

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

25 августа 2022 года



**Проектирование и разработка нового
продукта под целевую себестоимость
(Target Costing).**

Как ТРИЗ и ФСА помогают в этом?

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

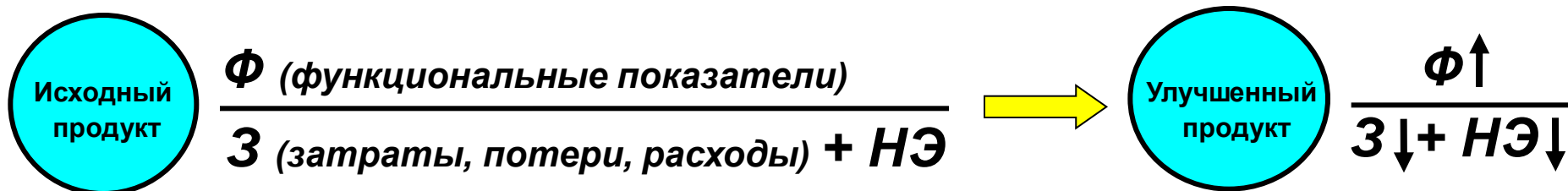
моб. тел.: +374-29 554-05-65 (МТС)

Как сделать продукцию конкурентоспособной ?

Два пути:

1. повысить Качество продукта - Функциональные показатели (Ф)

2. снизить Затраты (З) на: выполнение полезных функций, стоимость владения и утилизацию продукта, нейтрализацию нежелательных эффектов (НЭ) от его изготовления и применения



Как это сделать?

Необходимо:

- провести системный анализ продукции (процессов)
- выявить НЭ (несоответствия, вредные функции, «узкие места»)
- поставить задачи по устранению НЭ
- решить задачи
- внедрить решения

Использовать современные методы анализа систем, постановки и решения задач.

Как сделать продукцию конкурентоспособной ?

Проектировать продукт под целевую себестоимость

«Кто сознательно управляет себестоимостью как процессом формирования затрат, тот управляет предприятием.»

Раньше – цена была вычисляемой величиной:

$$\text{ЦЕНА} = \text{СЕБЕСТОИМОСТЬ} + \text{НОРМА ПРИБЫЛИ}$$

Сейчас – цена задается рынком как данность:

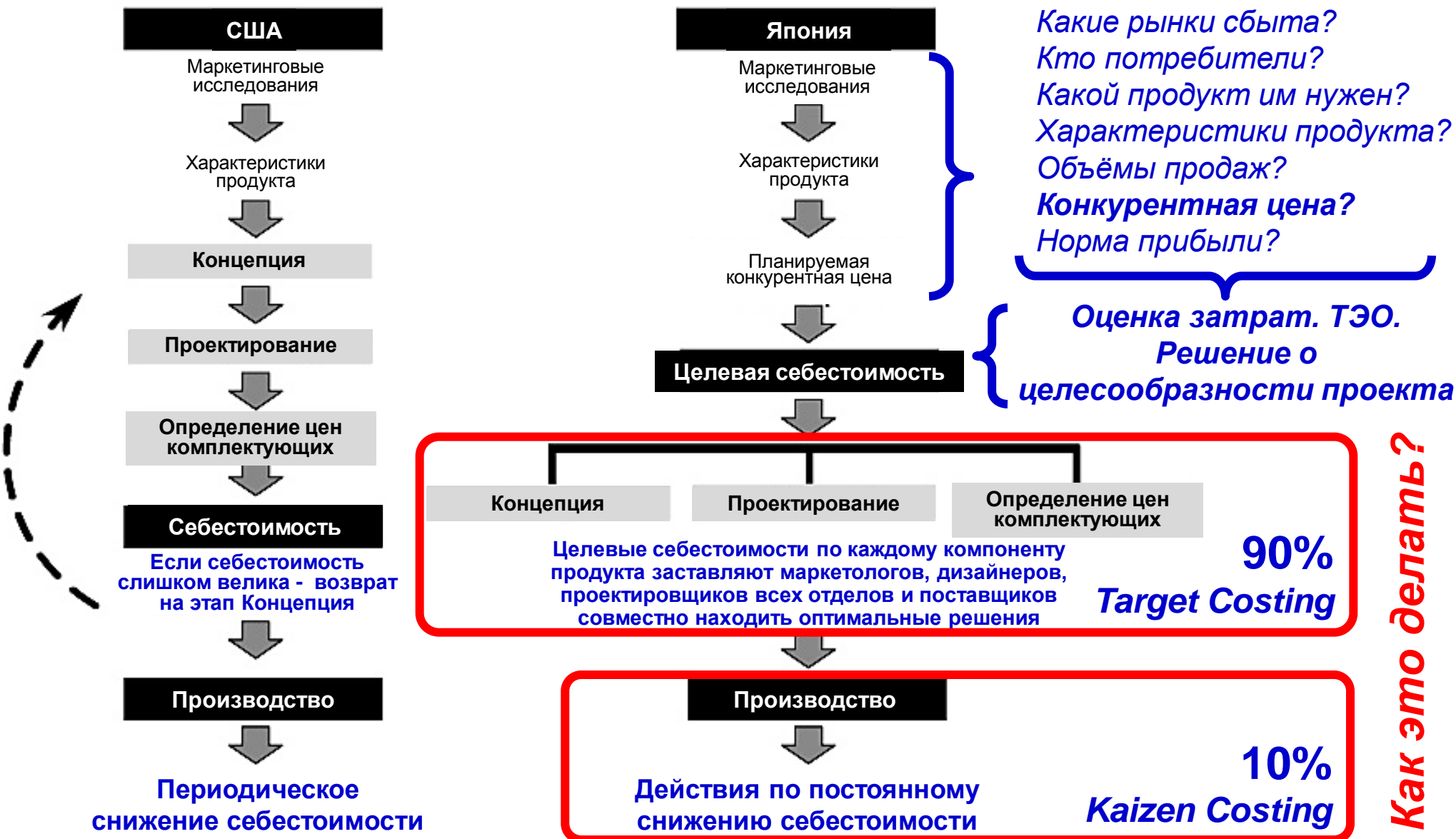
Если предприятие хочет иметь приемлемую норму прибыли, то себестоимость становится вычисляемой величиной, в которую необходимо уложиться:

$$\text{СЕБЕСТОИМОСТЬ целевая} = \text{ЦЕНА конкурентная} - \text{НОРМА ПРИБЫЛИ}$$

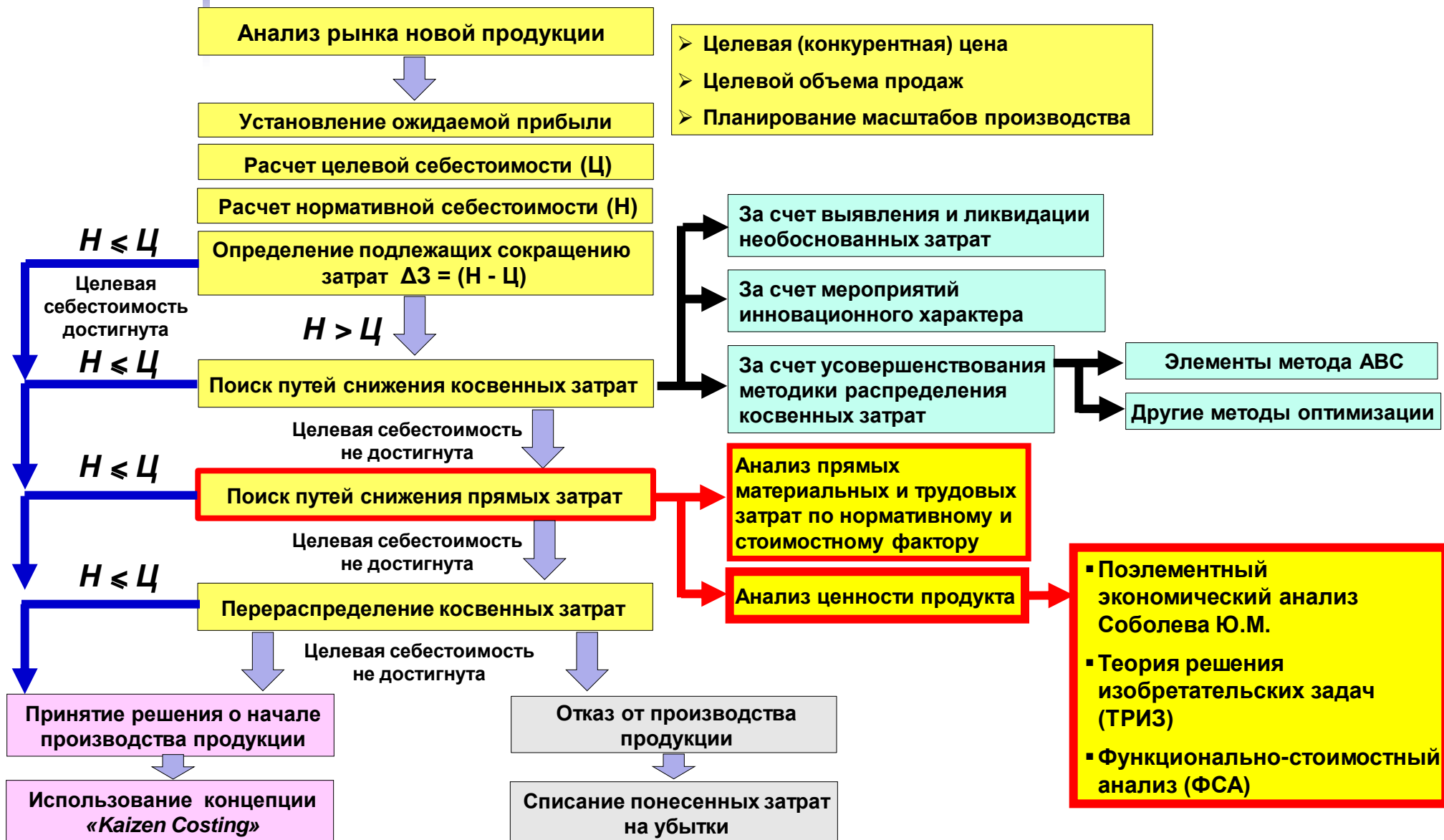
Меняется подход к планированию себестоимости: устанавливается целевая величина себестоимости, в которую следует уложиться, с тем чтобы продажа продукции обеспечивала не только покрытие будущих затрат, но и получение желаемой прибыли.

Этот подход требует детального анализа издержек, выяснения причин, их вызывающих, и понимание их обоснованности. Необходимо приводить издержки в заданные рамки путем применения различных инструментов и **методологий получения решений**

Западный и Японский подходы к управлению себестоимостью



Этапы достижения Целевой Себестоимости - Target Costing



Основоположник ФСА (ПЭА) в СССР



В СССР в конце 40-х годов конструктор Пермского телефонного завода Ю. М. Соболев разработал **метод поэлементного экономического анализа (ПЭА) конструкции**.

Он предложил рассматривать каждый элемент конструкции в отдельности, разделив элементы по принципу функционирования на **основные и вспомогательные**.

Из анализа становилось ясно, где "спрятаны" излишние затраты. Соболев применил свой метод на узле крепления микрофона и **сократил перечень применяемых деталей на 70 %**.

Юрий Михайлович Соболев (СССР)

1948 г. – первое успешное применение метода поэлементного анализа на Пермском телефонном заводе.

1949 г. – первая заявка на изобретение, сделанная на базе поэлементного анализа.

Книги Ю. М. Соболева:

- Конструктор выбирает решение. Пермь. 1979.
- Конструктор и экономика. ФСА для конструктора. Пермь. 1987.



Поэлементный экономический анализ (ПЭА)

ПЭА – это упрощение конструкции деталей (узлов) с целью увеличения производительности и удешевления процесса их изготовления.

Суть метода заключается в системном технико-экономическом анализе и поэлементной отработке конструкции каждого узла, детали.

Метод предусматривает выделение Основных и Вспомогательных элементов узла, детали, исходя из их функционального назначения.

Применяется при решении задач по поиску оптимальных конструкторских решений, разработке и совершенствованию технологических процессов.

Цель применения ПЭА – достижение максимально эффективного функционирования объекта при минимальных затратах.

Подцели:

- ликвидация экономически необоснованных элементов конструкции;
- снижение затрат;
- повышение качества изделий;
- улучшение технологии изготовления деталей;
- повышение коэффициента использования оборудования и материалов.



Основные шаги ПЭА по Соболеву Ю.М.

1. Разделите деталь (конструкцию) на элементы.

Под элементом подразумевается любая конструктивная составляющая, определённая требованиями к детали, её функциям или дополняющая её конструктивное оформление: материал, чистота поверхности, размер, допуск, отделка, резьба, отверстие, фаска, радиус.

2. Изучите роль, функцию каждого из них. *(Определите какие элементы выполняют основные функции, а какие вспомогательные)*.

Основная группа – элементы, от которых зависит удовлетворение эксплуатационных требований, предъявляемых к данной детали, её функции, к изделию в целом. Они влияют на разные факторы работы детали: её качество, надёжность, взаимозаменяемость и др., - они обеспечивают выполнение возложенных на деталь функций.

Вспомогательная группа – элементы, которые не влияют непосредственно на качество изделия, его работу и не определяются требованиями, предъявляемыми к данной детали с точки зрения её эксплуатации.

При сохранении основных, вспомогательные элементы позволяют по-разному решать общую конструкцию детали, а следовательно и технологию её изготовления, значительно влияют на объём затрат, стоимость материала и труда.

3. Оцените стоимость изготовления элемента.

4. Сделайте элемент лучше и обязательно дешевле.

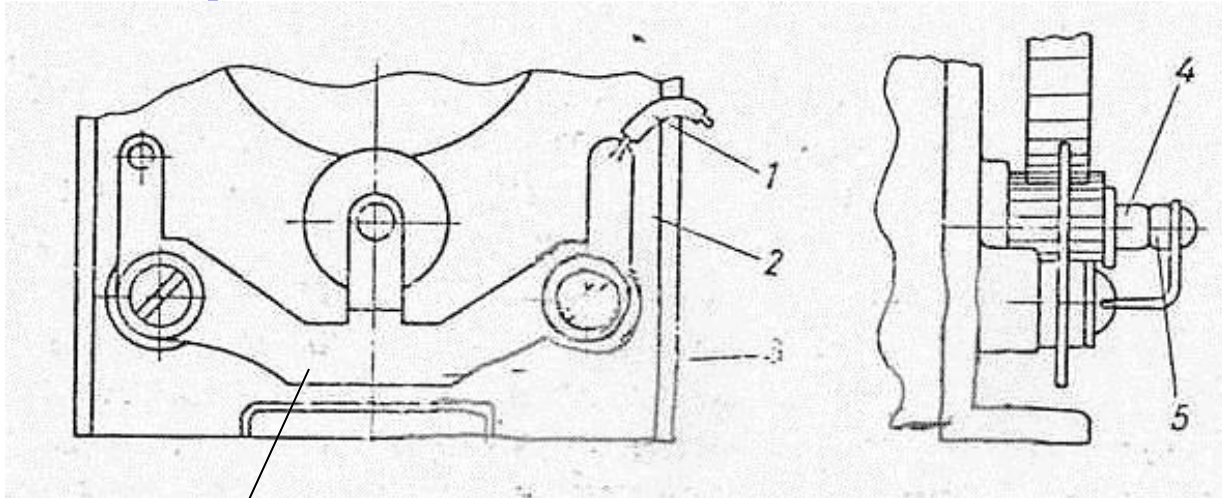
Как сделать элемент «лучше» и «дешевле»?

Рекомендации из ФСА+ТРИЗ:

- По возможности удалите вспомогательные функции и элементы, выполняющие их.
- Если эти вспомогательные функции нужны, то передайте их другим элементам детали или конструкции.
- Если элемент, выполняющий вспомогательную функцию, удалить нельзя, то попробуйте изменить у него:
 - ✓ геометрию, форму, расположение;
 - ✓ размеры и толщины;
 - ✓ материал (*на более прочный, легкий, дешёвый*);
 - ✓ способ изготовления

но так, чтобы затраты на изготовление детали снизились, а качество выполнения функций не ухудшилось.

Пример № 1 – Контактная пружина



Исходная ситуация

В электронном устройстве используется электропроводная контактная пружина.

Главная функция пружины – проводить ток от контакта 4 к контакту 1.

Контактная пружина

Контактную пружину изготавливают из полосы металла холодной штамповкой. Пружина не является сложной деталью для технологов и мастеров завода. Детали с подобной сложностью изготовления и с похожими отходами материала являются обычными для технологов и штамповщиков.

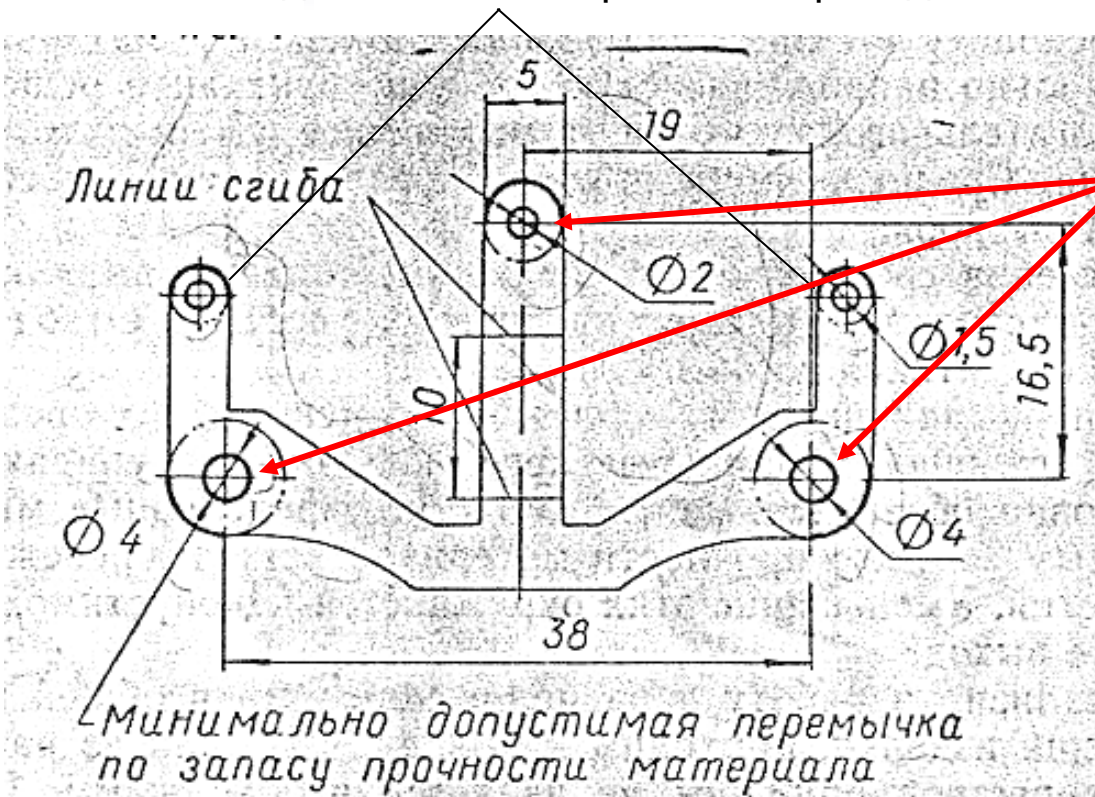
Анализ стоимости функций показал, что контактная пружина имеет два недостатка:

- большие отходы металла – 59%
- неудобная форма для вырубки:
 - во время вырубки необходимо переворачивать полосу металла, что затрудняет автоматизацию процесса;
 - или использовать более сложный штамп.

Как уменьшить отходы металла?

Пример № 1 – Контактная пружина

Лепестки для пайки электрических проводов



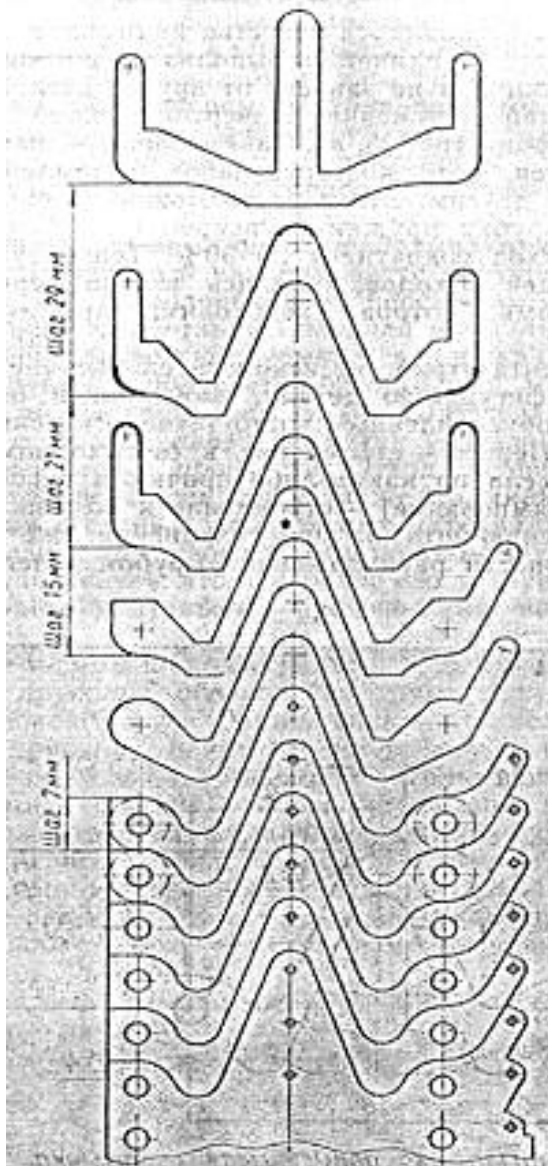
Функциональный анализ пружины показал:

- основными элементами пружины являются 2 отверстия диаметром 4 мм для ее крепления и одно отверстие диаметром 2 мм для крепления электрического контакта;
- один лепесток можно удалить, т.к. реально используется только один;
- остальные элементы пружины выполняют вспомогательные функции и их форму можно изменить, чтобы снизить потери металла.

Задача:

Как изменить форму вспомогательных частей пружины, чтобы снизить потери металла?

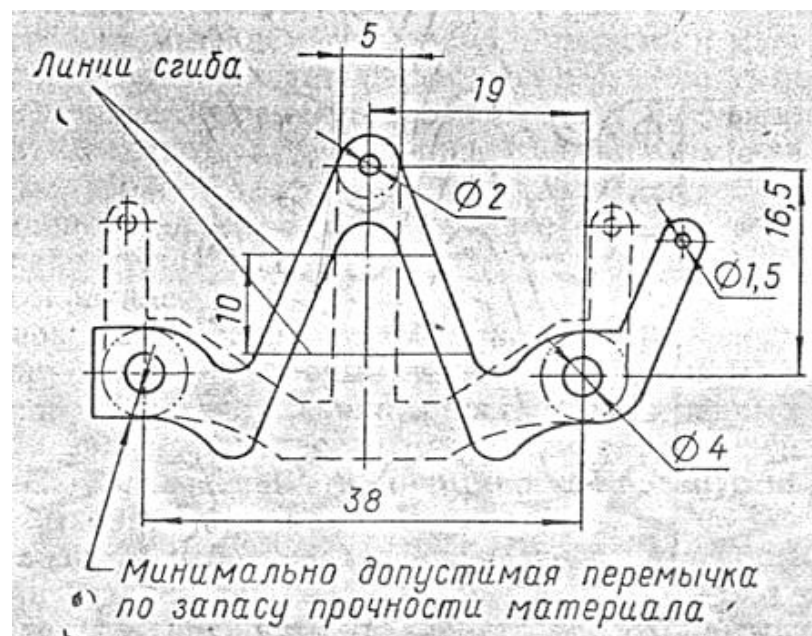
Пример № 1 – Контактная пружина



Решение

Чтобы снизить отходы металла предложено:

- изменить форму центрального лепестка так, чтобы разместить одну пружину внутри другой;
- удалить один лепесток как ненужный.



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

↓

**В результате отходы снижены с 59 до 7,5%
без ухудшения функционирования устройства!**

Пример № 2 – Зубчатые секции ротора

Снижение стоимости изготовления зубчатых секций ротора



Исходная ситуация



Ротор



Отходы - 35,7%



Секция

Очесывающие жатки Shelbourne Reynolds убирают зерновые культуры, обрывая только колосья растений.

Колосья обрывает вращающийся ротор с зубчатыми стальными секциями.

Секции изготавливают из дорогой пружинной нержавеющей стали.

Отходы стали после лазерной вырезки секций составляют 35,7%.

Задача: Как снизить отходы?

Идея №1 – Вложить секции друг в друга



***Но вкладывать секции друг в друга
без зазора НЕЛЬЗЯ!***

Изменится профиль зубьев, они станут тоньше.

«Допустить недопустимое» - прием фантазирования из курса РТВ

РТВ – развитие творческого воображения

- **Не обращать внимание на запрет!**
- **Допустить недопустимое!**
- **На время отключить критику!**
- **Не обращать внимание на невозможность выполнения – допустить, что это возможно и продолжать развивать идею.**

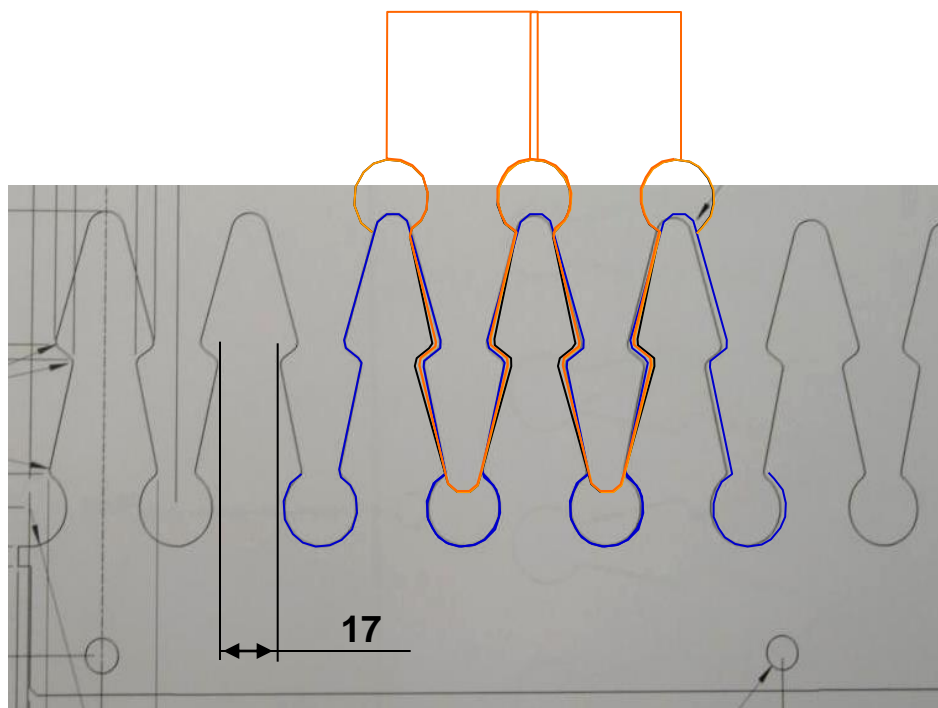
***А что будет, если... всё же вложить секции друг
в друга без зазора?***

На сколько профиль зубьев станет тоньше?

Реализация идеи №1

Если секции вложить друг в друга без зазоров, то ширина зубьев уменьшится всего на 1 мм.

Конструкторы решили, что это не повлияет на прочностные характеристики зубьев.



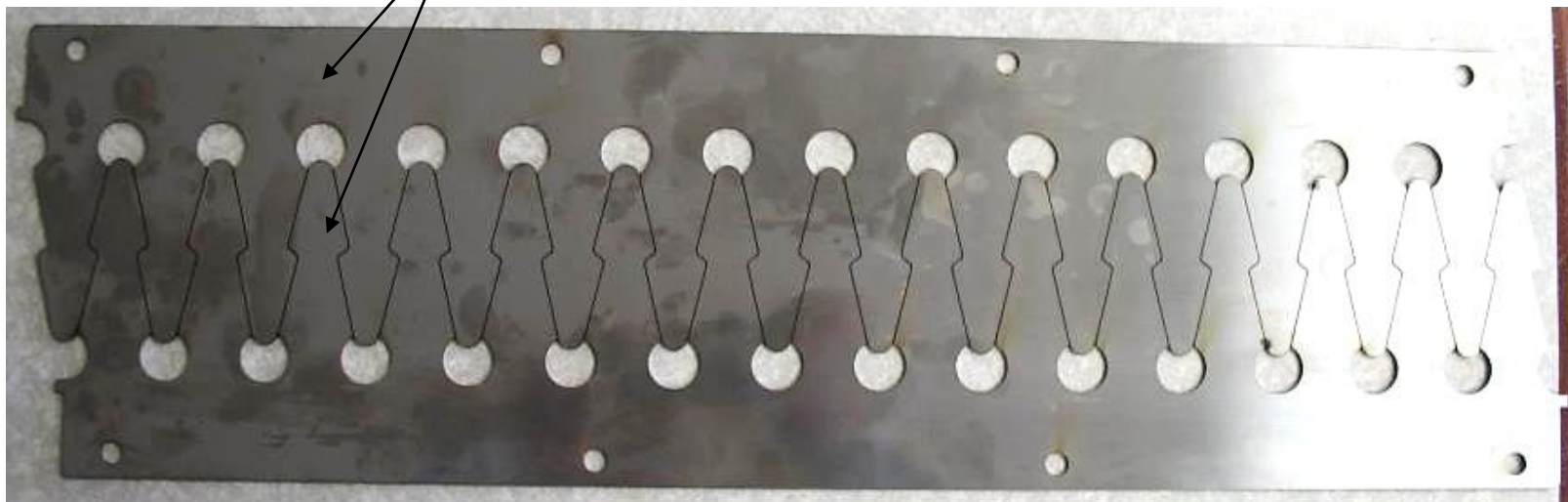
Новый вариант

Идея №1 – Вложить секции друг в друга

В результате:

1. из одного листа металла получается **44** секции вместо **32**
2. увеличивается производительность операции резки
3. снижаются отходы металла

Зубчатые секции вложенные друг в друга



Реализация идеи №1

Отходы металла снизились с **35,7 %** до **15,5 %**

Исходный раскрой листа

Новый раскрой листа

| TRUMPF SET-UP SCHEDULE GENERAL DATA | | ToPs 100 - SET-UP SCHEDULE / L2503E - 1 / P5678901 | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------|
| MACHINE: | L2503E (MAX. LASER POWER 1500 WATT) | L2503E (MAX. LASER POWER 1500 WATT) | L2503E (MAX. LASER POWER 1500 WATT) |
| CONTROL: | bosch | bosch | bosch |
| COMPANY: | Trumpf | Trumpf | Trumpf |
| JOB NAME: | 53780 | 56789 | 56789 |
| NC-PROGRAM NAME: | C:\USERS\53780_1.LST | C:\USERS\56789_1.LST | C:\USERS\56789_1.LST |
| PROGRAM NAME: | P5378001 () | P5678901 () | P5678901 () |
| MATERIAL (SHEET): | St37-15 (ST37) | St37-15 (ST37) | St37-15 (ST37) |
| MATERIAL (TT): | St37-15 (ST37) | St37-15 (ST37) | St37-15 (ST37) |
| STORAGE ITEM DESIGNATION: | | | |
| BLANK: | 2500.00 x 1000.00 x 1.50 mm | 2500.00 x 1000.00 x 1.50 mm | 2500.00 x 1000.00 x 1.50 mm |
| MINIMUM BLANK: | 2487.96 x 985.75 mm | 2490.07 x 992.08 mm | 2490.07 x 992.08 mm |
| GRAIN: | * | X | X |
| WEIGHT: | 29.63 kg | 29.63 kg | 29.63 kg |
| MACHINING TIME: | 0 : 21 : 38 [h:min:s] | 0 : 33 : 47 [h:min:s] | 0 : 33 : 47 [h:min:s] |
| STORAGE REQUIREMENT: | 17035 CHARACTERS | 257791 CHARACTERS | 257791 CHARACTERS |
| TOTAL CUTTING LENGTH: | 113585 mm | 116478 mm | 116478 mm |
| NUMBER OF PROGRAMME RUNS: | 1 | 1 | 1 |
| SCRAP: | 35.70 % | 15.50 % | 15.50 % |

Handwritten notes: 40.56.566. (top left), 47.1 Sec. Page 1 (top right)

User 21.03.2007 ToPs 100 V6.10.1 (top right of both tables)

Пример № 2 – Зубчатые секции ротора

**Итак, мы вырезали из одного листа
44 секции вместо 32!
Отличный результат!**

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

↓

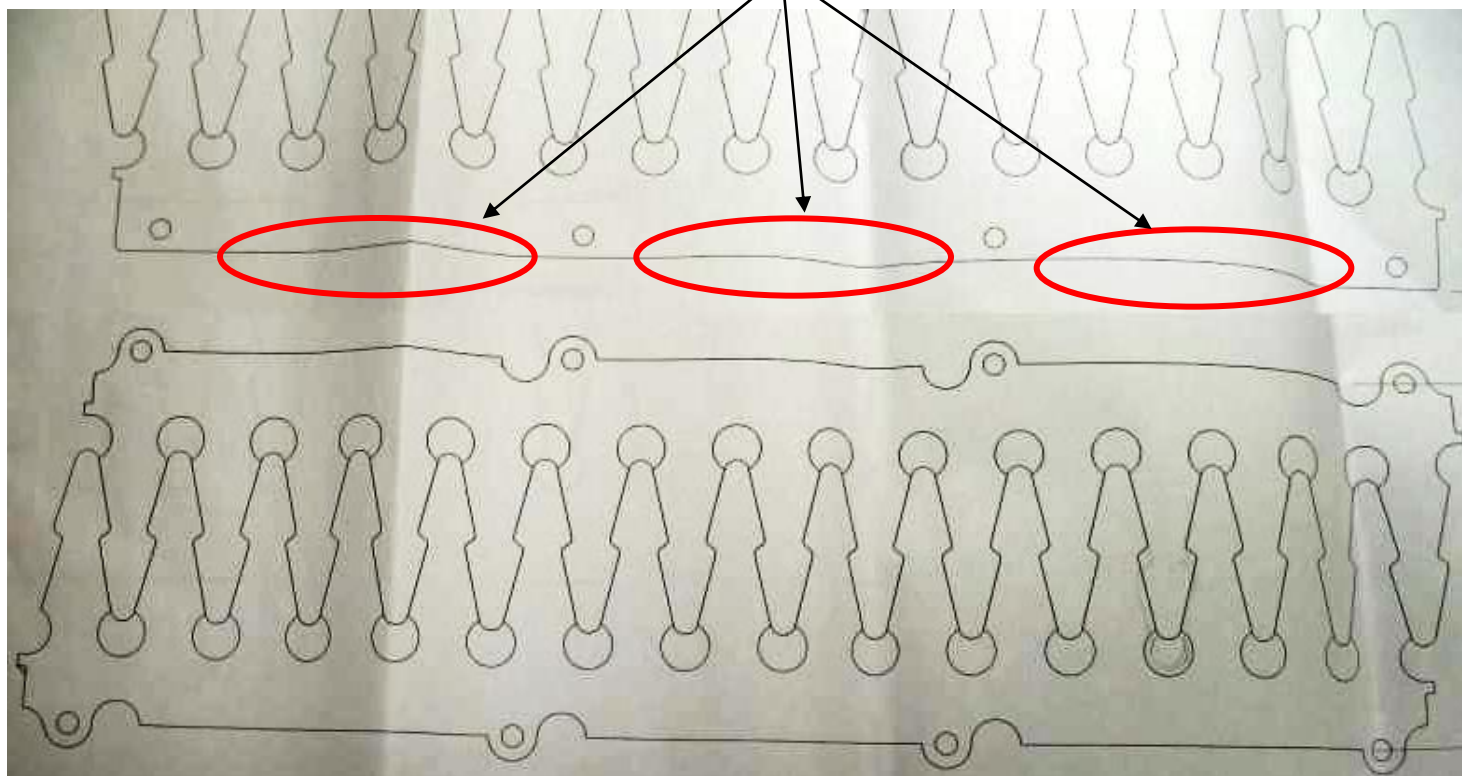
А можно еще?

Идея №2 – Изменить форму вспомогательных частей секций

Чтобы разместить больше секций на одном листе предложено изменить **форму вспомогательных частей** секции так, чтобы они тоже могли проникнуть друг в друга.

В результате из одного листа вместо **44** изготавливают **48** секций!

Вспомогательные части секции



Идея №2 – Изменить форму вспомогательных частей секций



Реализация идеи №2

В результате отходы металла снизились с **35,7 %** до **9,9 %**.
Время вырезки одной секции снизилось с **41** до **34** секунд.

Исходный раскрой листа

Новый раскрой листа

| TRUMPF SET-UP SCHEDULE GENERAL DATA | | New design | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|------------|--------|
| MACHINE: | L2503E (MAX. LASER POWER 1500 WATT) | | |
| CONTROL: | bosch | | |
| COMPANY: | Trumpf | | |
| JOB NAME: | 53780 | | |
| NC-PROGRAM NAME: | C:\USERS\53780_1.LST | | |
| PROGRAM NAME: | P5378001 () | | |
| MATERIAL (SHEET): | St37-15 (ST37) | | |
| MATERIAL (TT): | St37-15 (ST37) | | |
| STORAGE ITEM DESIGNATION: | | | |
| BLANK: | 2500.00 x 1000.00 x 1.50 mm | | |
| MINIMUM BLANK: | 2487.96 x 985.75 mm | | |
| GRAIN: | * | | |
| WEIGHT: | 29.63 kg | | |
| MACHINING TIME: | 0 : 21 : 38 [h:min:s] | | |
| STORAGE REQUIREMENT: | 17035 CHARACTERS | | |
| TOTAL CUTTING LENGTH: | 113585 mm | | |
| NUMBER OF PROGRAMME RUNS: | | | |
| SCRAP: | 35.70 % | | 9.90 % |

Handwritten annotations in red circles:

- 40.56.566.
- 33.56 SECONDS / EACH
- 35.70 %
- 9.90 %

Red arrow pointing from 35.70 % to 9.90 %.

Исходная и новая форма зубчатой секции

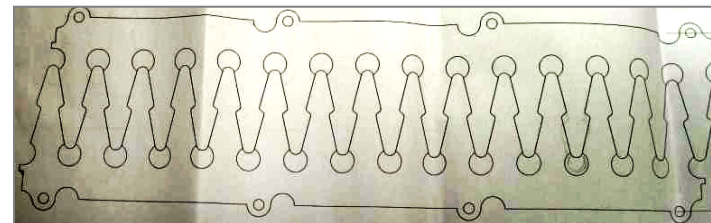
Исходная форма секции



32 секции из листа
Отходы - 35,7 %

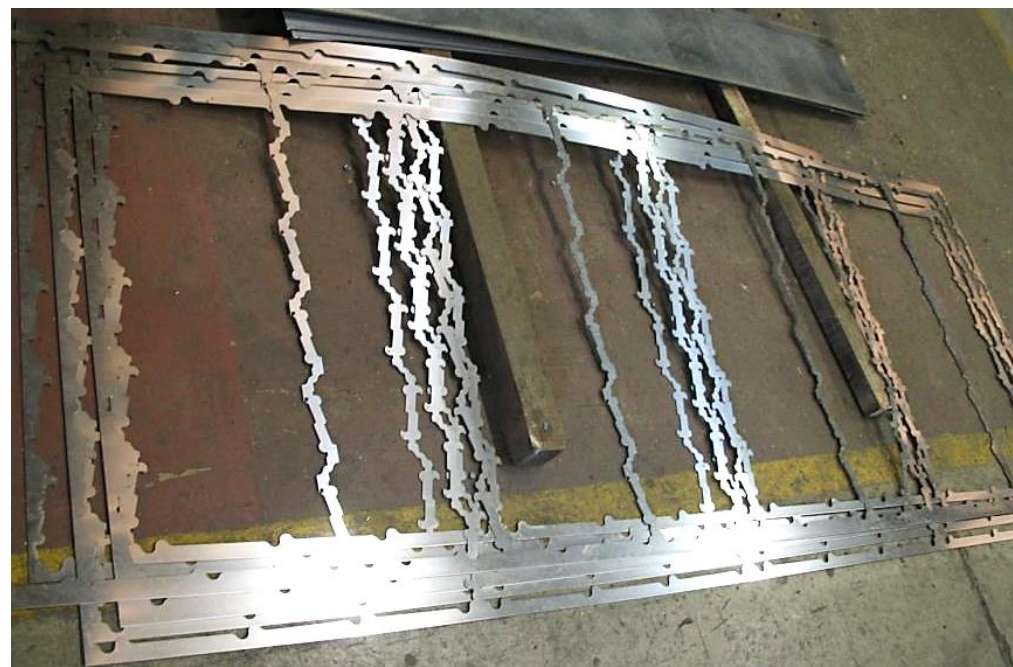


Новая форма секции

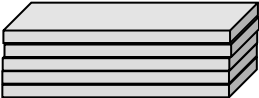

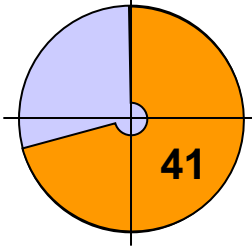
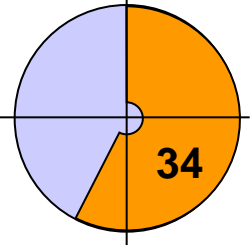




48 секций из листа
Отходы - 9,9 %

$\frac{\Phi}{3}$ const
↓



Исходная и новая форма зубчатой секции

| Сравнительные характеристики | Исходная форма секции | Новая форма секции |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Количество секций из 1-го листа (шт)</p> | <p>34 </p> | <p>48 </p> |
| <p>Время вырезки одной секции (секунды)</p> | <p> 41</p> | <p> 34</p> |
| <p>Отходы (% площади)</p> | <p>35,7 </p> | <p>9,9 </p> |

Заказчик – «ИНТЕКО-Агро», Москва, Российская Федерация.

Время выполнения работы – 2007.

Справка – ведущие сотрудники «ТРИЗ-профи»:

Скуратович А.И., e-mail: ais99@mail.ru.

Чуксин П.И., e-mail: chuksinpeter@mail.ru

Предложение внедрено.



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

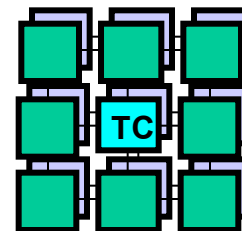
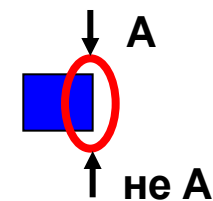
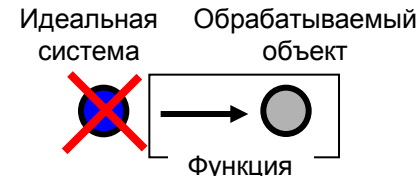
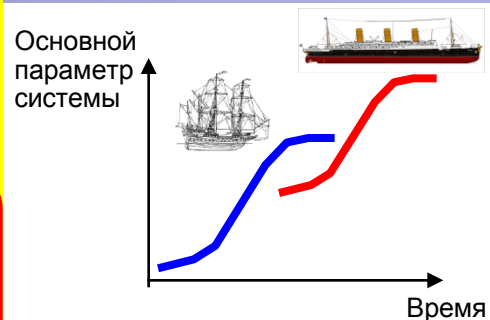
- Противоречие – это противоположные требования к одной части системы.
- Задача трудна, потому что содержит противоречие.
- Решить задачу – устранить противоречие.
- Системы развиваются через преодоление противоречий.
- Разные задачи, содержащие противоречия одного вида, могут быть разрешены путем применения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

4. Схема талантливого 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.



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.

Погрузка в контейнер погрузчика XJMC ZL50D



Достоинства:

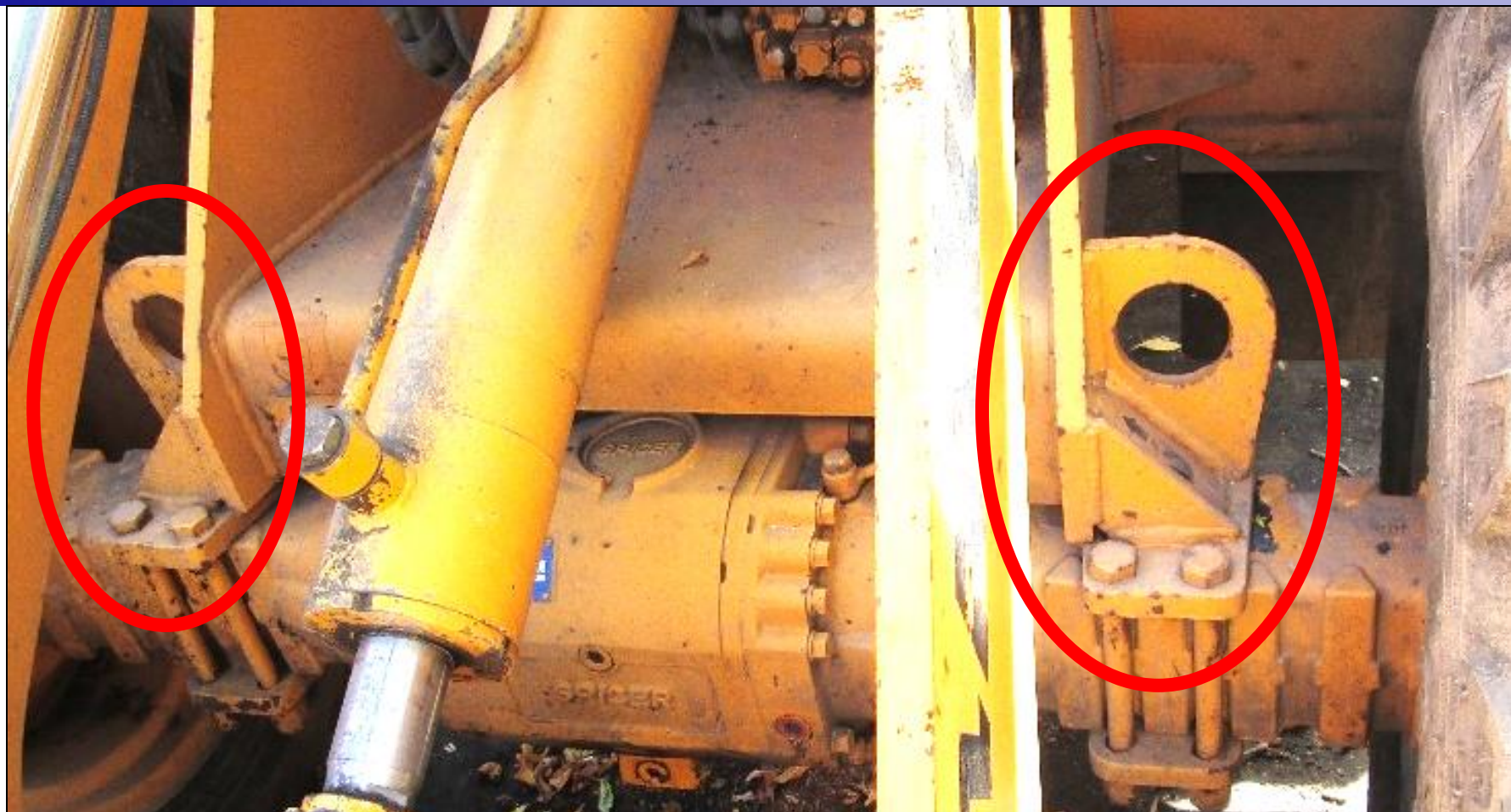
1. удобный и свободный доступ к ушам;
2. уши приварены к задней полураме без дополнительных промежуточных деталей.



Недостатки:

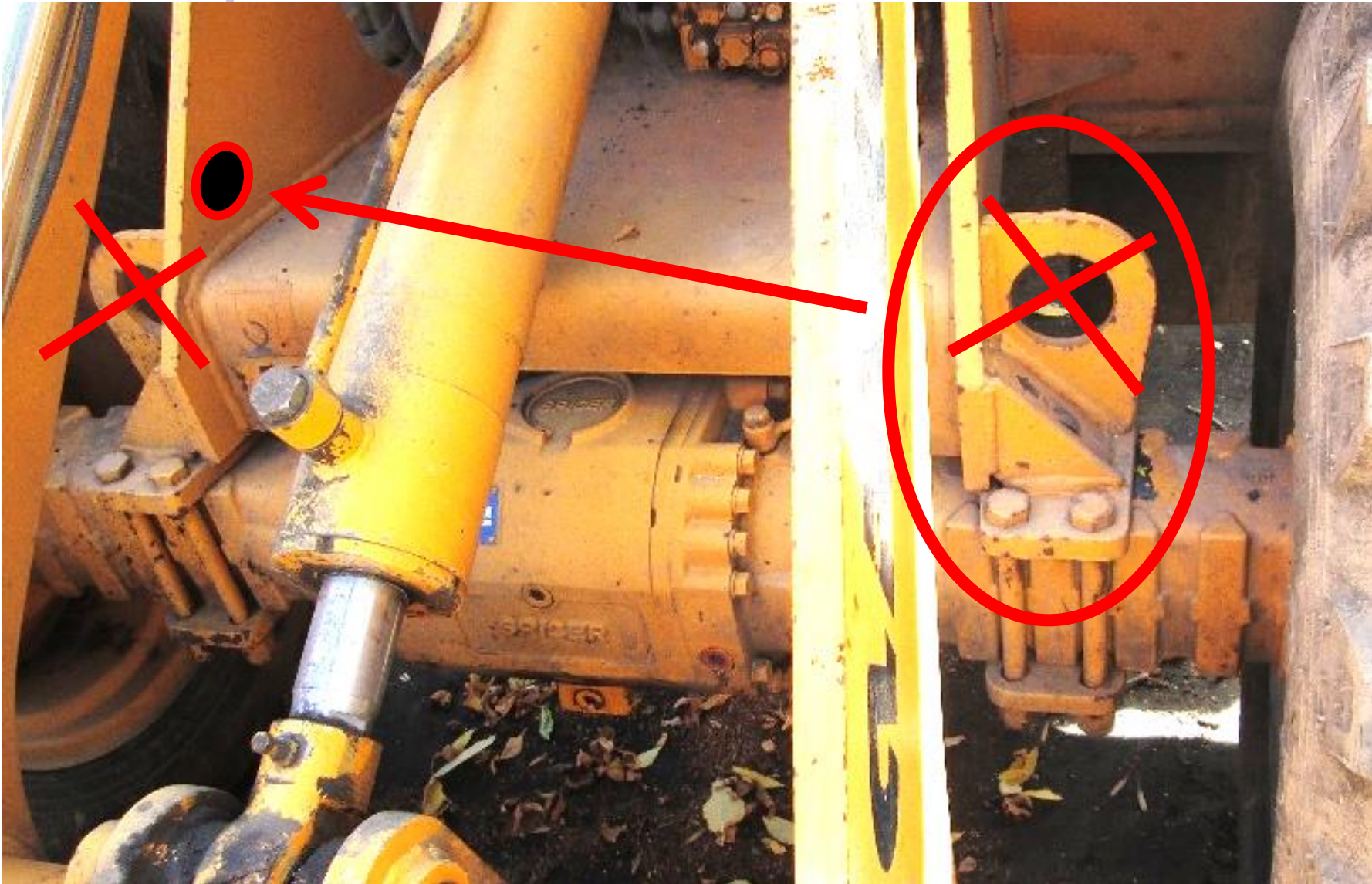
1. уши - отдельные детали, их надо изготавливать и приваривать;
2. для обеспечения свободного доступа к ушам в зоне их расположения нельзя размещать никакие другие узлы;
3. при подъёме погрузчика ленты (троса) трутся об облицовку погрузчика и могут нарушить её окраску.

Строповочные проушины Погрузчика



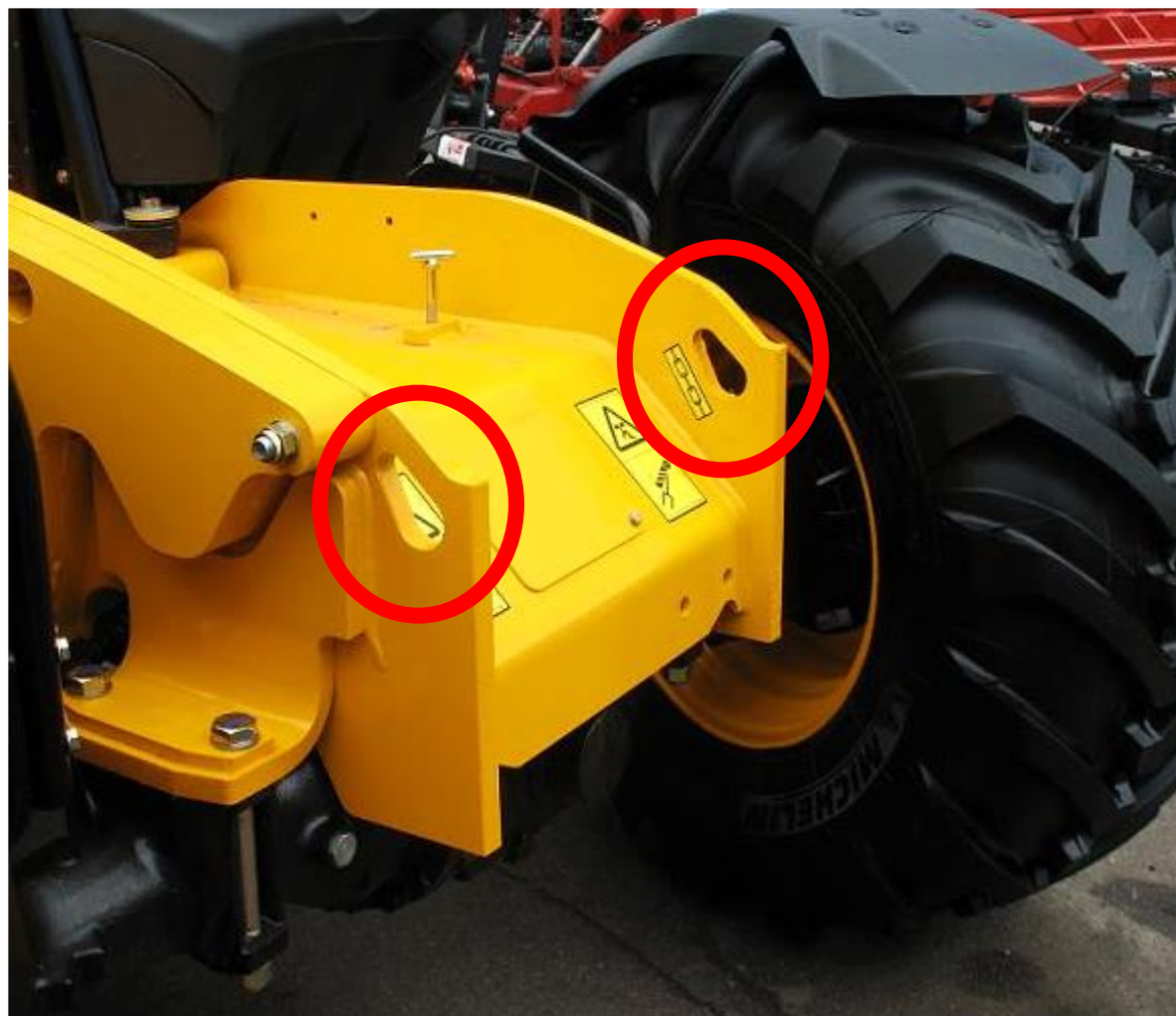
***Как могла бы выглядеть
идеальная проушина?***

«Идеальная» строповочная проушина



$\Phi \text{ const}$
3 ↓

Строповочные проушины



Погрузчик телескопический
JCB, Великобритания
БелАгро-2009

Φ const
3 ↓

Противовес выполняет функцию строповочных ушей



Строповочные уши погрузчика Hitachi ZW65



Достоинства:

1. удобный и свободный доступ к ушам;
2. уши вынесены к внешнему контуру машины, что снижает вероятность касания и трения тросов об облицовку машины;
3. уши не выступают за габариты машины;
4. ухо выполнено как часть противовеса, прикреплённого к раме – Уха нет, а его функция выполняется!
5. нет никаких дополнительных промежуточных деталей для крепления уха.

Задача - Как снизить себестоимость выхлопной трубы?



Выхлопная труба комбайна КЗС-1218

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.

Крышка + патрубок 16 деталей!

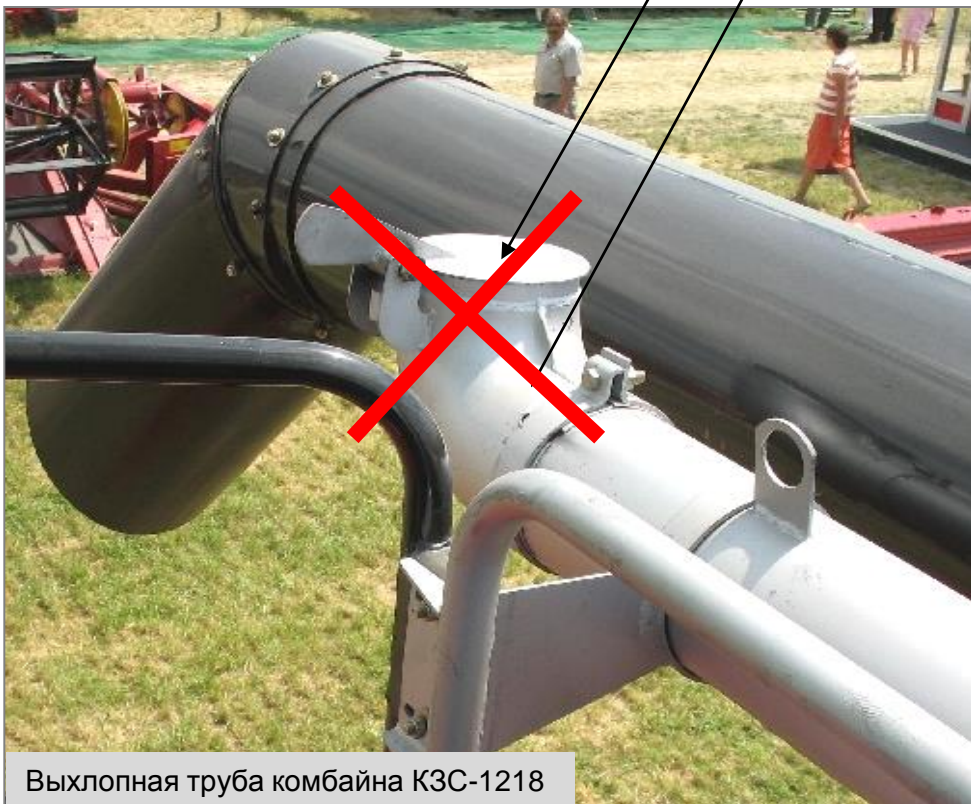
**Возможно ли упростить
их конструкцию и
снизить себестоимость?**

Каков образ идеальных Крышки и Патрубка?



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!

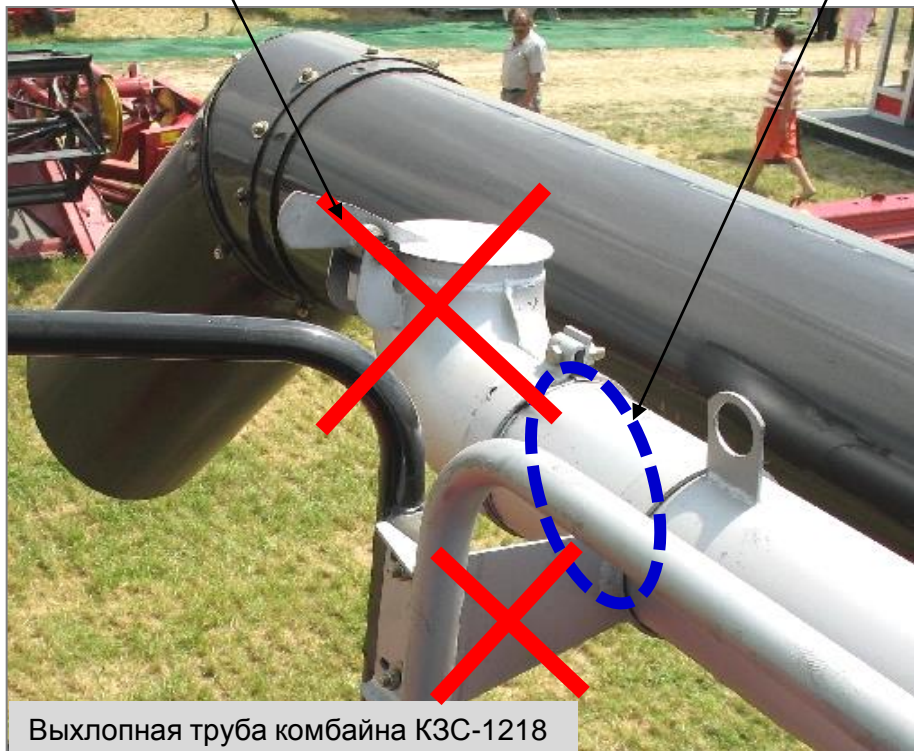
Возникла новая задача! –

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

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



Что такое ФСА?

Функционально-**С**тоимостной **А**нализ

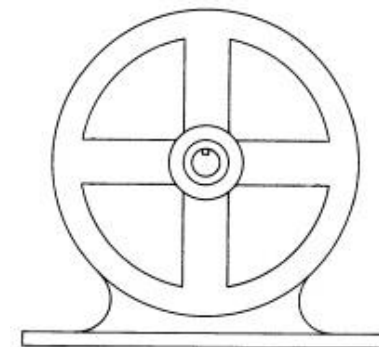
**Метод системного исследования функций объектов,
направленный на обеспечение потребительских
свойств объектов
и минимизацию затрат на их проявление
на всех этапах жизненного цикла**

***Функция – отвечает на вопрос:
Что объект делает?***

***Суть ФСА - выполнить функцию
с минимальными затратами***

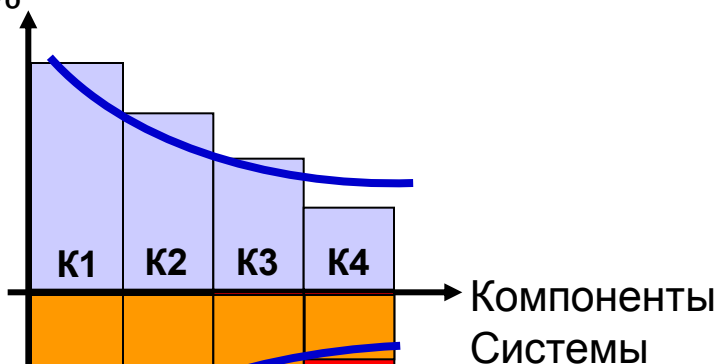
Основные идеи ФСА?

- Посмотри на исследуемый Объект как на Систему.
- Определи функции Системы и её компонентов - *Что они делают?*
- Определи сколько стоит каждая функция.
- **Удешеви компоненты с избыточным уровнем затрат.**
- **Устрани ненужные и вредные функции, дублирование функций.**
- **Найди более дешёвые способы выполнения функций.**



Электродвигатели:
- 4500 шт./год
- 4 экрана в каждом

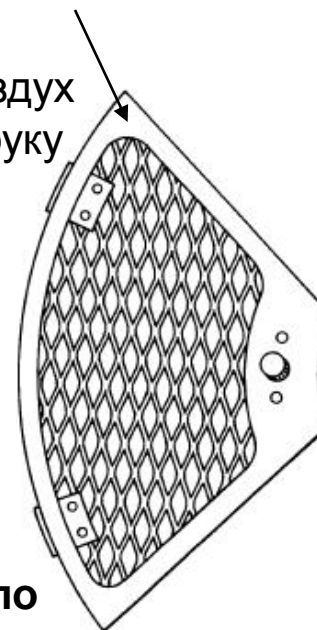
Функциональная
значимость %



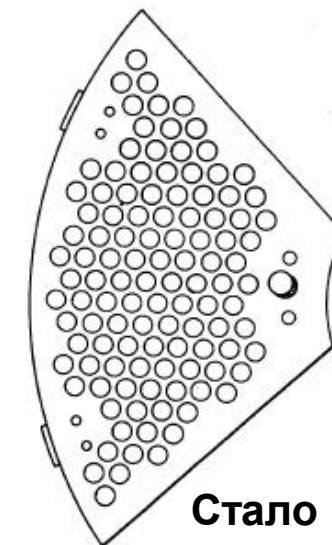
Экран электродвигателя

Функции:

- пропускать воздух
- задерживать руку (предметы)



Было



Стало

\$ 6.00



\$ 1.25

Lawrence D. Miles "Techniques of Value Analysis and Engineering"

Метод «ФСА+ТРИЗ» и его постулаты

Метод «ФСА+ТРИЗ» -

это метод технико-экономического исследования систем, направленный на оптимизацию соотношения между их потребительскими свойствами и затратами на проявление этих свойств.

Основные положения методики проведения функционально-стоимостного анализа:
Методические рекомендации. – М.: Информ-ФСА, 1991.

Постулаты метода «ФСА+ТРИЗ»:

- любой объект (процесс) рассматривается как система
- суть системы – её функции
- людям нужны функции, а не системы
- система может выполнять множество разных функций
- функцию можно выполнить разными способами и системами
- **идеальных систем нет, любую можно усовершенствовать!**

Правило «ФСА+ТРИЗ» №1:

Анализируется конкретная система в конкретных условиях.

Цели метода «ФСА+ТРИЗ»

1. **Повысить качество функционирования технической системы (ТС), не увеличивая затраты**

$$\frac{\Phi \uparrow}{Z \text{ const}} \quad (\Phi = \Phi_{\text{основные}} + \Phi_{\text{доп.}})$$

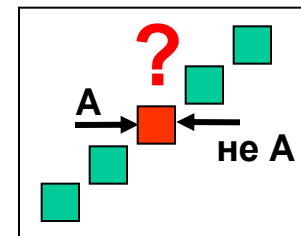
Улучшить качество выполнения главной функции системы или увеличить количество ее дополнительных полезных функций.

2. **Уменьшить затраты на изготовление и эксплуатацию ТС не ухудшая её функционирование**

$$\frac{\Phi \text{ const}}{Z \downarrow} \quad (Z = Z_{\text{необх.}} + \underbrace{Z_{\text{избыт.}}}_{\text{от 5 до 95\%}})$$

Все затраты можно разделить на необходимые и избыточные. Избыточные затраты составляют от 5 до 95 % всех затрат. Чтобы найти 95% избыточных затрат, необходимо применять специальные методы анализа.

3. **Устранить «узкие места» – решить отдельные «трудные» задачи по запросу компании**



Адаптер для фронтальных погрузчиков грузоподъемностью 3, 4 и 5 тонн



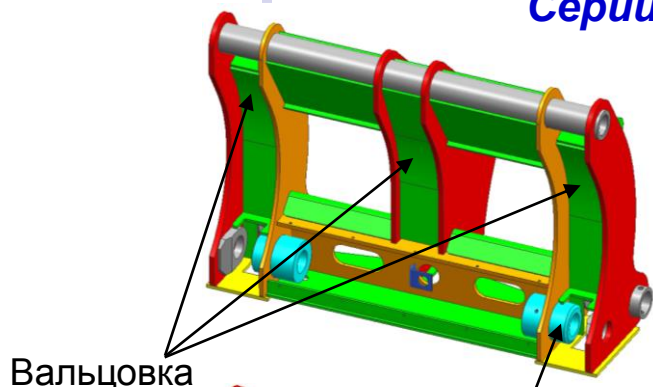
Цель – снизить себестоимость и
массу Адаптера без ухудшения его
функциональных характеристик

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

Снижение себестоимости и массы Адаптера без ухудшения его функциональных характеристик

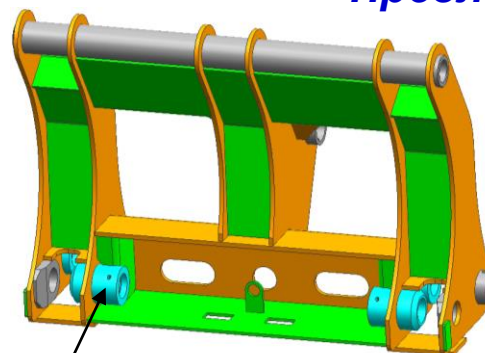
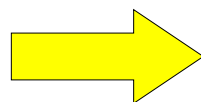
Серийный

Предлагаемый



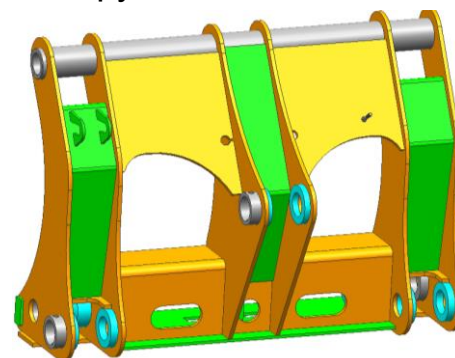
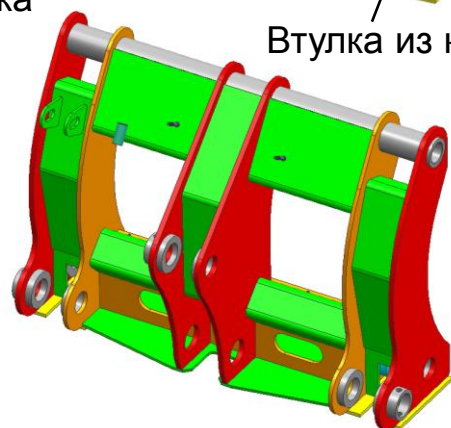
Вальцовка

Втулка из круга 130



Втулка из трубы 114x28

- -Лист 16
- -Лист 12
- -Лист 10
- -Лист 8
- -Круг 130/труба
- -Лист 5
- -Бобышки

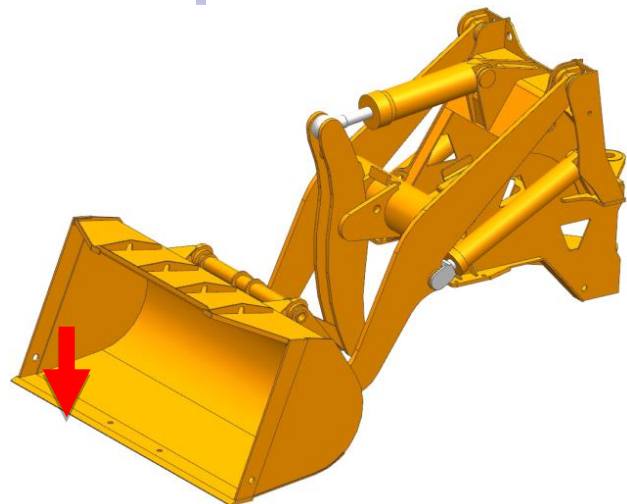


| Параметры | Серийный | Предложено |
|------------------------------------------|-------------------|------------------------------|
| Масса, кг (сварочного узла / в сборе) | 349 / 388 | 305 / 340 (на 48 кг меньше) |
| Количество деталей, шт | 36 | 35 |
| Номенклатура листового проката, шт. (мм) | 5 (5, 8,10,12,16) | 2 (8,12) |
| Максимальные напряжения, МПа | 620 | 370 |
| Себестоимость, руб. | 1053,7 | 946,5 (на 11% меньше) |

$\Phi const$
3↓

На 107,2 руб. меньше

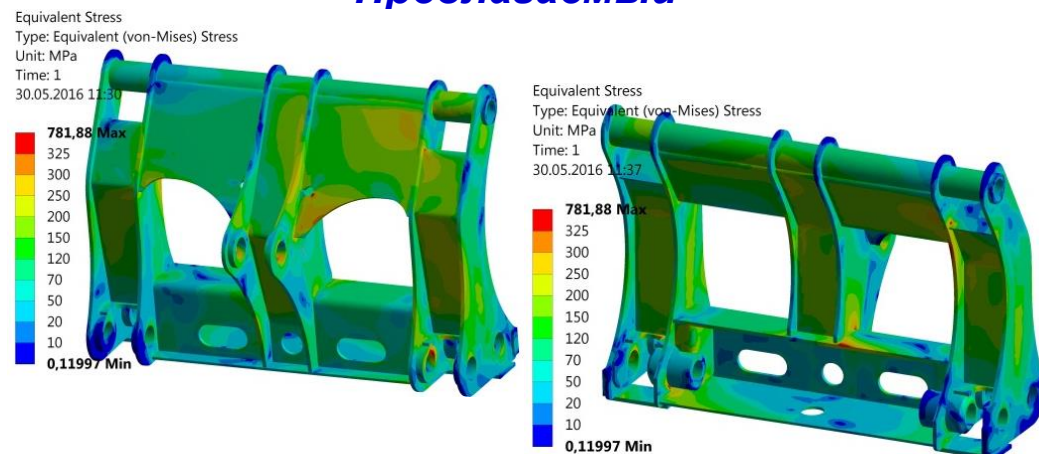
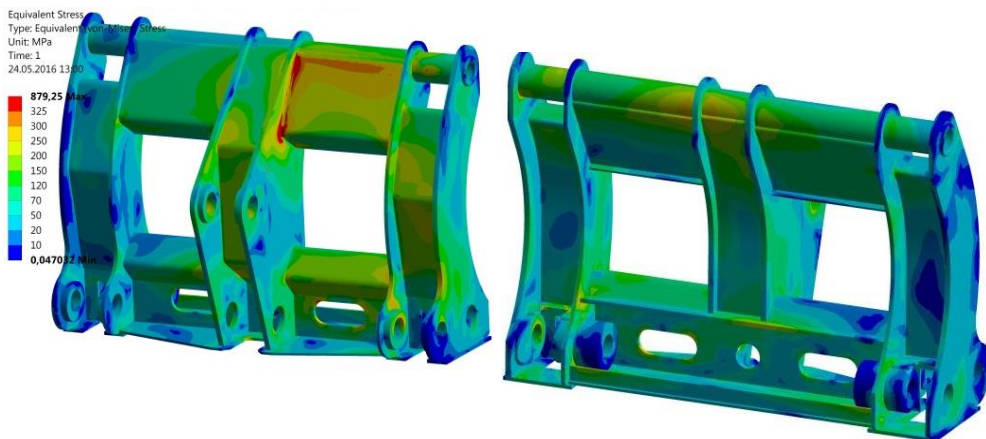
Компьютерное моделирование помогает оптимизировать и испытывать конструкцию



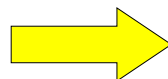
*Расчетная схема нагружения нового Адаптера.
Статический случай нагружения на край ковша.
Усилие реализованное ковшевым гидроцилиндром.*

Серийный

Предлагаемый



Максимальные напряжения 620 МПа

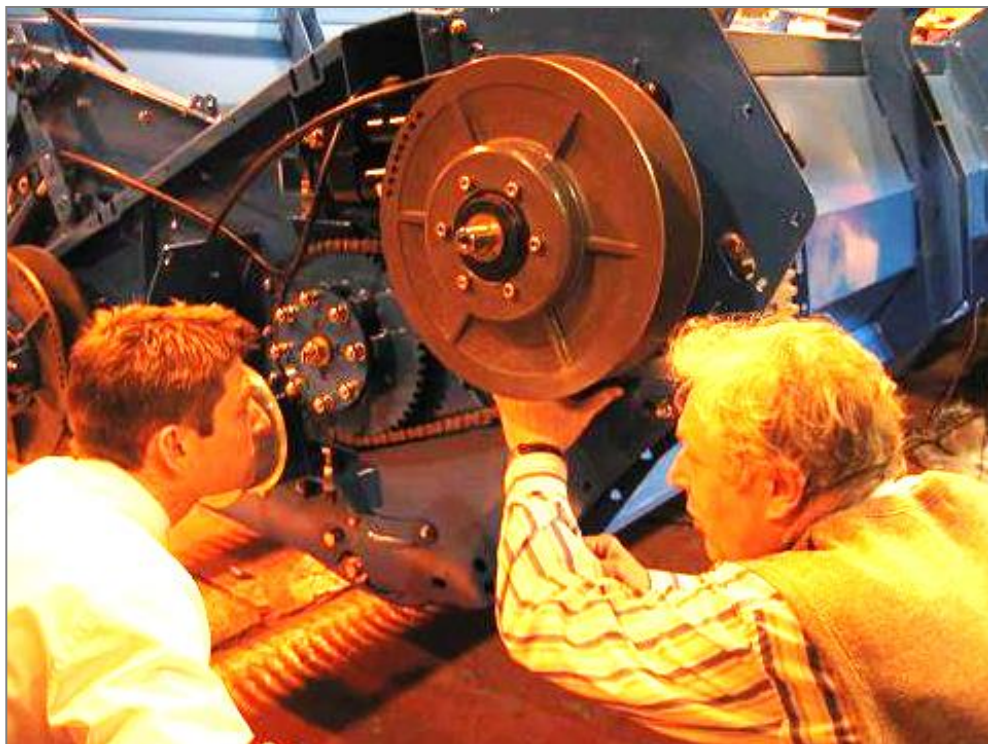


Максимальные напряжения 370 МПа

Предложенная конструкция Адаптера успешно прошла испытания и устанавливается на новые погрузчики



Рад ответить на ваши вопросы.



***Работая вместе
и используя
Target Costing, ФСА и 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.

е-mail: ais99@mail.ru

моб. тел.: +374-29 554-05-65 (МТС)

Литература по ТРИЗ и ФСА

1. <http://www.altshuller.ru> – официальный сайт первого разработчика ТРИЗ-РТВ-ТРТЛ Г.С.Альтшуллера
2. Альтшуллер Г.С. Как научиться изобретать. Тамбов: Тамбовское книжное изд, 1961.
3. Альтшуллер Г.С. Основы изобретательства. 1964.
4. Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения. М.: Изд. "Московский рабочий". 2-е издание - 1973 г.
5. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. М.: Сов.радио, 1979.
6. Альтов Г. И тут появился изобретатель. 3-е изд., перераб. и доп. М: Дет. лит., 1989.
7. Альтшуллер Г. С., Верткин И. М. Как стать гением: Жизненная стратегия творческой личности. Мн.: Беларусь, 1994.
8. Альтшуллер Г.С. Найти идею: Введение в ТРИЗ - теорию решения изобретательских задач. Альпина Бизнес Букс, 2007.
9. Альтшуллер Г.С., Злотин Б.Л., Зусман А.В., Филатов В.И. Профессия - поиск нового (Функционально-стоимостной анализ и ТРИЗ как система выявления резервов экономики). Кишинев: Картя Молдовеняске, 1985.
10. Альтшуллер Г.С., Злотин Б.Л., Зусман А.В., Филатов В.И. Поиск новых идей: от озарения к технологии. (Теория и практика решения изобретательских задач). Кишинев: Картя Молдовеняске, 1989.
11. Герасимов В.М., Литвин С.С. Учет закономерностей развития техники при проведении функционально-стоимостного анализа технологических процессов. // Практика проведения функционально-стоимостного анализа в электротехнической промышленности. М.: Энергоатомиздат, 1987. С.193-210.
12. Герасимов В.М., Калиш В.С., Карпунин М.Г., Кузьмин А.М., Литвин С.С. Основные положения методики проведения функционально-стоимостного анализа: Методические рекомендации. М.: Информ-ФСА, 1991.
13. Соболев Ю.М. Конструктор и экономика: ФСА для конструктора. Пермь 1987.
14. Соболев Ю.М. Метод поэлементного анализа. <http://www.metodolog.ru/00291/00291.html>.
15. Дерзкие формулы творчества. В серии "Техника - молодежь - творчество". Петрозаводск: Карелия, 1987.
16. Нить в лабиринте. В серии "Техника - молодежь - творчество". Петрозаводск: Карелия, 1988.
17. Правила игры без правил. В серии "Техника - молодежь - творчество". Петрозаводск: Карелия, 1989.
18. Шанс на приключение. В серии "Техника - молодежь - творчество". Петрозаводск: Карелия, 1991.