винтовок, 1861 г., <https://fil.wikireading.ru/20915>
3. К. Маркс, Капитал, том 1, гл. 13. <https://esperanto.mv.ru/Marksismo/Kapital1/kapital1-13.html#c13>
4. АЛГОРИТМ изобретения /Г.С.Альтшуллер. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Моск. рабочий, 1973. - 296 с.
5. Анохин Петр Кузьмич. Идеи и факты в разработке теории функциональных систем, 1973 г., [www.galactic.org.ua/Prostranstv/anoxin-8.htm](http://www.galactic.org.ua/Prostranstv/anoxin-8.htm)
6. ТВОРЧЕСТВО как точная наука: Теория решения изобретательских задач/Г.С. Альтшуллер. - М.: Сов. радио, 1979. - 175 с. - (Кибернетика)
7. АЛЬТШУЛЛЕР Г.С. Крылья для Икара: Как решать изобретательские задачи/Г.С. Альтшуллер, А.Б. Селюцкий. - Петрозаводск: Карелия, 1980. - 224 с.
8. ИСТОРИЯ развития АРИЗ/Г.С. Альтшуллер//Рекомендации по организации работы юных техников. - Норильск, 1987. - С. 6 – 9
9. НАЙТИ идею: Введение в теорию решения изобретательских задач. -2-е изд., доп. /Г.С.Альтшуллер; Отв. ред. А.К.Дюнин. - Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1991. - 224 с.
10. История развития ТРИЗ. В. Петров, 2016 г. <https://triz-summit.ru/triz/history/history-2016/>
11. Мифы о законах развития технических систем. М. Рубин, 2009. <http://www.temm.ru/ru/section.php?docId=4384>

## 2. Введение в эволюционное системоведение.

1. Рубин М.С. Этюды об эволюционном системоведении. Эволюциоведение. ТРИЗ-Саммит, Санкт-Петербург, 2015 г. <https://triz-summit.ru/confer/tds-2015/paper/science/300497/>
2. Рубин М.С. Эволюциоведение: опыт исследований на основе ТРИЗ, 2018 г. вебинар, <https://youtu.be/txkJ6hBLcdo>
3. Рубин М.С., Эволюционное системоведение: общая теория решения изобретательских задач, ТРИЗ-Саммит, 2019, презентация, <https://community-z.com/events/triz-summit-2019-ru/talks/525>

## 3. Введение в теорию системного захвата. Иерархия полей взаимодействия.

1. Г.С. Альтшуллер и М.С. Рубин. «Что будет после окончательной победы. Восемь мыслей о природе и технике», Баку, 1987 г., <http://www.temm.ru/ru/section.php?docId=3470>
2. Рубин М.С., Цивилизация как форма развития материи, Петрозаводск, 2000 г., <http://www.temm.ru/ru/section.php?docId=3604>
3. Rubin M.S. On Theory of Developing of Material Systems (TDMS). ETRIA World Conference “TRIZ Future 2002”, 6-8 November 2002, Strasbourg, France.
4. М.С. Рубин. Принцип захвата и многообразия в развитии систем. Введение в теорию захвата. Санкт-Петербург, 2006 г. <http://www.temm.ru/ru/section.php?docId=3433>
5. Рубин М.С., Мисюченко И.Л. Захват и инерция в развитии систем, ТРИЗ-Саммит, Санкт-Петербург, 2016 <https://triz-summit.ru/file.php/id/f300997-file-original.pdf>

# Литература

## 4. Комплекс законов развития систем

1. Рубин М.С. Развитие расходомеров, Баку, 1978 г., <http://www.temm.ru/ru/section.php?docId=3385>
2. Рубин К законам развития технических систем тезисы доклада на Всесоюзной научно-практической конференции "Проблемы развития и повышения эффективности научного и технического творчества трудящихся". (2-4 октября 1979 г), г. Новосибирск, 1979 г.  
<http://www.temm.ru/ru/section.php?docId=3400>
3. Рубин М.С., О влиянии земных условий на развитие техники, Баку, 1980 г.  
<http://www.temm.ru/ru/section.php?docId=3420>
4. Рубин М.С., Этюды о законах развития техники, 2006. <http://www.temm.ru/ru/section.php?docId=3432>
5. Рубин М.С., Мисюченко И.Л., Рубина Н.В. «Проведение исследований в ТРИЗ. Эволюциоведение и законы развития систем. Презентация семинара. ТРИЗ Саммит 2018. <https://triz-summit.ru/file.php/id/f303809-file-original.pdf>

## 5. Элепольный анализ. Объединение функционального и вепольного анализа.

1. Рубин М.С. Филогенез социокультурных систем. Секреты развития цивилизаций. Санкт-Петербург, 2010 г. [www.temm.ru/ru/section.php?docId=4472](http://www.temm.ru/ru/section.php?docId=4472)
2. Игорь Одинцов, Михаил Рубин Опыт применения методов ТРИЗ для повышение эффективности разработки ПО, конференция SECR-2009, .
3. Рубин М.С. Элепольный анализ как развитие вепольного и функционального анализа в ТРИЗ, Киев. 2013 г. материалы конференции Саммита разработчиков ТРИЗ. <http://triz-summit.ru/file.php/id/f5776/name/Элепольный-Рубин-5.pdf>

## 6. Универсальная система стандартов на решение изобретательских задач – 2010.

1. Рубин М.С. Элеполи и универсальная система стандартов решения изобретательских задач. 2010, <http://www.temm.ru/ru/section.php?docId=4576>
2. Рубин М.С. Универсальная система стандартов на решение изобретательских задач – 2010, 2010-2012, 2017 г.г. <https://triz-summit.ru/confer/tds-2012/205266/205416/205422/>

## 7. Универсальный алгоритм решения изобретательских задач АРИЗ-У-2010 (2014)

1. Рубин М.С. АРИЗ-Универсал-2010. Версия от 15.07.2012 <https://triz-summit.ru/confer/tds-2012/205266/205416/205301/>
2. Рубин М.С. О разработке АРИЗ-Универсал-2014, TRIZFest 2014, материалы конференции, Прага, 2014 г.
3. Рубин М.С., Сысоев С.С., АРИЗ: от человека к компьютеру. Санкт-Петербург, 2016, <https://triz-summit.ru/file.php/id/f302298-file-original.pdf>

## 8. Единый подход: ТРИЗ в технике, в бизнесе и в ИТ

1. Рубин М. С. Основы ТРИЗ. Применение ТРИЗ в программных и информационных системах: Учебное пособие. – СПб: АТМ Книга, 2011. – 226 стр. <http://www.temm.ru/ru/section.php?docId=4597>
2. Рубин М.С. Семь мыслей о ТРИЗ в программировании и в ИТ. 2012 г.
3. Рубин М., Сысоев С., Применение ТРИЗ в проектировании и разработке ПО 2017, SECR-2017, презентация доклада <https://2017.secrus.org/program/submitted-presentations/applications-of-triz-methods-in-sw-development>
4. Рубин М.С., Курьян А.Г. ТРИЗ-навигатор по бизнес-моделям, Санкт-Петербург, 2017 <https://triz-summit.ru/file.php/id/f303301-file-original.pdf>

## 9. Прогнозирование социально-технических систем

1. Г.С. Альтшуллер, М.С. Рубин Что будет после окончательной победы. Восемь мыслей о природе и технике, 1987 г. <http://www.temm.ru/ru/section.php?docId=3470>
2. Рубин М.С. Человечество на перепутье, Петрозаводск, 1992 г. <http://www.temm.ru/ru/section.php?docId=3599>
3. Рубин М.С. Спорт - западня XX века, Баку, 1988 г. <http://www.temm.ru/ru/section.php?docId=3419>
4. Рубин М.С., Идеальный город. Баку 1989 г. <http://www.temm.ru/ru/section.php?docId=4038>
5. Рубин М.С. Методы прогнозирования на основе ТРИЗ, Петрозаводск, 1999 г. <http://www.temm.ru/ru/section.php?docId=3602>
6. Рубин М.С. Наука развивающегося мира, Петрозаводск, 2001 г. <http://www.temm.ru/ru/section.php?docId=3601>

## 10. ТРИЗ-анализ предприятий и организаций

1. Рубин М.С., ТРИЗ-анализ Каскада Туломских ГЭС, 1993 г., <http://www.temm.ru/ru/section.php?docId=3643>
2. ТРИЗ Анализ. Методы исследования проблемных ситуаций и выявления инновационных задач. Сборник научных статей. ТРИЗ Саммит, Москва, 2007 г. <https://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/TRIZ-summit2007.pdf>

# Литература

## 12. Теория развития изобретательского мышления

1. Рубин М.С., Рубина Н.В. Филогенез изобретательского мышления. ТРИЗ Саммит, Киев, 2013 <https://triz-summit.ru/resources/5683/>
2. Рубин М.С., Рубина Н.В. Структура изобретательского мышления. ТРИЗ Саммит, Киев, 2013 <https://triz-summit.ru/resources/5684/>
3. Рубина Наталия Викторовна. Диагностика изобретательского мышления на основе методов ТРИЗ. Диссертационная работа на звание Мастер ТРИЗ, Киев, 2013 <https://triz-summit.ru/certif/master/203864/205748/205749/>
4. Рубина Н.В. Идеальная команда: комплексное применение инструментов ТРИЗ для формирования успешных рабочих групп. ТРИЗ Саммит, Прага, 2014 <https://triz-summit.ru/file.php/id/f300067-file-original.pdf>
5. Rubina N.V. Ideal Team: Combined Use of TRIZ Tools for Building Successful Work Teams. Prague, 2014 <https://triz-summit.ru/file.php/id/f300066-file-original.pdf>
6. Рубина Н.В. Диагностика изобретательского мышления в системе повышения уровня усвоения инструментов ТРИЗ «Икар и Дедал». Минск, 2019 <https://triz-summit.ru/file.php/id/f304842-file-original.pdf>

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**