

Республиканский семинар по вопросам изобретательства, рационализаторства и инженерно-технического творчества

18 ноября 2021 года



**Что такое ТРИЗ и как она
помогает решать
изобретательские задачи?**



Скуратович Александр Иванович

Консультант и тренер по совершенствованию изделий, процессов, услуг с помощью ТРИЗ, ФСА и Бережливого Производства (Lean).

Сертифицированный специалист по ТРИЗ.

е-mail: ais99@mail.ru

моб. тел.: +374-29 554-05-65 (МТС)

Что такое ТРИЗ?

**Теория Решения Изобретательских Задач –
это наука, которая:**

- развивает методы для решения изобретательских задач, возникающих на пути развития технических систем.
- изучает закономерности развития технических систем;
- развивает методики для создания, совершенствования и прогнозирования развития технических систем;

ТРИЗ – Теория Решения Изобретательских Задач

ТРТС – Теория Развития Технических Систем

ТРТЛ – Теория Развития Творческой Личности
Качества творческой личности. Достойная цель.
Жизненная стратегия творческой личности.

ТРТК – Теория Развития Творческих Коллективов

Что такое изобретательская задача?

Это задача:

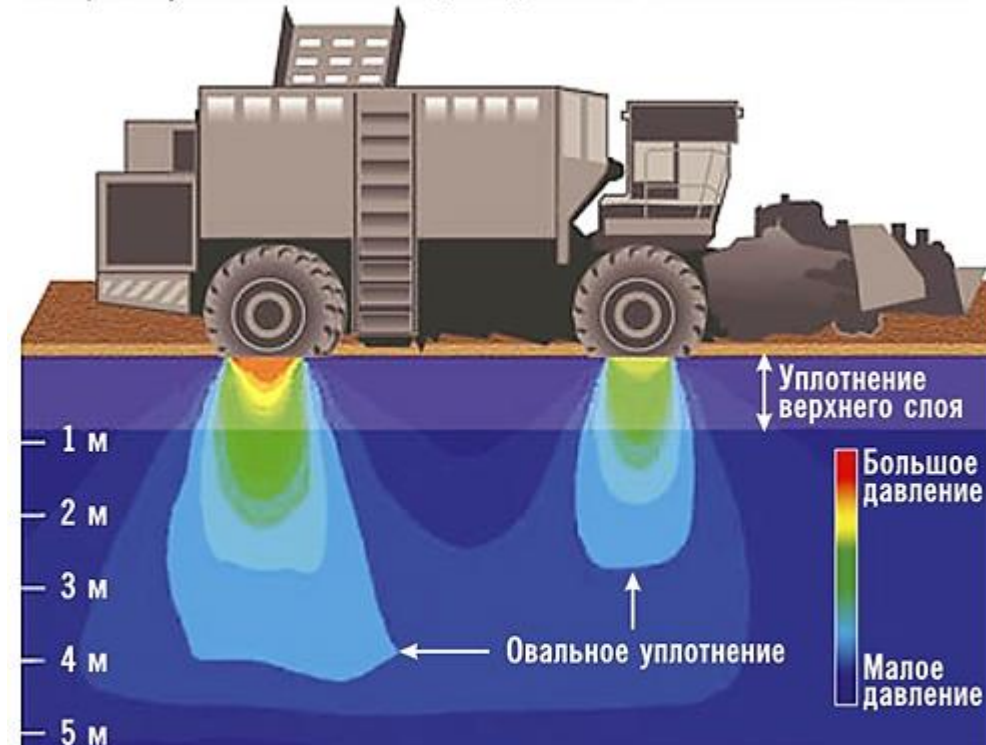
- для решения которой **известные способы решения не подходят**, а другие неизвестны;
- на которую наложено **много ограничений** и поэтому известные способы решения таких задач не подходят.
- к которой предъявляются **противоречивые требования** - задача **содержит противоречие**, а как преодолеть его - неизвестно.

Пример:

Более производительные с/х машины становятся все более тяжелыми, а это ведет к сильному переуплотнению почвы и снижению её плодородия. **Как быть?**

Почва под давлением

Измерение уплотнения почвы под воздействием тяжелой сельхозтехники



Весной и осенью, когда земля особенно влажна и мягка, тяжелая сельхозтехника может существенно уплотнить почву. Давление проникает до самых глубин (в форме так называемого овального уплотнения).

Часто при этом образуется герметичный слой (уплотнение верхнего слоя), который препятствует прониканию в почву воды, воздуха, корней растений и червей.

Что такое изобретательская задача?

Это задача:

- для решения которой **известные способы решения не подходят**, а другие неизвестны;
- на которую наложено **много ограничений** и поэтому известные способы решения таких задач не подходят.
- к которой предъявляются **противоречивые требования** - задача **содержит противоречие**, а как преодолеть его - неизвестно.

Пример

Погрузчик должен быть коротким, чтобы занимать мало места для работы в ограниченном пространстве стройки и должен быть длинным, чтобы быть устойчивым при подъеме груза. **Как быть?**



Путь к ТРИЗ. Выбор цели.

Основоположники ТРИЗ



Генрих Альтшуллер.
1947 г.



Рафаэль Шапиро.
1947 г.

В изобретательском отделе много пришлось изобретать самому и учить этому других.

"Дело в том, - рассказывал Альтшуллер, - что я должен был не только сам изобретать, но помогать тем, кто хочет этим заниматься.

Ко мне в отдел приходили десятки людей.

"Вот задача, - говорили они, - и она не решается. Как быть?"

Я облазил все научно-технические библиотеки - ни в одной не было даже элементарного учебника по изобретательству.

Ученые утверждали, что все изобретения зависят от случая, настроения, состава крови ...»

«Меня это не могло устроить.

И я решил: раз этой методики нет - значит, ее надо создать.»

Путь к ТРИЗ. Генеральная идея.

Сверхзадача, которую поставили Альтшуллер и Шапиро перед собой:
«Нет механизмов решения задач высоких уровней.
Их негде открыть. Но их можно создать!»

В отличие от психологов, которые изучали человека, делающего изобретения, они начали изучать сами изобретения - технические системы, созданные человеком.

Они начали искать отличия сильных изобретений от слабых.
В качестве основного отличия они взяли противоречие.

Анализ авторских свидетельств СССР и зарубежных патентов позволил выявить и создать:

- ♦ Приемы устранения технических и физических противоречий;
- ♦ Законы развития технических систем;
- ♦ Методы анализа исходной проблемной ситуации;
- ♦ Методы решения изобретательских задач: АРИЗ, Таблица приемов устранения противоречий, Система изобретательских стандартов;
- ♦ Указатели физических, химических, геометрических эффектов.

Основные идеи ТРИЗ

1. Законы развития технических систем

- Законы развития выявлены путем анализа исторических тенденций развития различных ТС.
- Законы могут быть применены для решения изобретательских задач с целью минимизации перебора вариантов.

2. Основной закон – увеличение степени идеальности системы

Более идеальная система та, в которой количество материала, ее размеры, потребляемая энергия, стоимость и другие затраты меньше, а количество и качество выполняемых функций выше.

$$\uparrow \text{Идеальность} = \frac{\Phi \uparrow}{3 \downarrow}$$

Идеальная система – системы нет, а её функции выполняются, если они действительно нужны.

3. Противоречие

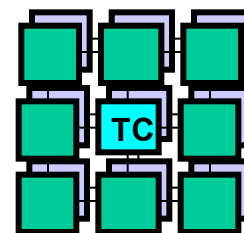
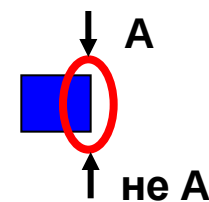
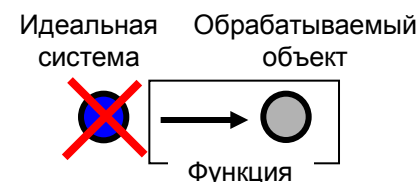
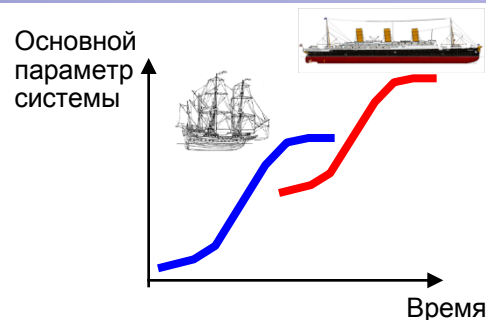
- Противоречие – это противоположные требования к одной части системы.
- Задача трудна, потому что содержит противоречие.
- Решить задачу – устранить противоречие.
- Системы развиваются через преодоление противоречий.
- Разные задачи, содержащие противоречия одного вида, могут быть разрешены путем применения одного и того же изобретательского приема.

4. Схема талантливое мышления

Техническая система рассматривается как развивающаяся система со своим прошлым, настоящим и будущим; как состоящая из частей и сама являющаяся частью большей системы.

5. Эффективное использование имеющихся Ресурсов

- Ресурсы – все, что имеется в системе и вокруг неё и их возможные модификации.
- Сколько ресурсов существует в системе и её окружении, столько может быть решений.
- Лучшее решение то, которое позволяет достичь требуемого результата при минимальном использовании имеющихся и дополнительных ресурсов.



Основные идеи ТРИЗ

Закон увеличения степени идеальности ТС

- Развитие систем идет в направлении увеличения степени их идеальности.
- Идеальная ТС - это система, вес, объем и площадь которой стремятся к нулю, хотя ее способность выполнять работу при этом не уменьшается.
- Идеальная ТС - это когда системы нет, а функция ее сохраняется и выполняется, если она действительно нужна.

$$\uparrow \text{Идеальность} = \frac{\uparrow \sum \Phi \text{ (сумма и качество выполнения полезных функций)}}{\downarrow \sum Z \text{ (затраты на произв-во, владение, утилизацию)} + \downarrow \sum \text{НЭ} \text{ (затраты на нейтрализацию нежелательных эффектов)}}$$

Идеальность в технике

**«Самая надёжная деталь - это та,
которой в конструкции нет!»**

«Красота любой конструкции в её простоте»



Морозов Александр
Александрович
(1904 - 1979)
главный конструктор
танка Т-34 после смерти
М.И. Кошкина



$\Phi \text{ const}$
 $3 \downarrow$

**Конструкторы, совместно с технологами, путём
подетального пересмотра всех частей танка Т-34 к
январю 1942 г.:**

- отменили (без замены другими деталями) 1256 наименований или 5641 деталь;
- упростили изготовление по 770 наименованиям;
- отменили 206 наименований покупных изделий;
- сократили номенклатуру нормалей на 20%;
- снизили трудоёмкость механической обработки деталей корпуса танка с 260 до 80 нормо-часов.

Из воспоминаний А.Г. Словиковского - ветерана конструкторского бюро им. Морозова.
http://www.mediaport.info/gazeta/print.php?gazeta_id=33&material_id=10

Стр. 226 – 227 - Правда о танке Т-34. – М.: РКПОО «Атлантида-XXI век», 2005.

Задача - Как снизить себестоимость выхлопной трубы?



Крышка

Патрубок



Выхлопная труба комбайна КЗС-1218

**Крышка и патрубок
содержат 16 деталей!**

Какие Функции выполняет Крышка?

1. выпускать выхлопные газы;
2. задерживать пыль, капли дождя, снег и т.п. от проникновения внутрь.

Какие Функции выполняет Патрубок?

1. направлять выхлопные газы вверх;
2. удерживать крышку;
3. удерживать кронштейн крышки.

Каков образ идеальных Крышки и Патрубков?



Крышка

Патрубок



Выхлопная труба комбайна КЗС-1218

Идеальная система – системы нет, а её функции выполняются, если они действительно нужны.

Идеальные Крышка и Парубок – их нет, а их функции должны выполняться!

- Что их будет выполнять?

- Оставшиеся элементы системы –
конец выхлопной трубы!

Возникла новая задача! –

**Как изменить конец выхлопной
трубы, чтобы он выполнял функции
Крышки и Патрубков?**

Идея! – Функцию Крышки и Патрубка передать Трубе!

- **НОВАЯ ЗАДАЧА** - Как изменить конец выхлопной трубы, чтобы он выполнял функции Крышки и Патрубка?
- **Функции Крышки и Патрубка сможет выполнять САМА труба,** если изменить её форму, расположение или угол среза её торца.

Все эти детали
можно удалить



Торец выхлопной трубы, срезанный под углом,
препятствует проникновению капель дождя и пыли в неё



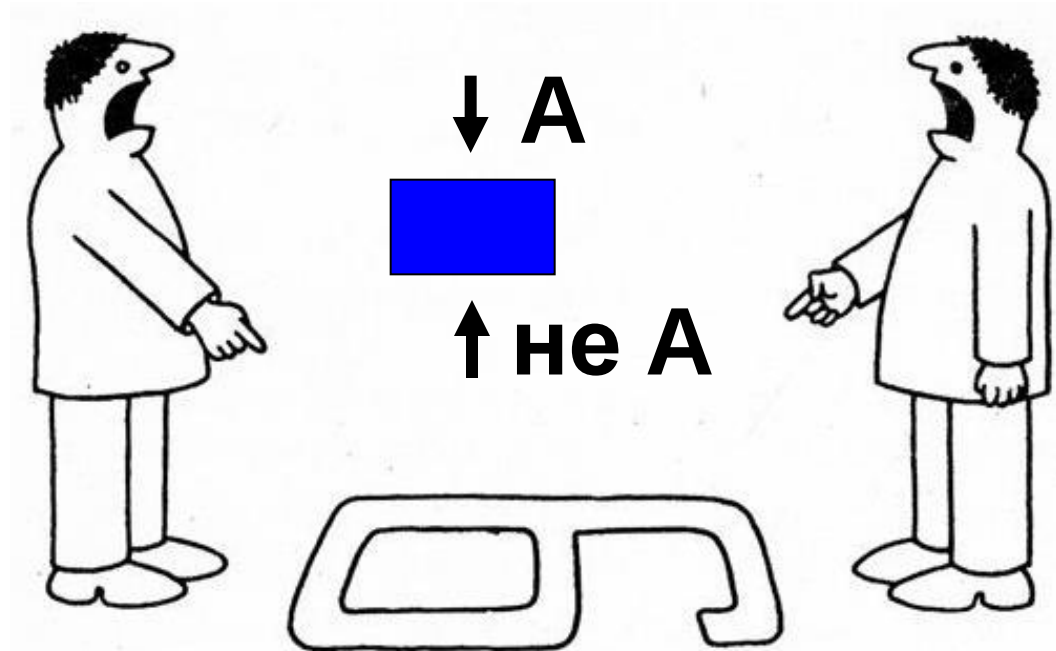
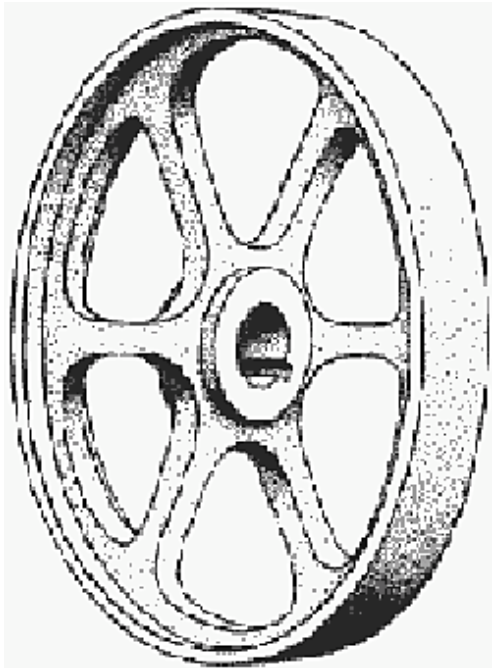
Выхлопная труба комбайна КЗС-1218

Выхлопная труба комбайна CLAAS LEXION 600

Основные идеи ТРИЗ

Противоречие

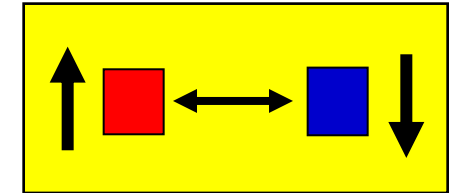
- Противоречие – это противоположные требования к Системе или её части.
- Задача трудна, потому что содержит противоречие.
- Решить задачу – устранить противоречие.
- Системы развиваются через преодоление противоречий.



Техническое противоречие

Техническое противоречие (ТП)

- ситуация, когда желательное изменение (Улучшение) одного параметра Системы известным способом ведет к нежелательным изменениям (Ухудшению) другой её части.



ТП показывает конфликт между двумя различными частями Системы.

Обычно изобретательская ситуация содержит группу ТП.

Выбор одного противоречия означает переход от изобретательской ситуации к задаче.

Пример. Парковка автомобиля.

АП: Надо парковать автомашины в городе, но в городе мало свободного места!

ТП №1: Если сделать машину маленькой, то таких машин можно разместить на заданной площади больше. Но в маленькой машине мало места для всех членов семьи и их вещей.

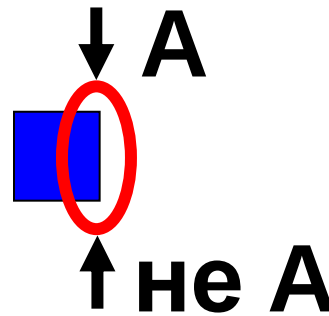
ТП №2: Если строить открытые парковки, то место для размещения машин появится, но парковки будут занимать большие площади.

ТП №3: Если строить подземные парковки, то машины будет где разместить, но это удорожает строительство зданий, а в кварталах со старыми зданиями это опасно и потребует большого объема работы по перестройке коммуникаций.

Физическое противоречие

Физическое противоречие (ФП)

ситуация, когда к физическому состоянию одной части Системы предъявляются два противоположных требования.



Пример. Парковка автомобиля.

АП: Надо парковать автомашины в городе, но как? В городе нет свободного места.

ТП №2: Если строить открытые парковки, то место для размещения машин появится, но парковки будут занимать большие площади в городе.

ФП №2: **Площадь** для парковки автомобилей должна быть **большая**, чтобы разместить много автомобилей и площадь должна быть **маленькой**, чтобы не занимать много места.

Как быть?

**Сформулируйте изобретательский приём,
который был использован для решения задачи.**



Изобретательский приём

Изобретательский приём – это способ изменения Системы, приводящий к устранению противоречия, ограничивающего её развитие.

Изобретатели накапливают в своём арсенале несколько приёмов или правил, которые помогают им решать трудные задачи.

Если провести анализ всех сильных изобретений, то можно выявить все приёмы, которыми пользовались изобретатели и использовать их при решении своих изобретательских задач.

Прием №17 «Принцип перехода в другое измерение»:

- а) Трудности, связанные с движением (или размещением) объекта по линии, устраняются, если объект приобретает возможность перемещаться в двух измерениях (то есть на плоскости). Соответственно, задачи, связанные с движением (или размещением) объектов в одной плоскости, устраняются при переходе к пространству трёх измерений.
- б) Многоэтажная компоновка объектов вместо одноэтажной.
- в) Наклонить объект или положить его «набок»...



40 Изобретательских Приёмов

Изобретательский Приём – это рекомендация о том, как изменить Систему, чтобы устранить противоречие, сдерживающее её развитие.

01. Принцип дробления	21. Принцип «проскока»
02. Принцип вынесения	22. Принцип «обратить вред в пользу»
03. Принцип местного качества	23. Принцип обратной связи
04. Принцип асимметрии	24. Принцип «посредника»
05. Принцип объединения	25. Принцип самообслуживания
06. Принцип универсальности	26. Принцип копирования
07. Принцип «матрёшки»	27. Принцип дешевой недолговечности взамен дорогой долговечности
08. Принцип противовеса	28. Принцип замены механической схемы
09. Принцип предварительного напряжения	29. Принцип использования пневмо- и гидроконструкций
10. Принцип предварительного исполнения	30. Принцип использования гибких оболочек и тонких пленок
11. Принцип «заранее подложенной подушки»	31. Принцип применения пористых материалов
12. Принцип эквипотенциальности	32. Принцип изменения окраски
13. Принцип «наоборот»	33. Принцип однородности
14. Принцип сфероидальности	34. Принцип отброса или регенерации частей
15. Принцип динамичности	35. Принцип изменения физико-химических параметров объекта
16. Принцип частичного или избыточного решения	36. Принцип применения фазовых переходов
17. Принцип перехода в другое измерение	37. Принцип применения теплового расширения
18. Принцип использования механических колебаний	38. Принцип применения сильных окислителей
19. Принцип периодического действия	39. Принцип применения инертной среды
20. Принцип непрерывности полезного действия	40. Принцип применения композиционных материалов

Таблица устранения противоречий Альтшуллера

Фрагмент Таблицы устранения противоречий													
1969 г.		Ухудшаемый параметр	Объем подвиж. объекта	Скорость	Сила	Напряжение, давление	Форма	Надежность	Вредн. факторы объекта	Удобство эксплуатации	Удобство ремонта	Сложность устройства	Сложность контроля
Улучшаемый параметр			7	9	10	11	12	27	31	33	34	36	37
9	Скорость	7, 29, 34	+	13, 28, 15, 19	6, 18, 38, 40	35, 15, 18, 34	11, 35, 27, 28	2, 24, 35, 21	32, 28, 13, 12	34, 2, 28, 27	10, 28, 4, 34	3, 34, 27, 16	
10	Сила	15, 9, 12, 37	13, 28, 15, 12	+	18, 21, 11	10, 35, 40, 34	3, 35, 13, 21	13, 3, 16, 24	1, 28, 3, 25	15, 1, 11	26, 35, 10, 18	36, 37, 10, 19	
11	Напряжение, давление	6, 35, 10	6, 35, 36	36, 35, 21		35, 4, 15, 10	10, 13, 2, 33				19, 1, 2, 16		
12	Форма	14, 4, 15, 22	35, 15, 34, 18	35, 10, 37, 40	34, 15, 10, 14	+							
15	Время дейст. подвиж. объекта	10, 2, 19, 30	3, 35, 5	19, 2, 16	19, 3, 27	14, 26, 28, 25							
33	Удобство эксплуатации	1, 16, 35, 15	18, 13, 34	28, 13, 35	2, 32, 12	15, 34, 29, 28							

N34 – Замена и регенерация

N15 – Принцип динамичности

N10 – Предварительное действие

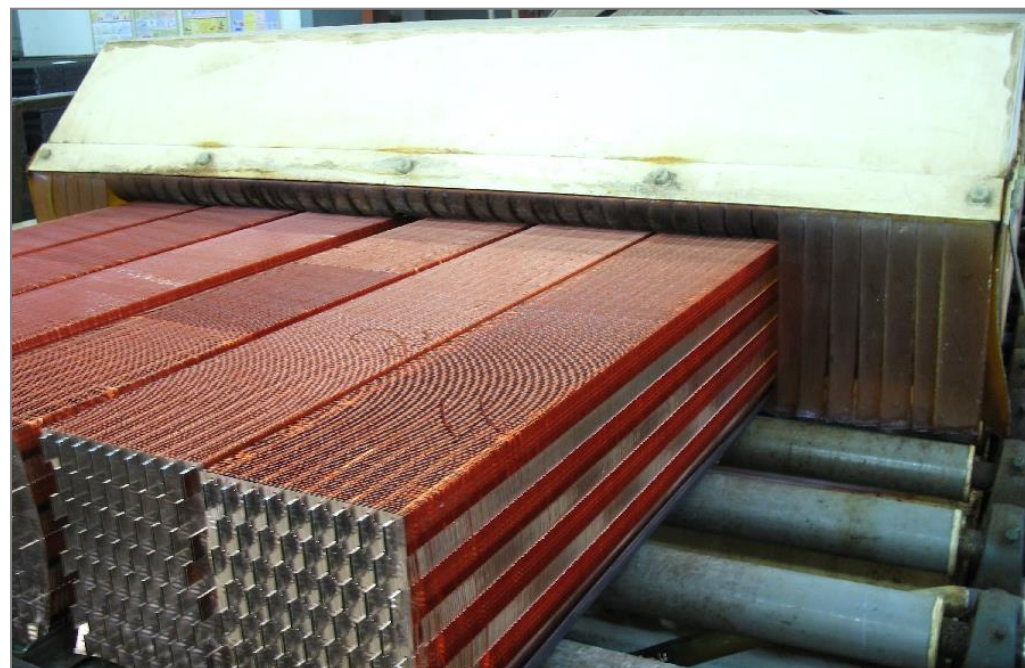
N14 – Принцип сфероидальности

Числа в клеточке показывают номера приемов устранения противоречий, которые с большой вероятностью устраняют противоречие между выделенными параметрами

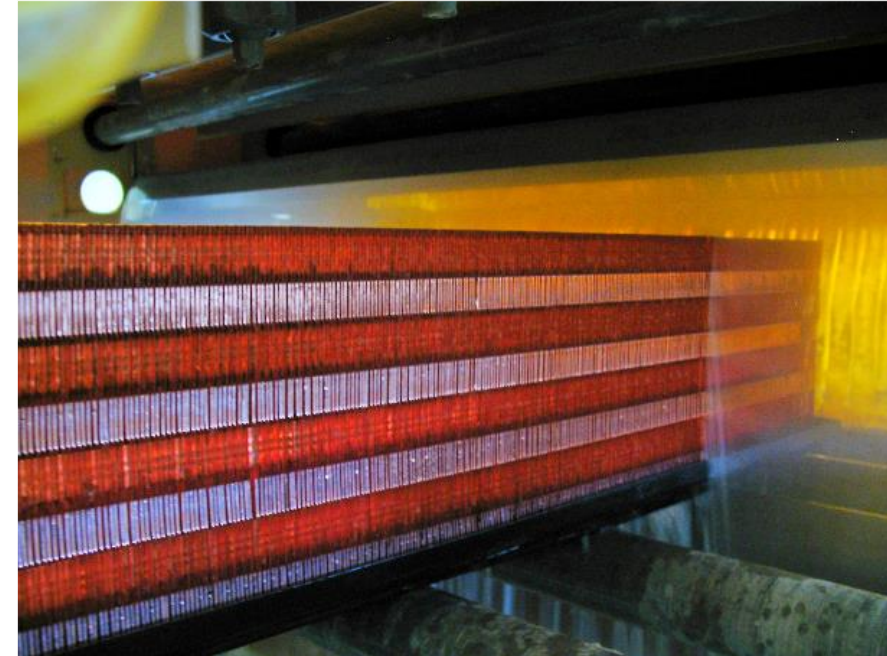
N34 – Замена и регенерация частей
N15 – Принцип динамичности
N10 – Предварительное действие
N14 – Принцип сфероидальности

Производственная задача

Как сократить испарение флюса?



Производственная задача



Производственная задача

1. Что надо улучшить?

- Снизить испарение флюса

2. Какой известный способ можно применить, чтобы снизить испарение флюса?

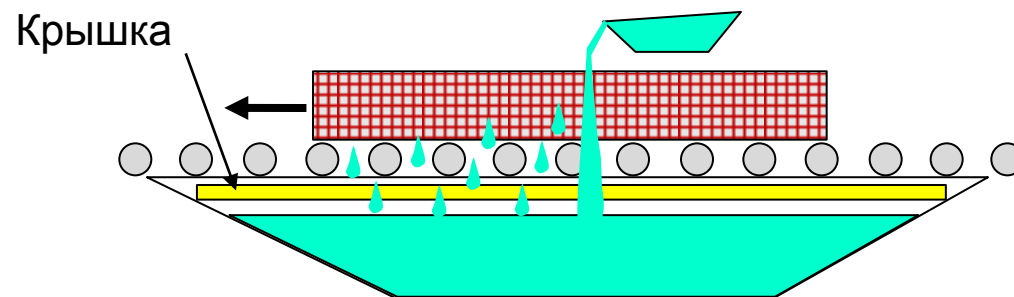
- Закрыть ванну крышкой

3. Положительный эффект достигается, но что при применении этого способа ухудшается?

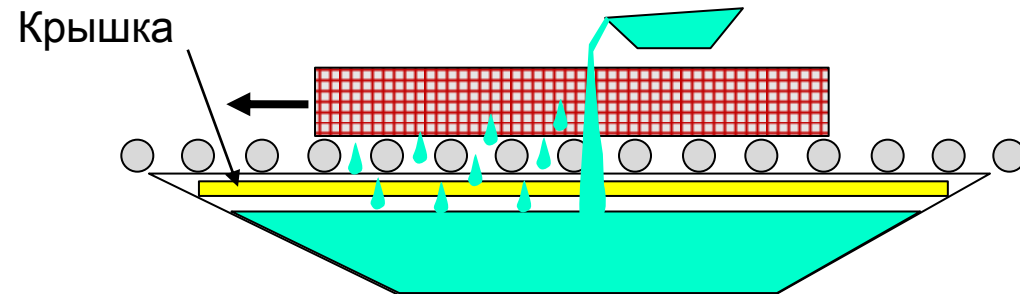
НЭ-1: Крышку не удобно устанавливать и снимать.

НЭ-2: Крышка не пропускает поток флюса и его капли в ванну.

НЭ-3: Крышка и её установка усложняет как конструкцию «флюсовки», так и выполнение операции флюсования.



Производственная задача



4. Возможные Технические Противоречия:

А) Кол-во испаряемого вещества (Потери вещества) – Сложн. конструкции –
Приёмы: 35, 10, 28, 29

Б) Размер крышки (Площадь неподвижного объекта) – Сложность конструкции –
Приёмы: 1, 18, 36

В) Форма крышки – Сложность конструкции – Приёмы: 1, 16, 28, 29

5. Физические Противоречия:

ФП-макро: Крышка должна быть, чтобы задерживать пары флюса и крышки не должно быть, чтобы струя флюса и его капли свободно проходили в ванну.

ФП-микро: Х-элемент (в месте установки Крышки) должен быть проницаемым для струи флюса и его капель и должен быть непроницаемым для паров флюса.

Производственная задача

6. Идеи в соответствии с рекомендациями Приёмов:

35. Принцип изменения физико-химических параметров объекта:

- а) изменить агрегатное состояние объекта;
- б) изменить концентрацию или консистенцию;
- в) изменить степень гибкости;
- г) изменить температуру.

Идея №1 - Изменить агрегатное состояние крышки...
– крышка должна стать жидкая, газовая, поле...

1. Принцип дробления:

- а) разделить объект на независимые части;
- б) выполнить объект разборным;
- в) увеличить степень дробления объекта –
См. Линию «Дробления рабочего органа»

Идея №2 - Крышку надо разделить на части...
– кусочки плавающие, шарики, порошок, молекулы, газ...

29. Принцип использования пневмо- и гидроконструкций:

Вместо твердых частей объекта использовать газообразные и жидкие:

- надувные и газонаполняемые,
- воздушную подушку,
- гидростатические и гидрореактивные.

Идея №3 - Использование пневмо- и гидроконструкций...
– крышка надувная, газовая, шары, пена...

Производственная задача

7. Реализация Идеи на практике:

Идея №1 - Пр. 35. Изменить агрегатное состояние крышки...

– крышка должна стать жидкая, газовая, поле...

Идея №2 - Пр. 1. Дробление - Крышку надо разделить на части

– кусочки плавающие, шарики, порошок, молекулы...

Идея №3 - Пр. 29. Использование пневмо- и гидроконструкций...

– крышка надувная, газовая, шары, пена...

Полые пластиковые шары образуют плавающую крышку для прудов и отстойников...

Шары (диаметр около 100 мм) изготовлены из полиэтилена высокой плотности (HDPE).

Покрывают до 91% площади поверхности. На 90% снижают потери жидкости от испарения.



<http://www.enquip.com/BirdBalls.html>

Суть ТРИЗ

Суть ТРИЗ - это признание того что:

- **технические системы развиваются в направлении увеличения степени их идеальности,**
- **через разрешение противоречий,**
- **обычно с минимальным использованием ресурсов.**

Для решения творческих задач ТРИЗ предлагает диалектический путь мышления, т.е.,

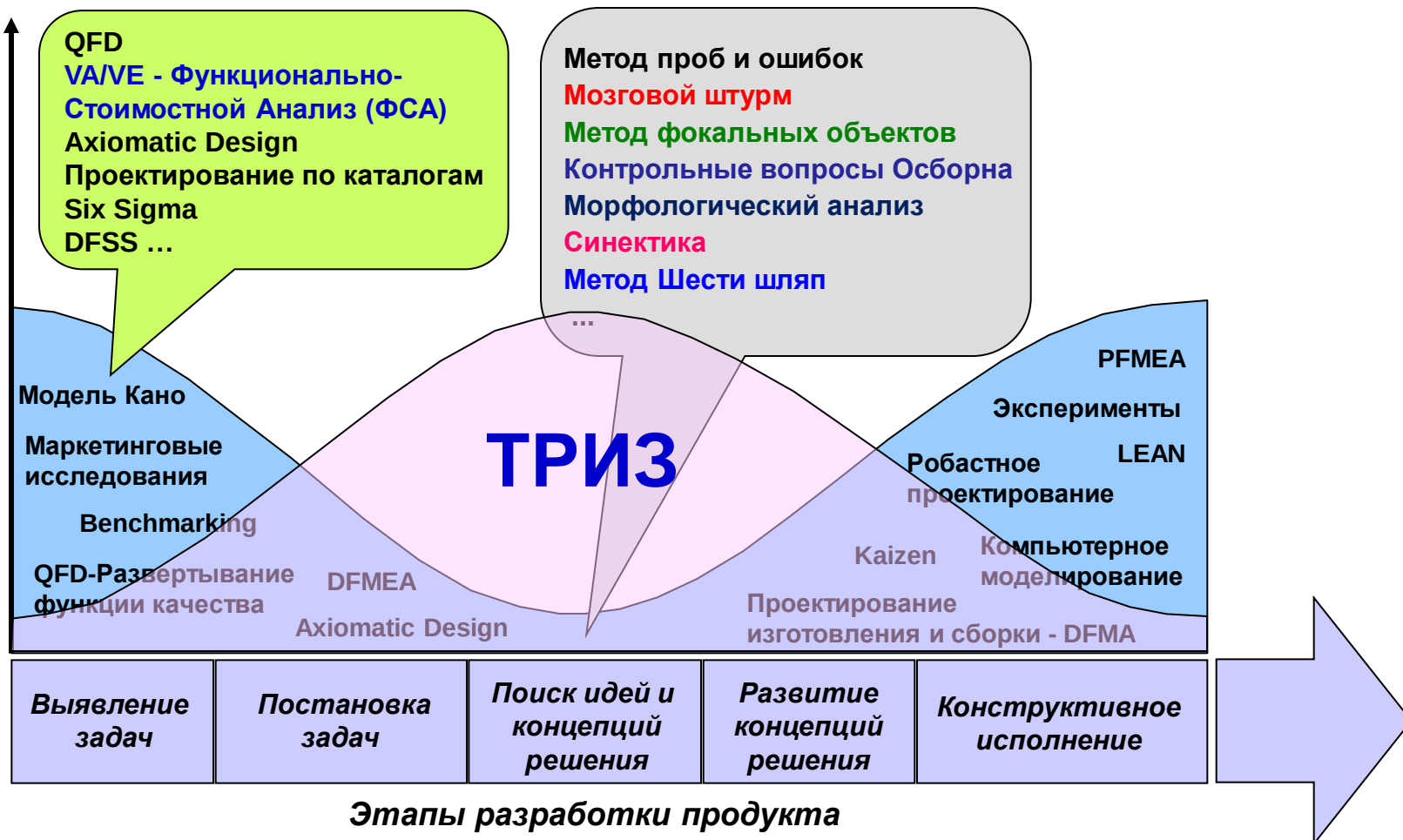
- **представить задачу как систему,**
- **сперва представить идеальное решение,**
- **и затем разрешить противоречия.**

Toru Nakagawa (Osaka Gakuin Univ., Japan), May 16, 2001.

<http://www.osaka-gu.ac.jp/php/nakagawa/TRIZ/eTRIZ/epapers/eEssence50W010518.html>

Эффективность разных Методов и ТРИЗ при решении изобретательских задач

Эффективность



**ТРИЗ – наиболее эффективный метод решения изобретательских задач.
ТРИЗ усиливает не только этап поиска идей и разработки концепций
решения задачи, но и этап развития концепций.**

Компании Fortune 500 используют ТРИЗ



Dr. Douglas Partridge, Rockwell International

«Методология ТРИЗ очень быстро ведет вас к многообещающим решениям. Она более системна и более научна, чем традиционные подходы мозгового штурма»

Ray Ogle, вице президент компании Johnson & Johnson

«Этот новый метод решения задач может стать важной инновацией в области исследований и развития - нашего главного оружия против конкурентов. Я настоятельно рекомендую использовать методологию ТРИЗ всем, кто хочет улучшить положение своей компании»

Richard Hay, компания 3M

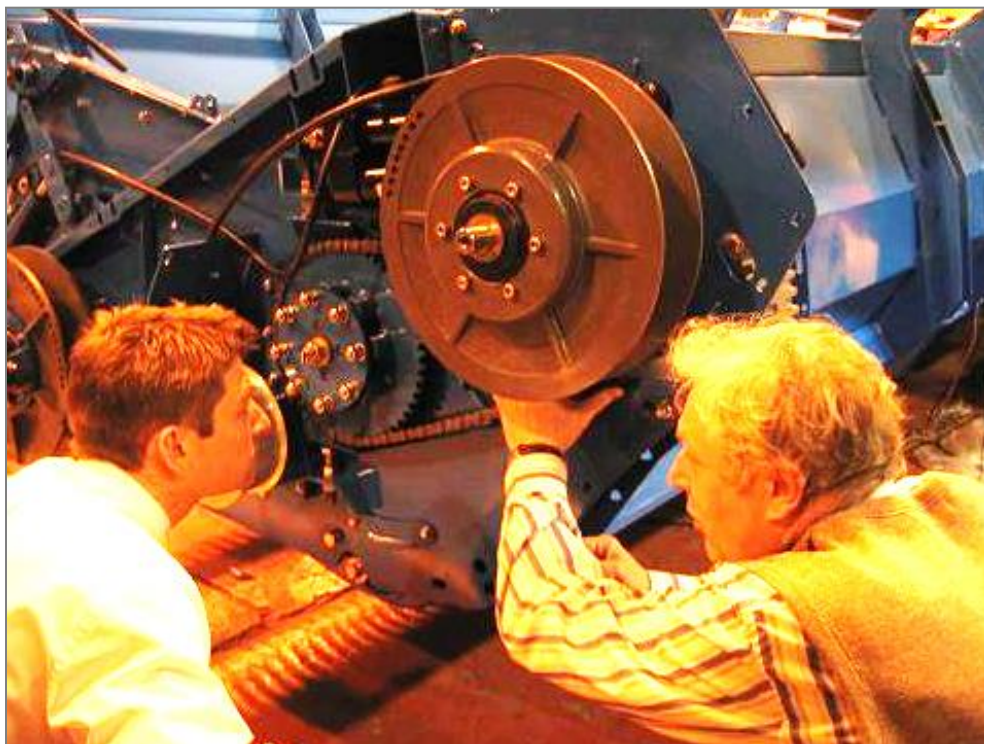
«Методология ТРИЗ изменит основу конкуренции. Это один из новых, необычных инструментов, который в будущем будет необходим для успеха»

Применение ТРИЗ в процессе проектирования продукта

Разработка стратегии



Рад ответить на ваши вопросы.



***Работая вместе
и используя ТРИЗ
мы сделаем вашу продукцию
конкурентоспособной***

Скуратович Александр Иванович

Консультант и тренер по совершенствованию
изделий, процессов, услуг с помощью ТРИЗ,
ФСА и Бережливого Производства (Lean).

Сертифицированный специалист по ТРИЗ.

e-mail: ais99@mail.ru

моб. тел.: +374-29 554-05-65 (МТС)