

Эволюционное системоведение: общая теория решения изобретательских задач

Михаил Рубин

Supported by



16.09.2019

Содержание семинара

1

2

1. Постановка задачи: для чего необходимо эволюционное
2. Что объединяет все. Введение в теорию системного захвата.
3. Иерархия полей взаимодействия.
4. Комплекс законов развития систем
5. Элеполюсный анализ. Объединение функционального и вепольного анализа.
6. Подходы к формализации инструментов ТРИЗ
7. Единый подход: ТРИЗ в технике, в бизнесе и в ИТ
8. Универсальная система стандартов на решение изобретательских задач – 2010
9. Универсальный алгоритм решения изобретательских задач АРИЗ-У-2010 (2014)
10. Прогнозирование социально-технических систем
11. ТРИЗ-анализ предприятий и организаций
12. Теория развития изобретательского мышления

БТМ: 8 мыслей о природе и технике. 1987 год

- 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.

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.



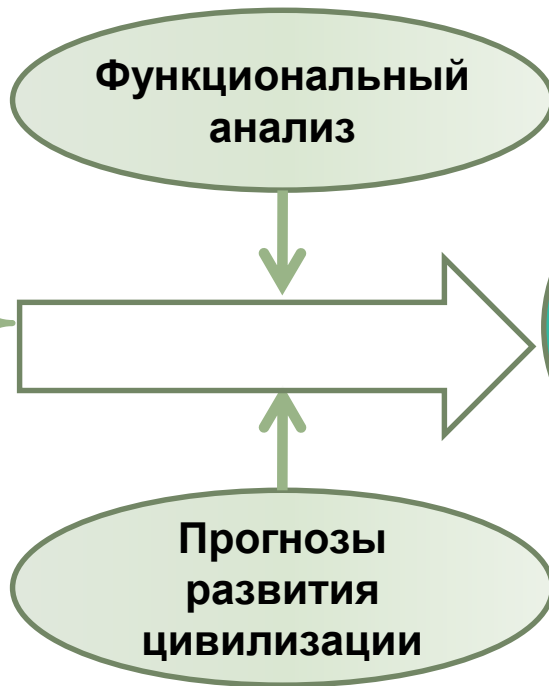
Эволюционное системоведение – развитие ТРИЗ

7

Законы развития техники переносятся на другие системы



Общесистемные Законы развития применяются для материальных и нематериальных систем



Эволюционное системоведение. Общие подходы.



Общесистемные Законы развития применяются для материальных и нематериальных систем

Содержание семинара

2

9

1. Постановка задачи: для чего необходимо эволюционное
2. Что объединяет все. Введение в теорию системного захвата.
3. Иерархия полей взаимодействия.
4. Комплекс законов развития систем
5. Элеполюсный анализ. Объединение функционального и вепольного анализа.
6. Подходы к формализации инструментов ТРИЗ
7. Единый подход: ТРИЗ в технике, в бизнесе и в ИТ
8. Универсальная система стандартов на решение изобретательских задач – 2010
9. Универсальный алгоритм решения изобретательских задач АРИЗ-У-2010 (2014)
10. Прогнозирование социально-технических систем
11. ТРИЗ-анализ предприятий и организаций
12. Теория развития изобретательского мышления



- 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 организации система становится более совершенной
 - 3. Закон инерции (устойчивости) системы и ее внешней среды в процессе эволюции
 - 4. Закон сохранения и подсистем и подсистем
 - 5. Закон формирования наиболее устойчивой организации системы
 - 6. Закон стремления к совершенству системы на уровне среды
 - 7. Закон стремления к совершенству элементов системы
 - 8. Закон стремления к совершенству функциональных систем
 - 9. Закон развития: совершенствование элементов системы и системы в управлении
 - 10. Закон совершенствования целостности и функциональной мощности системы
 - 11. Закон развития через возникновение и разрешение противоречий (требований)
 - 1.1. Закон разрешения противоречий: развитие системы и пространства во времени, системный подход и в итоге успех

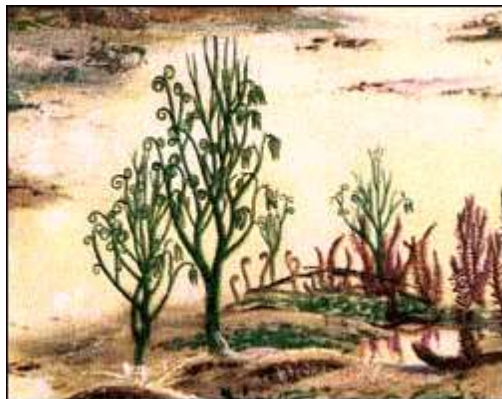
Введение в теорию захвата

- 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

Цивилизация как форма захвата ресурсов

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



Содержание семинара

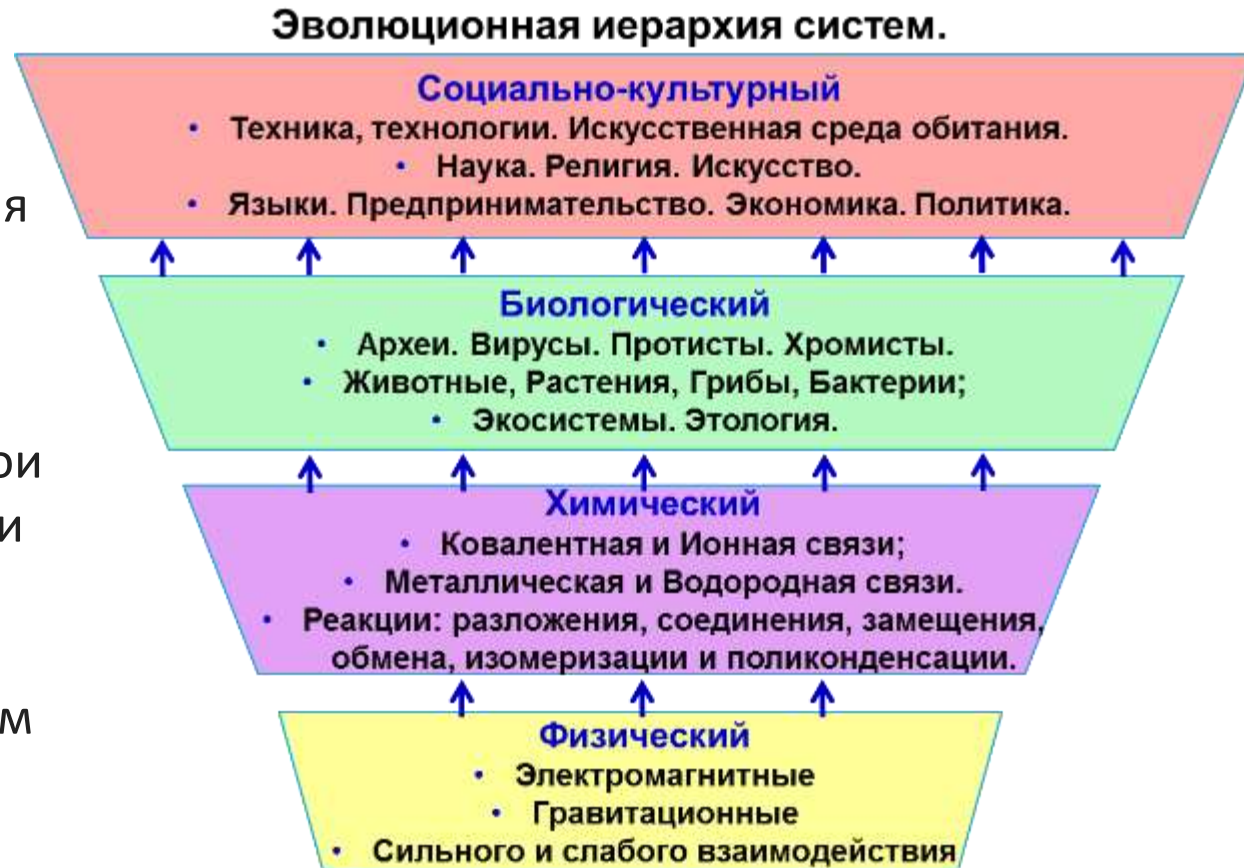
3

14

1. Постановка задачи: для чего необходимо эволюционное
2. Что объединяет все. Введение в теорию системного захвата.
3. Иерархия полей взаимодействия.
4. Комплекс законов развития систем
5. Элеполюсный анализ. Объединение функционального и вепольного анализа.
6. Подходы к формализации инструментов ТРИЗ
7. Единый подход: ТРИЗ в технике, в бизнесе и в ИТ
8. Универсальная система стандартов на решение изобретательских задач – 2010
9. Универсальный алгоритм решения изобретательских задач АРИЗ-У-2010 (2014)
10. Прогнозирование социально-технических систем
11. ТРИЗ-анализ предприятий и организаций
12. Теория развития изобретательского мышления

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

16

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

17

▶ 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...

Содержание семинара

4

18

1. Постановка задачи: для чего необходимо эволюционное развитие
2. Что объединяет все. Введение в теорию системного захвата.
3. Иерархия полей взаимодействия.
4. Комплекс законов развития систем
5. Элеполюсный анализ. Объединение функционального и вепольного анализа.
6. Подходы к формализации инструментов ТРИЗ
7. Единый подход: ТРИЗ в технике, в бизнесе и в ИТ
8. Универсальная система стандартов на решение изобретательских задач – 2010
9. Универсальный алгоритм решения изобретательских задач АРИЗ-У-2010 (2014)
10. Прогнозирование социально-технических систем
11. ТРИЗ-анализ предприятий и организаций
12. Теория развития изобретательского мышления

Эволюциоведение. Комплекс законов развития систем⁹

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.

20

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 приходиться 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.



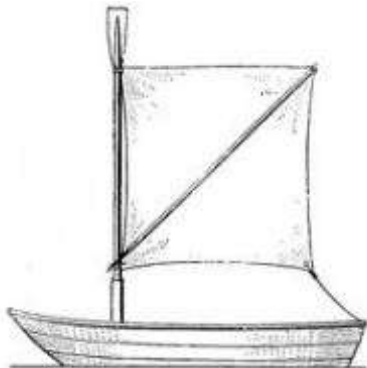
Развитие структуры систем

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.

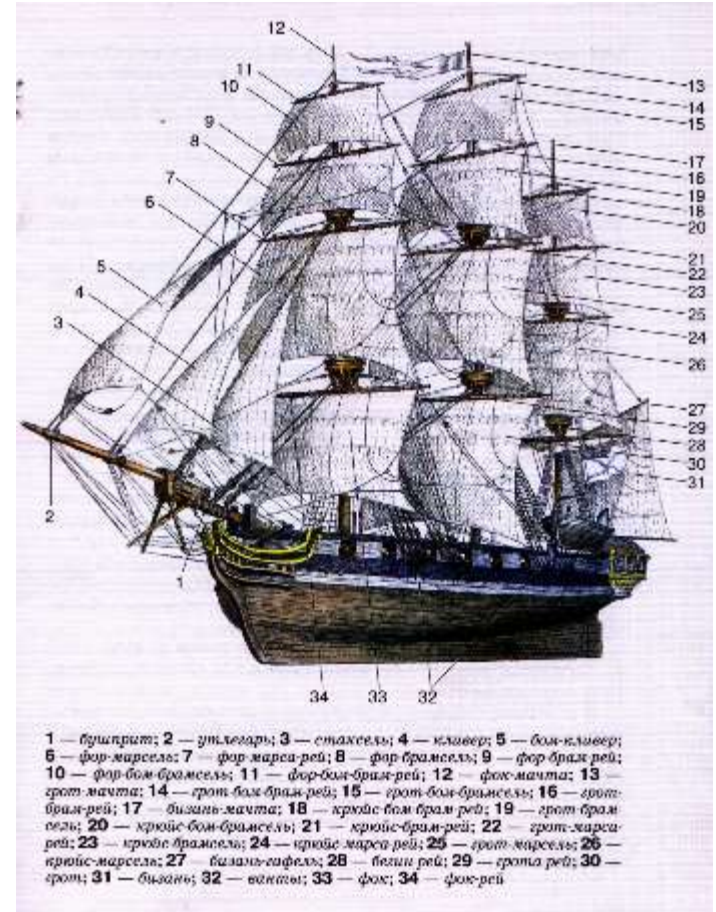


8. Идеальный, самый быстрый парусник «Катти Сарк»: максимальная скорость при минимальных затратах.

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.

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.



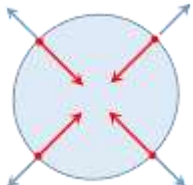
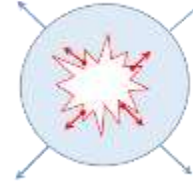
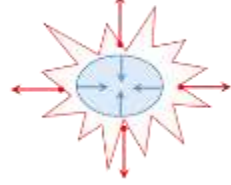
Универсальность законов развития систем

- 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.

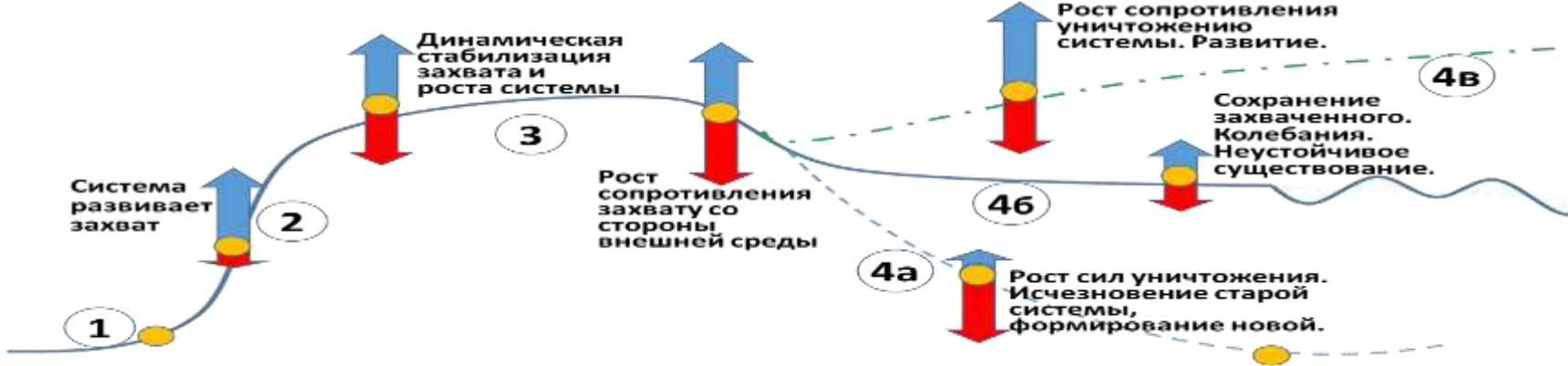


Механизмы инерции в развитии систем различного типа

Схема возникновения сил противодействия изменению состояния системы.

<p>1. Действие: Увеличение объекта захвата.</p> <p>Противодействие:</p> <p>а) Увеличение инерции против захвата б) Увеличение сил уничтожения, разрушения объекта захвата</p>		<p>2. Действие: Разрушение объекта захвата.</p> <p>Противодействие: 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

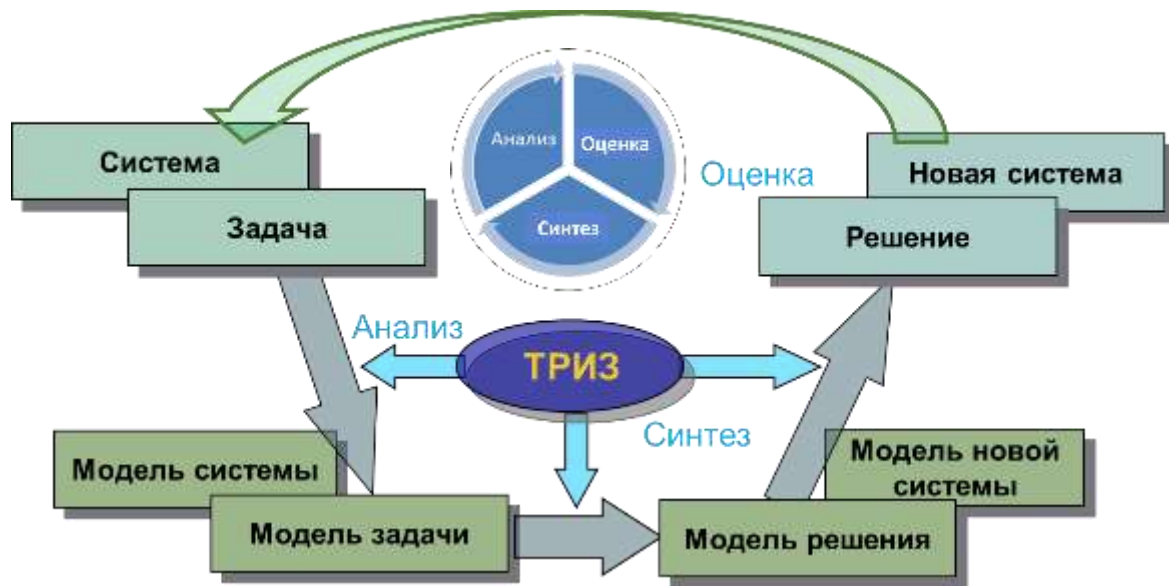


Содержание семинара

5

28

1. Постановка задачи: для чего необходимо эволюционное
2. Что объединяет все. Введение в теорию системного захвата.
3. Иерархия полей взаимодействия.
4. Комплекс законов развития систем
5. Элеполюсный анализ. Объединение функционального и вепольного анализа.
6. Подходы к формализации инструментов ТРИЗ
7. Единый подход: ТРИЗ в технике, в бизнесе и в ИТ
8. Универсальная система стандартов на решение изобретательских задач – 2010
9. Универсальный алгоритм решения изобретательских задач АРИЗ-У-2010 (2014)
10. Прогнозирование социально-технических систем
11. ТРИЗ-анализ предприятий и организаций
12. Теория развития изобретательского мышления



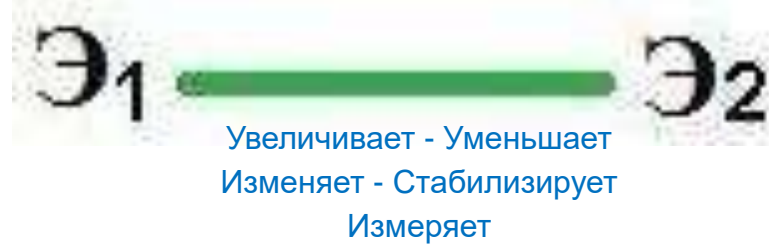
Человек не способен перепрыгнуть за один раз через пропасть в 10-15 метров. Но он может это сделать, если будут «ступеньки» из методических рекомендаций и инструментов.

- 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

Развитие модели функции: элеполь-функция

Модель функции

Субъект – действие (глагол) – Объект



Субъект – параметр(-ы) объекта – Объект

Элепольная модель функции

Увеличивает - Уменьшает
Изменяет - Стабилизирует
Измеряет

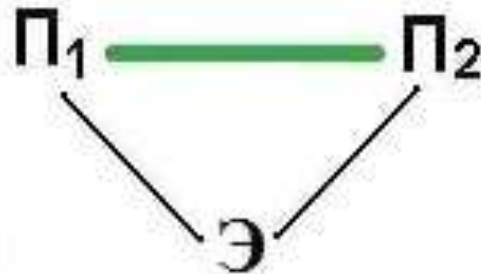


Субъект – параметр(-ы) объекта – Объект – с помощью Поля

Примеры элеполей

Внешний элеполь

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

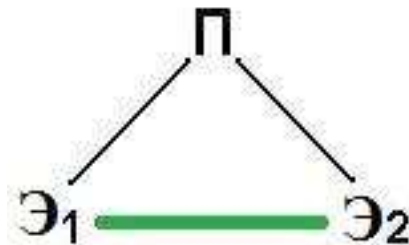


Внутренний элеполь

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

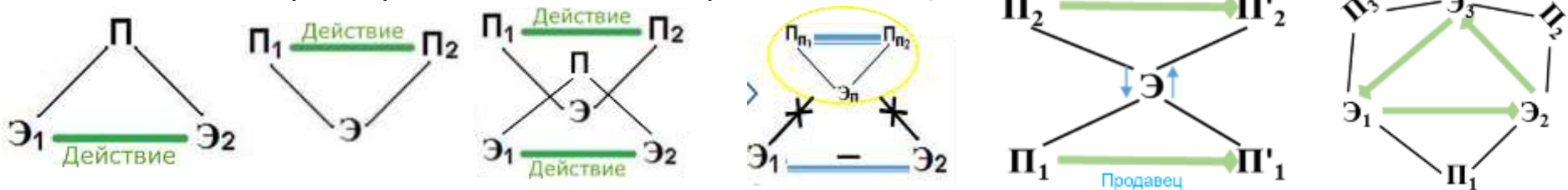
ИЛИ

- ▶ Воздух – Уменьшает Влагосодержание – 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.)



Содержание семинара

6

33

1. Постановка задачи: для чего необходимо эволюционное
2. Что объединяет все. Введение в теорию системного захвата.
3. Иерархия полей взаимодействия.
4. Комплекс законов развития систем
5. Элеполюсный анализ. Объединение функционального и вепольного анализа.
6. Подходы к формализации инструментов ТРИЗ
7. Единый подход: ТРИЗ в технике, в бизнесе и в ИТ
8. Универсальная система стандартов на решение изобретательских задач – 2010
9. Универсальный алгоритм решения изобретательских задач АРИЗ-У-2010 (2014)
10. Прогнозирование социально-технических систем
11. ТРИЗ-анализ предприятий и организаций
12. Теория развития изобретательского мышления

Для чего необходима формализация в ТРИЗ

- Система используемых понятий должна быть непротиворечивой, строго определенной, должна быть строгая связь между используемыми инструментами
- Формализация позволяет выявлять общие подходы к разным системам: материальным и нематериальным
- Формализация упрощает переход к созданию программных комплексов на основе инструментов ТРИЗ
- Формализация помогает в построении и развитии ТРИЗ как научной системы и имеет прогностические возможности

Параметры

- ▶ Параметр существует не сам по себе, он всегда привязан к тому или иному элементу, характеризует состояние этого элемента
- ▶ Изменить параметр элемента можно, только воздействуя на элемент
- ▶ Время является параметром для процессов или операций (то есть относится не к элементу, а к элементу в целом)
- ▶ Параметр одного элемента всегда можно измерить, оценить тем или иным способом в сравнении с другим элементом
- ▶ Параметр не может быть уникальным только для одной системы – должна быть еще одна система, имеющая такой же параметр
- ▶ Параметр можно увеличивать, уменьшать, стабилизировать, управлять, сравнивать. Может быть задана область значений параметров. Параметр может быть задан с различной точностью.
- ▶ Параметры элемента могут быть взаимосвязанными между собой, могут быть производными от других параметров, могут изменяться непрерывно или дискретно
- ▶ Взаимная связь (зависимость) между параметрами элемента определяется свойствами этого элемента. В зависимости от аспекта рассмотрения изменяются и параметры рассмотрения элемента



Увеличивает - Уменьшает
Изменяет - Стабилизирует
Измеряет

В зависимости от аспекта рассмотрения системы параметры могут быть:

- ▶ техническими (производительность, надежность, точность измерения и др.),
- ▶ экономическими (прибыль, ликвидность, рентабельность и др.),
- ▶ физическими (температура, масса, давление, освещенность и др.),
- ▶ биохимическими (уровень глюкозы, уровень холестерина, титр антител и др.) и т.д.
- ▶ Математическими (ранг, математическое ожидание, дисперсия и др.)
- ▶ Любой параметр любого элемента определяется в только в сравнении с таким же параметром другого элемента

Формализация. Элемент.

- Элемент мы будем характеризовать:
 - набором (множеством) параметров (их значениями, диапазоном значений)
 - зависимостью этих параметров друг от друга (включая причинно-следственные цепочки).
- Часть параметров элемента обладает способностью проявляться вне элемента, а часть – нет
- $\mathcal{E} = \mathcal{E}\{P_{1-n}; F_{1-k}(P_{1-n})\}$ + точка в пространстве
 - где \mathcal{E} – это обозначение элемента,
 - P_{1-n} – это параметры, которыми характеризуется элемент, одни параметры могут быть зависимыми от других параметров, время для элемента не может быть одним из параметров.
 - $F_{1-k}(P_{1-n})$ – это множество функциональных, причинно-следственных связей между параметрами P_{1-n}
- Элемент может быть распределенным в пространстве (иметь не одну точку координат, если он участвует в создании тех или иных потоков (трубы, электропровода, рельсы, дороги и т.д.). В этом случае он приобретает свойства полей взаимодействия (соединяет элемент 1 в одной точке пространства распределенного элемента с элементом 2 в другой точке пространства)

- Поле мы будем характеризовать
 - Набором (множеством) параметров элементов, которые могут изменяться в данном поле
 - Набором множества точек в пространстве, в котором это поле присутствует и способно связать элементы по тем или иным параметрам
 - Характером и уровнем взаимодействия параметров элементов в каждой точке пространства поля
- Присутствие поля можно обнаружить только через элемент
- Поле может быть изменено или преобразовано в другое поле только при помощи элемента
- Время является параметром элеполя в целом, но не элемента и поля в отдельности. Соответственно время как характеристика изменений любого элеполя (процесса) может измеряться только в сравнении с временем изменений параметров другого элеполя (процесса)

- Система – это множество взаимосвязанных через поля элементов. Так как множество может быть пустым (нулевым), то может быть и пустая система (пустой, нулевой элеполь)
- Пустой элеполь состоит из нулевого количества элементов. Пустой элеполь может рассматриваться как аналог понятия X-элемент, которое применяется в ТРИЗ для неизвестных элементов
- Пустое множество, пустая система, пустой элеполь по аналогии с нулем всегда имеет определенную характеристику: ноль яблок, ноль сотен, ноль денег и т.д. Пустота всегда относится к какому-то параметру какого-то объекта.

Пустое множество

- Множество, не содержащее ни одного элемента называется пустым и обозначается знаком:



Пример 1: множество людей на солнце.

Пример 2: множество действительных корней уравнения:

$$x^2 + 1 = 0$$



www.shutterstock.com · 24623287

Общесистемный вакуум

- Под системным вакуумом мы понимаем свойства пространства между элементами определенного (одного и того же) уровня организации систем, в котором нет элементов данного уровня организации.
- Для физического вакуума – это «пустое» пространство между физическими элементами (например, элементарными частицами). Соответственно химический вакуум содержит только физические элементы и пространство, не обладающее химическими свойствами. Биологический вакуум не содержит ничего биологического, но может содержать элементы с химическими и физическими свойствами.
- Вакуум социально-культурного уровня может содержать любые элементы и поля взаимодействия, кроме социально-культурного происхождения.
- Вакуум определенного уровня систем оказывает влияние на элементы того же уровня. Например, человек на необитаемом острове продолжает оставаться человеком, как если бы он был в социальной среде. Вакуум из элементов более низкого иерархического уровня начинает выполнять функции элементов социально-культурного уровня: рисунки, тотем, домашние животные, ритуальные действия, мифологические божества и пр.
- Для физического вакуума можно предположить, что в нем имеются элементы, которые по уровню организации еще ниже, чем физический уровень, но на данный исторический момент мы не можем обнаружить из каких элементов он состоит, как когда-то не могли обнаружить атомы, электроны и ядра атомов. «Большой взрыв» может возникать из такого вакуума.
- Аналогичный подход и для энергии: она характеризуется только для своего иерархического уровня систем и при переходе на другой уровень требуется сложная система преобразования энергетических процессов.

• Примеры общесистемного вакуума

- Физический вакуум – это среда, в которой нет поля и частиц вещества.
- Химический вакуум – это состояние газа при давлениях значительно ниже атмосферного
- «Экологический (конкурентный) вакуум.
- В теории этногенеза Л.Н. Гумилева используется термин «Бездна (пустота, вакуум)» — термины, применяемые Л.Н. Гумилевым для обозначения категории небытия
- Социальный вакуум: «Социальная аномия – болезненное состояние общественной жизни, связанное с утратой значимости социальных ценностей, социальных норм и законов
- В искусстве используется отсутствующий элемент (отсутствующий персонаж. В речах используется пауза.
- Идеологический вакуум, инвестиционный вакуум, Коммуникативный вакуум, Экономический вакуум, Юридический (правовой) вакуум и другие термины из разных областей знаний.
- В ТРИЗ – отсутствующий элемент. В математике – понятие нуля, пустого множества.

• Примеры общесистемной инерции

- В физике и в химии (моменты и радиус инерции молекулы, инертность веществ)
- В биологии и физиологии. Инерция мышления.
- В психологии и в социальных системах (этнос). В экономике, финансах, политике, религии.

• Примеры общесистемной индукции

- В физике (возбуждение переменным магнитным полем электродвижущей силы в проводниках)
- Индукция химическая: совместное протекание двух химических реакций, из которых одна создает или ускоряет вторую
- В физиологии (возбуждением и торможением). В биологии (эмбриональная индукция)
- В цивилизационных процессах, в социальных системах, в межличностных отношениях.
- «Пассионарная индукция». Инвестиционная индукция.

- Формирование общесистемных законов и инструментов развития
 - Технические системы могут оказаться слишком «маленькими» для формирования строгой научной теории
 - Теория развития технических систем должна стать разделом более общей науки о развитии систем в целом
- Формализация инструментов развития систем: для описания инструментов ТРИЗ может использоваться параметрический подход и математические методы их описания, в частности, инструменты теории множеств
- ТРИЗ, как теория развития систем (эволюциоведение), должна взаимно интегрироваться с физиологией развития живых организмов, фундаментальной физикой и другими научными системами
- Теория развития изобретательского мышления должна опираться на физиологические модели и использовать объективные методы фиксации физиологических реакций человека при решении изобретательских задач

Содержание семинара

7

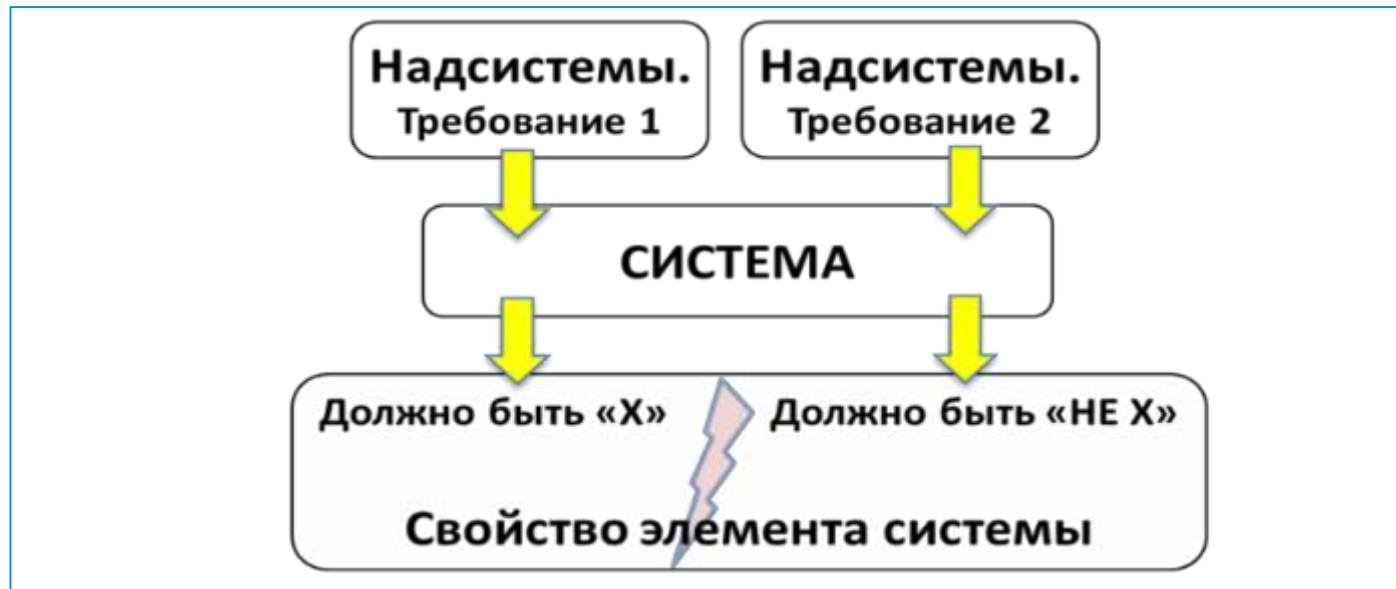
43

1. Постановка задачи: для чего необходимо эволюционное
2. Что объединяет все. Введение в теорию системного захвата.
3. Иерархия полей взаимодействия.
4. Комплекс законов развития систем
5. Элеполюсный анализ. Объединение функционального и вепольного анализа.
6. Подходы к формализации инструментов ТРИЗ
7. Единый подход: ТРИЗ в технике, в бизнесе и в ИТ
8. Универсальная система стандартов на решение изобретательских задач – 2010
9. Универсальный алгоритм решения изобретательских задач АРИЗ-У-2010 (2014)
10. Прогнозирование социально-технических систем
11. ТРИЗ-анализ предприятий и организаций
12. Теория развития изобретательского мышления

Противоречия требований и свойства

Противоречие требований:

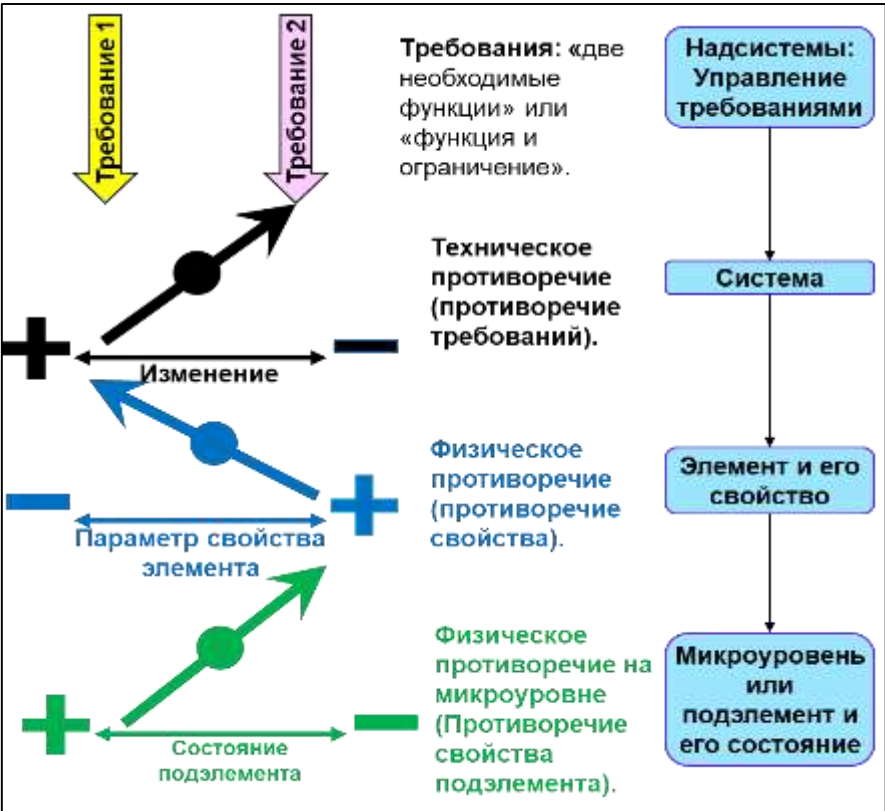
ЕСЛИ [изменение], **ТО** + [Требование 1], **НО** — [Требование 2]



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



Содержание семинара



1. Постановка задачи: для чего необходимо эволюционное
2. Что объединяет все. Введение в теорию системного захвата.
3. Иерархия полей взаимодействия.
4. Комплекс законов развития систем
5. Элеполюсный анализ. Объединение функционального и вепольного анализа.
6. Подходы к формализации инструментов ТРИЗ
7. Единый подход: ТРИЗ в технике, в бизнесе и в ИТ
8. Универсальная система стандартов на решение изобретательских задач – 2010
9. Универсальный алгоритм решения изобретательских задач АРИЗ-У-2010 (2014)
10. Прогнозирование социально-технических систем
11. ТРИЗ-анализ предприятий и организаций
12. Теория развития изобретательского мышления

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

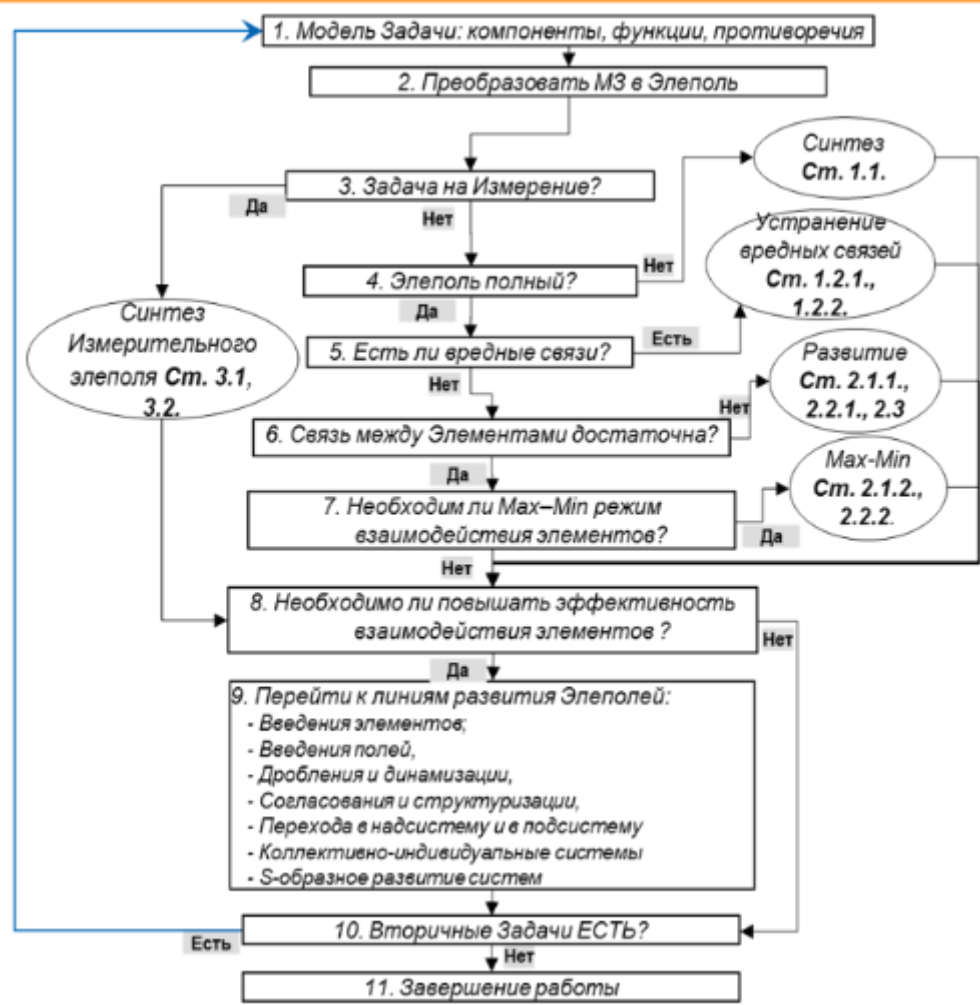
U3.2. Синтез и повышение эффективности систем на измерение и обнаружение

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).	BUS.4.1. ЛИНИЯ цепочек создания ценностей (ЦСЦ) BUS.4.2. ЛИНИЯ формирования структуры организации BUS.4.3. ЛИНИЯ объектов бизнеса BUS.4.4. ЛИНИЯ цены и оплаты BUS.4.5. ЛИНИЯ ассортимента BUS.4.6. ЛИНИЯ развития рынка BUS.4.7. ЛИНИЯ 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



Содержание семинара

9

50

1. Постановка задачи: для чего необходимо эволюционное
2. Что объединяет все. Введение в теорию системного захвата.
3. Иерархия полей взаимодействия.
4. Комплекс законов развития систем
5. Элеполюсный анализ. Объединение функционального и вепольного анализа.
6. Подходы к формализации инструментов ТРИЗ
7. Единый подход: ТРИЗ в технике, в бизнесе и в ИТ
8. Универсальная система стандартов на решение изобретательских задач – 2010
9. Универсальный алгоритм решения изобретательских задач АРИЗ-У-2010 (2014)
10. Прогнозирование социально-технических систем
11. ТРИЗ-анализ предприятий и организаций
12. Теория развития изобретательского мышления

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
Что можно предпринять для выполнения Требования 1	Элемент системы	Противоположное действие или альтернативная реализация
Подкупить сотрудника	Вопросы к сотруднику	не подкупать сотрудника
Для выполнения T1 свойство должно быть:	Свойство элемента (параметр)	Для выполнения T2 свойство должно быть:
касается уставного капитал	содержание вопроса	не касается уставного капитала

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



Содержание семинара

10⁵²

1. Постановка задачи: для чего необходимо эволюционирование
2. Что объединяет все. Введение в теорию системного захвата.
3. Иерархия полей взаимодействия.
4. Комплекс законов развития систем
5. Элеполюсный анализ. Объединение функционального и вепольного анализа.
6. Подходы к формализации инструментов ТРИЗ
7. Единый подход: ТРИЗ в технике, в бизнесе и в ИТ
8. Универсальная система стандартов на решение изобретательских задач – 2010
9. Универсальный алгоритм решения изобретательских задач АРИЗ-У-2010 (2014)
10. Прогнозирование социально-технических систем
11. ТРИЗ-анализ предприятий и организаций
12. Теория развития изобретательского мышления

- Постановка задачи, выбор объекта прогнозирования.
- Анализ: элементы, связи, иерархия, изменения во времени.
- Формирование информационного фонда, литература.
- Выявление противоречий в развитии объекта.
- Выделение главных, узловых противоречий: "чем больше вкладываешь, тем сложнее оно становится".
- Формулировка идеального решения – объекта нет, а его функция выполняется.
- Анализ имеющихся ресурсов.
- Поиск возможных решений. Построение куста задач.
- Повторное исследование ситуации.

Итерационное прогнозирование

- ▶ Формулируется прогноз на основе метода разрешения "узловых" противоречий.
- ▶ Формируется прогноз по "вертикали".
- ▶ Отбирается объект для нового прогноза.
- ▶ Для выбранного объекта делается анализ "по горизонтали".
- ▶ Сравнить результаты прогноза "по горизонтали" с прогнозом "по вертикали".
- ▶ Прогноз "по горизонтали" должен дополнять прогноз "по вертикали". Анализ совпадений.
- ▶ Проанализировать несовпадения прогнозов по "вертикали" и по "горизонтали"
- ▶ На основе полученного прогноза, осуществить дальнейший анализ. Анализ перехода в "над-надсистему" или в "под-подсистему".
- ▶ На основе описанной процедуры итерационного многошагового прогноза формируется система взаимосвязанных прогнозов.



Системное прогнозирование. Водоснабжение.

ИНФОРМАЦИЯ

ТРИЗ-анализ

ПРОГНОЗ

ПРИРОДА

Техника и природа

ЦИВИЛИЗАЦИЯ
БТМ

Вода в природе

Водоснабжение

ВОДА
Без природы

Вода в древности

Водопровод в
городе

ВОДА без
водопровода



- 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

Содержание семинара

11⁵⁷

1. Постановка задачи: для чего необходимо эволюционное
2. Что объединяет все. Введение в теорию системного захвата.
3. Иерархия полей взаимодействия.
4. Комплекс законов развития систем
6. Элеполюсный анализ. Объединение функционального и вепольного анализа.
5. Подходы к формализации инструментов ТРИЗ
7. Единый подход: ТРИЗ в технике, в бизнесе и в ИТ
8. Универсальная система стандартов на решение изобретательских задач – 2010
9. Универсальный алгоритм решения изобретательских задач АРИЗ-У-2010 (2014)
10. Прогнозирование социально-технических систем
11. ТРИЗ-анализ предприятий и организаций
12. Теория развития изобретательского мышления

Опыт проведения ТРИЗ-анализа с 1991 года

Апатитская ТЭЦ, 1992 год



Каскад
Тулумских
ГЭС, 1993 год



Красноярский металлургический
завод, 2018 год

Основные особенности ТРИЗ-анализа

- В отличие от функционально-стоимостного и функционального анализа при ТРИЗ-анализе основной упор делается на поиске противоречий:
 - На надсистемном уровне (отрасль, рынок)
 - На уровне системы (предприятие)
 - На уровне подсистем (подразделения, цеха, технологические операции, системы управления и т.д.)
 - Во времени и в пространстве
- «Кандидаты» в существенные противоречия предприятия подвергаются проверке, верификации. Основной признак противоречия – наличие «мешающих» друг другу требований
- Для объектов, участвующих в выделенных противоречиях, могут проводиться более детальные исследования: функциональный анализ, потоковый анализ, построение причинно-следственных цепочек и т.д.
- Признаки наличия противоречия могут быть самые разные.

Этапы ТРИЗ-анализа предприятий

1. Подготовительный (выбор объекта и цели)
2. Анализ объекта на верхнем уровне: мировые тенденции, место на рынке, проблемы развития предприятия
3. Анализ структуры объекта, технологических цепочек, выделение проблемных ситуаций на предприятии.
4. Анализ выделенных технологий или конструкций. Построение функционально-затратной модели, выделение противоречий.
5. Анализ выделенных социально-технических противоречий разного уровня и разного аспекта
6. Формулировка системы задач разного уровня сложности и их решение инструментами ТРИЗ
7. Формирование плана верификации и решения вторичных задач разработанных предложений, и плана внедрения
8. Реализация плана внедрения разработанных предложений.

Содержание семинара

12⁶¹

1. Постановка задачи: для чего необходимо эволюционное
2. Что объединяет все. Введение в теорию системного захвата.
3. Иерархия полей взаимодействия.
4. Комплекс законов развития систем
5. Элеполюсный анализ. Объединение функционального и вепольного анализа.
6. Подходы к формализации инструментов ТРИЗ
7. Единый подход: ТРИЗ в технике, в бизнесе и в ИТ
8. Универсальная система стандартов на решение изобретательских задач – 2010
9. Универсальный алгоритм решения изобретательских задач АРИЗ-У-2010 (2014)
10. Прогнозирование социально-технических систем
11. ТРИЗ-анализ предприятий и организаций
12. Теория развития изобретательского мышления

Изобретательское мышление – это тип мышления, реализующийся на основе взаимодействия процессов анализа, синтеза и оценки новых идей.



«Цель ТРИЗ: опираясь на изучение объективных закономерностей развития технических систем, дать правила организации мышления ...»

Г.С. Альтшуллер. Найти идею. Петрозаводск, «Скандинавия», 2003 г., стр. 62

- ▶ **Модель (структура) изобретательского мышления.**
- ▶ **Система компонентов изобретательского мышления.**
- ▶ **Уровни развития компонентов изобретательского мышления.**
- ▶ **Филогенез и онтогенез изобретательского мышления.**
- ▶ **Социальная природа изобретательского мышления.**
- ▶ **Типология изобретательского мышления.**
- ▶ **Методы диагностики изобретательского мышления.**

I. Анализ.

- А. Компонентный анализ.
- Б. Выход в надсистему.
- В. Выделение взаимосвязей и взаимодействий.
- Г. Изменение систем во времени.
- Д. Чувствительность к противоречиям.
- Е. Идеальное моделирование.

II. Синтез.

- Ж. Использование ресурсов.
- З. Использование аналогий.
- И. Гибкость (способность генерировать большое количество разнообразных идей).
- К. Применение приемов разрешения противоречий.

III. Оценка.

- Л. Чувствительность к разрешению противоречий.
- М. Критичность.
- Н. Оригинальность.



Изобретательское мышление – этап в эволюции мышления

Условный рефлекс, обучаемость, манипулирование



ВНД, общение, образное представление



Причинно-следственные связи



Абстрактно-логическое мышление



Древний Египет, креативное мышление



филогенез мышления

онтогенез мышления

Условный рефлекс



Образное мышление



Индуктивное и дедуктивное мышление



Абстрактно-логическое, конвергентное мышление



Дивергентное, креативное мышление



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!