

Глебов И.Т. Методы научно-технического творчества. Презентация

Учебно-наглядное издание

Дано понятие творчества, показаны виды и содержание различных видов творчества, показаны особенности использования видов творчества: разрешения технических противоречий, мозгового штурма, морфологического анализа, АРИЗ-85, стандартов, эвристических приемов. Рассмотрены примеры решения задач. Показаны методы подготовки альтернативных вариантов и поиска наилучшего, рационального варианта.

Ключевые слова: творчество, типы творчества, техническое противоречие, метод стандартов, метод эвристических приемов.

Объем 56 слайдов

Екатеринбург, 2017

Методы научно- технического творчества

Проф. И.Т. Глебов

Творчество

- Понятие "творчество" очень широкое. Творческим можно назвать труд артиста, инженера, поэта, рабочего, сыщика и других специалистов, но только в том случае, если метод решаемых ими задач неизвестен. Поиск метода решения изобретательской задачи - тоже творчество. Но если путь решения четко обговорен, составлены правила, методика решения и свернуть с этого пути некуда, то это уже не творчество.
- **Творчество - это деятельность человека, направленная на постановку новой задачи, получение новых результатов при ее решении, приближающая исследователя к Великой Достойной Цели.**

Типы творчества

- И. М. Верткин делит творчество на три типа.
- ***В первом типе творчества*** применяется известное решение задачи к известной проблеме.
- **Пример.** Разработать станок для продольного пиления древесины. Проблема старая, известны и способы ее решения. Для продольного пиления применяют станки ленточнопильные, круглопильные, лесопильные рамы, шпалопильные. Новизна творческого труда сводится к созданию конкретной конструкции с новыми технико-экономическими показателями.
- Это творчество наиболее благоприятное, отвечает потребностям дня, эти проекты благожелательно принимаются на производстве. Это творчество не ломает традиционных отношений, оно понятно всем, бесконфликтно, не вызывает трений между творцом и обществом.

Второй тип творчества

- Применяется известное решение задачи по новому назначению, или находится новое решение старой задачи. Например, клей БФ-6 обычно применяют для склеивания деталей, а в медицине его стали использовать по новому назначению - для заживления ран.
- Пример: мебельные щиты облицовывают строганым шпоном или бумажно-слоистым пластиком. В последнее время эта задача решается по-новому с применением рулонных поливинилхлоридных пленок или пленок на основе пропитанных синтетическими смолами бумаг.

Третий тип творчества

- Ставятся и решаются принципиально новые задачи. Это такие задачи, которыми занимались, например, К. Э. Циолковский, Н. Е. Жуковский, С. П. Королев. Такое творчество работает на далекое завтра, оно совсем непонятно современникам и иногда считается даже вредным.

Техническая система

1.1. Генезис теории проектирования

К 1970 г. в мировой практике сложилось два подхода: отечественный, названный **комплексным подходом**, и американский, названный **системным подходом**.

Комплексный подход базируется на диалектическом материализме и требует объективного, конкретного и всестороннего (комплексного) исследования объекта. *Системный подход* рассматривает объект исследования как систему, а процесс исследования – системным.

Оба подхода в отечественной практике считаются эквивалентными.

Кибернетический подход. Это универсальный подход проектирования современной техники, который включает в себя системный подход, эволюционный и управленческий подходы.

С позиций инженерно-кибернетического подхода объекты техники рассматриваются как технические системы, которые эволюционно развиваются и преобразуются путем управленческого воздействия на них.

Понятие технической системы

Техническим объектом называют созданные человеком реально существующие устройство, способ, материал, предназначенные для удовлетворения определенных потребностей.

Потребность – это физиологическое или психологическое ощущение недостатка чего-либо.

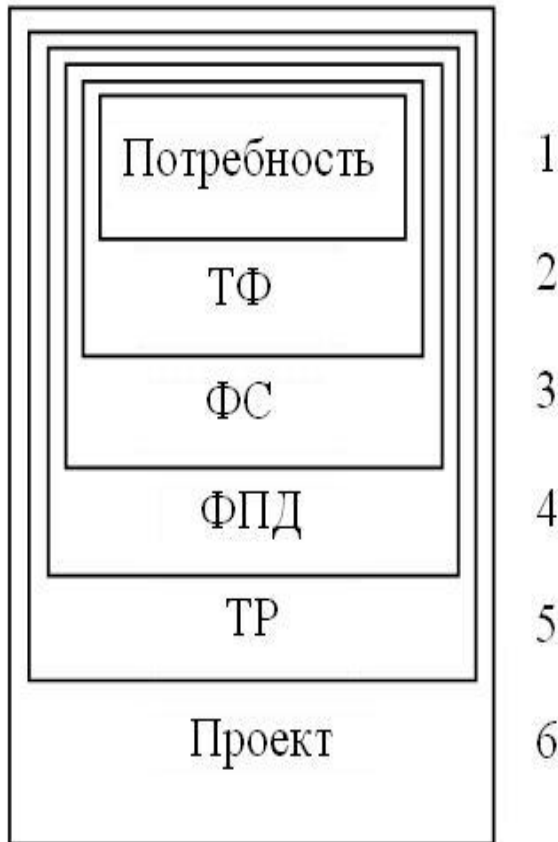
Техническая система – это совокупность взаимосвязанных элементов технического объекта, объединенных для выполнения определенной функции, обладающая при этом свойствами, не сводящимися к сумме свойств отдельных элементов.

Элементы, образующие техническую систему, только относительно неделимые части целого. Поэтому в каждой системе можно выделить подсистему и надсистему.

Например, по отношению к системе «станок круглопильный» его часть «пильный вал» будет подсистемой, а «деревообрабатывающий цех» с множеством станков – надсистемой.

Система дерево: подсистемы - ствол, ветви, корни, кора...: надсистема: лес.
Система лес: подсистемы – деревья, кустарники, мхи, животный мир; надсистема – биосфера.

Иерархия уровней ТС



- **Техническая функция (ТФ).** Она распознается по способу физического превращения, входного потока вещества, энергии в выходной поток. Техническая функция позволяет ответить на вопросы что, как, во что преобразуются входные потоки.
- **Функциональная структура (ФС)**– показывает как при одном и том же составе элементов, но при различном их взаимодействии меняются способности системы, ее функции.
- **Физический принцип действия (ФПД)** – показывает на базе каких законов действует система.
- Конструктивное оформление ФПД или ФС представляет **техническое решение (ТР)** системы.
- Завершающей стадией разработки технической системы является **проект (П)**. В нем указывают значения параметров системы и ее элементов, а также приводят информацию для изготовления и

Идеал технических систем

- ***Идеальная техническая система та, которой как бы нет, а функции ее выполняются в полном объеме сами по себе.***
Принято считать систему идеальной, если она имеет одно или несколько из следующих свойств:
- 1. Размеры системы приближаются или совпадают с размерами обрабатываемого или транспортируемого объекта.
- 2. Масса и размеры технической системы должны приближаться к нулю.
- 3. Время обработки объекта стремится или равно нулю (результат получается сразу или мгновенно).
- 4. КПД идеальной системы стремится к единице, а расход энергии – к нулю.
- 5. Все части идеальной системы выполняют без простоев полезную работу в полной мере своих расчетных возможностей.
- 6. Система функционирует бесконечно длительное время без простоев и ремонта.
- 7. Система функционирует без участия человека.
- 8. Идеальная система не оказывает вредного влияния на человека и окружающую среду.

Подготовка вариантов проектных решений

- **Формальный подбор вариантов.**
- **Пример.** Требуется подготовить возможные варианты устройства для распиловки лесоматериалов на доски.
- Основные требования:
 - минимум энергопотребления;
 - максимальная производительность;
 - максимальный выход пиломатериалов;
 - минимальная металлоемкость;
 - надежность, безотказность в работе.
- **Решение.** Можно предложить четыре варианта установок: лесопильную раму, ленточнопильный станок вертикальный, ленточнопильный станок горизонтальный, круглопильный станок.
- В таком решении разнообразие альтернативных вариантов наблюдается только на уровне систем.
- Подсистемы не задействованы, поэтому сильных решений не будет.

Противоречия в технических системах

Электронный архив УГТУ

- **1. Потребность и противоречие**
- "Нет худа без добра и добра без худа". В этой поговорке показана диалектическая, противоречивая природа нашего мира. Объекты техники, как и весь мир, развиваются по закону единства и борьбы противоположностей, а само развитие выглядит как процесс зарождения, обострения и разрешения противоречий.
- При возникновении новой потребности социально-техническое противоречие возникает сразу. Потребность есть, а средства для ее удовлетворения нет. Давно у людей возникла потребность побывать на Луне, Марсе, но необходимых для этого технических средств нет.
- Например, возникла потребность улучшить качество обработанной поверхности на деревообрабатывающем фрезерном станке.

Вывод

- Технические системы создаются человеком для удовлетворения своих потребностей. Развитие технических систем выглядит как процесс зарождения, обострения и разрешения противоречий, при котором наблюдается улучшение и ухудшение некоторых параметров объекта.
- ***Единство улучшения и ухудшения сторон технической системы, единство положительного и нежелательного эффектов при изменении части системы, называется техническим противоречием.***
- ***Технические системы рождаются, живут и умирают с техническими противоречиями.***
- Для выявления технического противоречия (ТП) надо установить, как связаны между собой положительный эффект (ПЭ) и нежелательный эффект (НЭ)

Выявление и разрешение технических противоречий

Технические противоречия выявляют при анализе технической системы по методике Н.П. Колчева в следующем порядке.

1. Описать ТС – название, назначение, состав.
2. Описать среду, взаимодействующую с ТС.
3. Выявить основной недостаток ТС (НЭ– 1) .
4. Описать обычный (очевидный) способ устранения (СУ) недостатка.
5. Определить НЭ–2 , который возникает при применении очевидного СУ для НЭ–1 по п.4.
6. Сформулировать ТП–1 по схеме: "Если использовать СУ по п. 4, то устраняется НЭ–1, но при этом возникает НЭ–2 по п. 5".
7. Сформулировать ТП–2 по схеме: "Если создать состояние, противоположное состоянию по п. 4, то НЭ–1 не устраняется, но и не возникает НЭ–2".

Рассмотрим метод анализа на примере.

Пример 1 Способ подготовки раствора

- Известен способ подготовки водного раствора вещества В в кипящей воде.
- Недостаток: возможно попадание кипящей воды на руки оператора.
- Очевидный способ устранения недостатка: добавить в кипяток 50 г холодной воды.
- Недостаток новой системы: понизилась скорость растворения вещества, понизилась производительность процесса.
- ТП-1: если вещество В растворять в крутом кипятке, то производительность процесса высокая, но повышена опасность получения травмы.
- ТП-2: если температуру воды понизить, то опасность получения травмы понизится, но и производительность процесса понижается.

Пример 2. Актальный зал

Вдоль его стен установлены отопительные батареи. Кресла поставлены вплотную к батареям, из-за чего людям жарко, неуютно. Как быть?

1. Актальный зал имеет окна, раздвижные шторы, систему отопления, кресла, сцену с киноэкраном.
2. С технической системой взаимодействует воздух.
3. Недостаток технической системы НЭ-1: в зимнее время батареи горячие, из-за чего сидящим возле батарей людям жарко, неуютно.
4. Очевидный способ устранения недостатка СУ: удалить батареи из актального зала.
5. Новый нежелательный эффект НЭ-2, который возникает при применении предложенного способа устранения СУ: в зимнее время в актальном зале становится холодно.

ТП-1: если в зале установить батареи отопления, то в зале становится тепло, но сидящим рядом с батареями жарко, неуютно.

ТП-2: если из зала удалить батареи, то зимой во всем зале становится холодно.

В решении задачи должны участвовать оба технических противоречия, но как-то необычным образом. Подсказка получена, надо приложить усилие, чтобы найти решение.

Решение. Нагревательные батареи удалить из актального зала и смонтировать в подвале, а теплый воздух от них вентилятором нагнетать в зал.

РАСРИЛЛОВКА БРЕВЕН НА ЛЕСОПИЛЬНОЙ РАМЕ

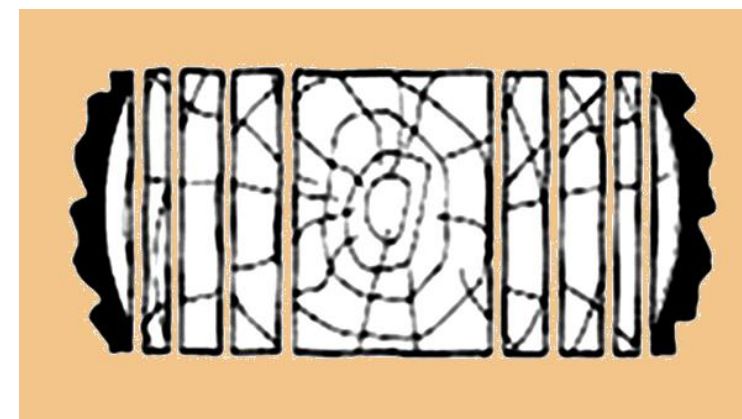
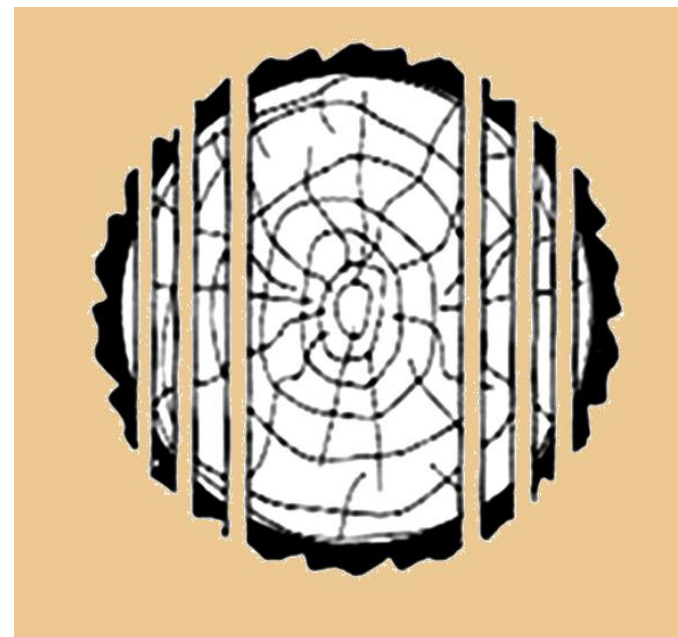
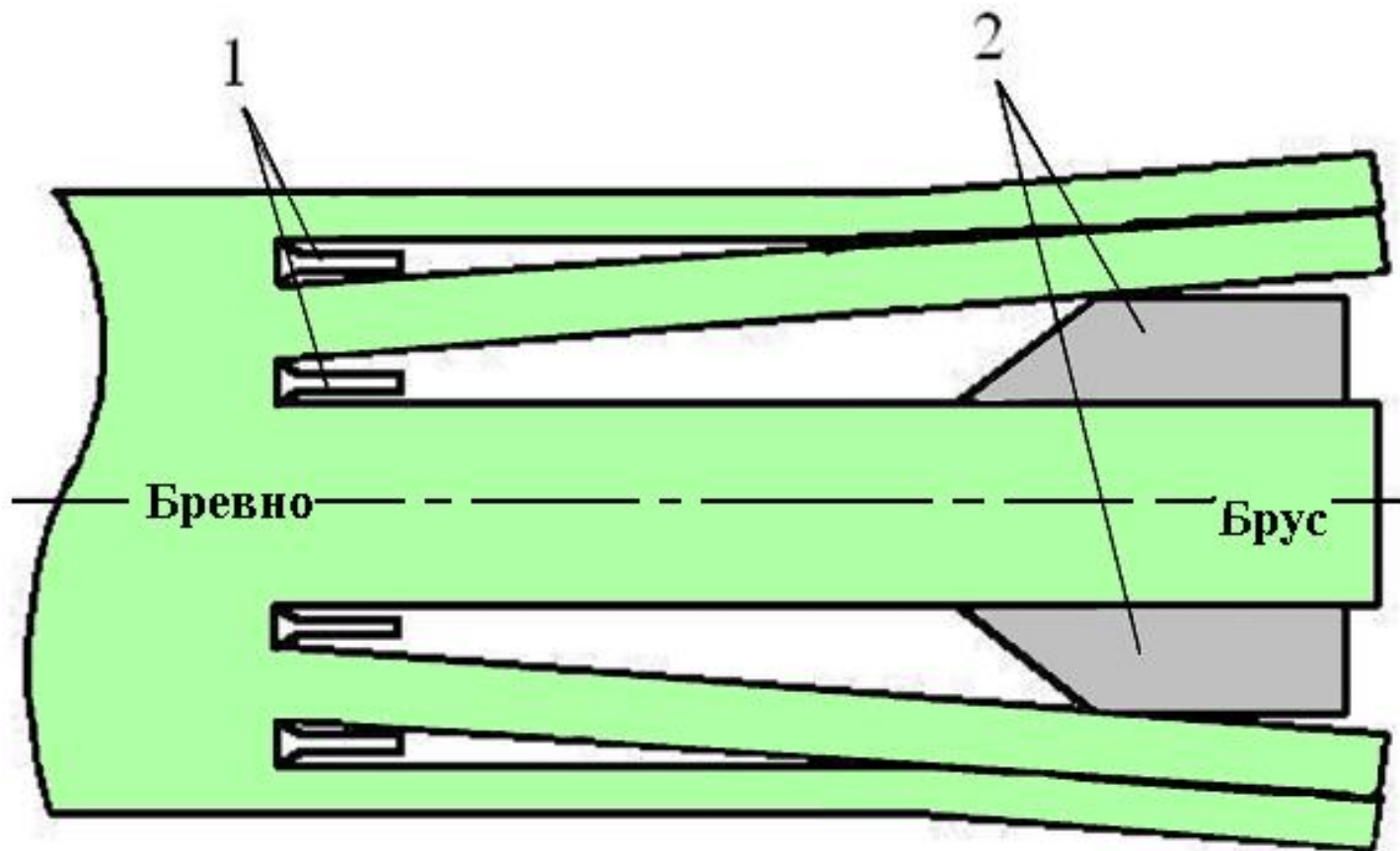


Схема работы направляющего ножевого аппарата



1 – пилы; 2 – направляющие ножи

Ситуация

На лесопильной раме распиливаются бревна с брусочкой. Ножевой аппарат включает два ножа с размерами примерно $10 \times 300 \times 800$ мм. При работе ножи 2 попадают в пропилы, образуемые пилами 1, и выпиливается брус оказывается зажатым между ножами 2.

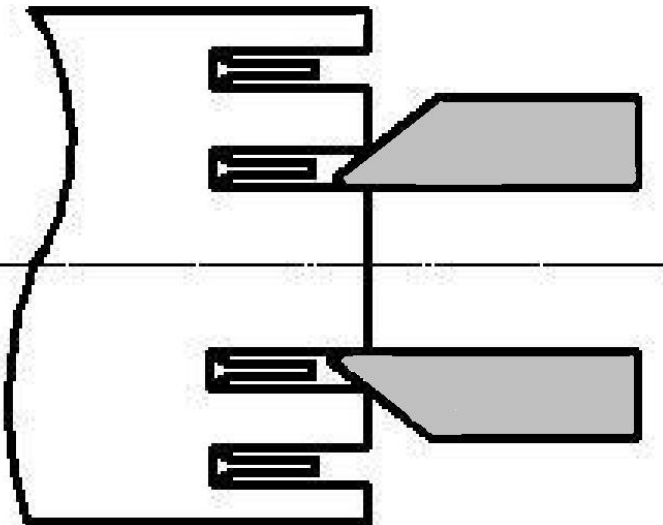
Однако часто ножи не попадают в пропилы, подачу бревна в лесопильную раму приходится прекращать и вручную заводят ножи в пропилы. Как быть? Проведем анализ.

1. Ножевой аппарат для базирования распиливаемого бревна на лесопильной раме включает неподвижную раму и два ножа.
2. Нежелательный эффект НЭ–1: ножи не попадают в пропилы.
3. Простейший способ устранения недостатка НЭ-1: ножи подвинуть как можно ближе к пилам.
4. Ножи толщиной 10 мм будут входить в пропил шириной 4 мм. При отгибе досок (плечо равно ширине пилы) возникает большое давление досок на ножи, увеличивается сила трения ножей в пропилах, что негативно повлияет на прочность конструкции и мощность привода подачи.

Запишем сущность технических противоречий (ТП).

5. ТП–1: если ножи подвинуть ближе к пилам, то они будут попадать в пропилы, но увеличатся силы трения на ножах.
6. ТП–2: если ножи отодвинуть дальше от пил, то силы трения значительно уменьшатся, но ножи не будут попадать в пропилы.

Технические противоречия



ТП-1

Для каждого распиливаемого бревна надо ножи сначала подвести ближе к пилам, чтобы они вошли в пропилы, а затем отодвинуть по ходу движения бревна на допустимую величину до упора.

ТП-2

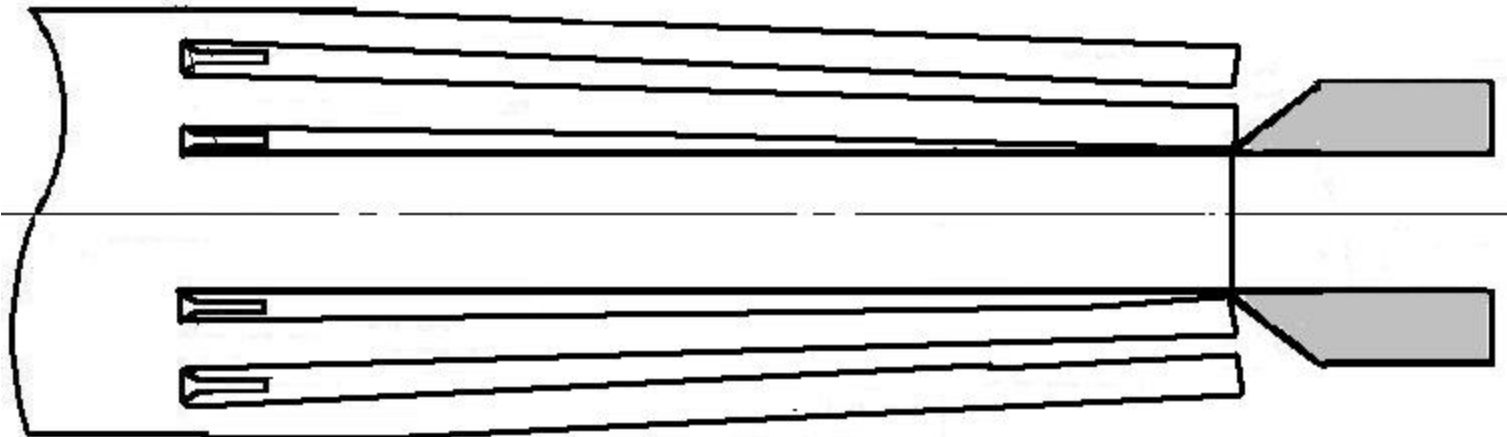
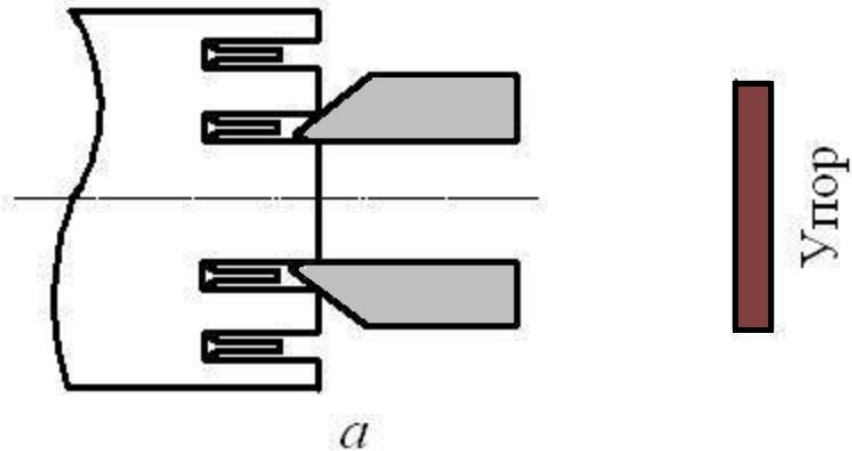
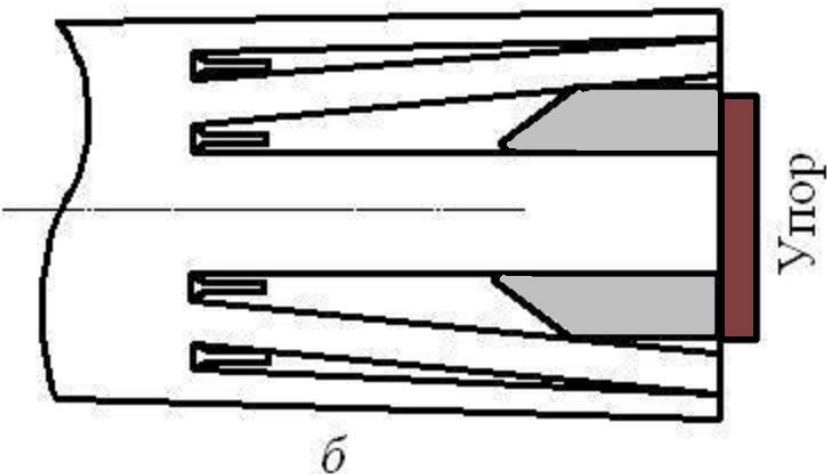


Схема работы нового ножевого аппарата

Электронный архив УГЛТУ

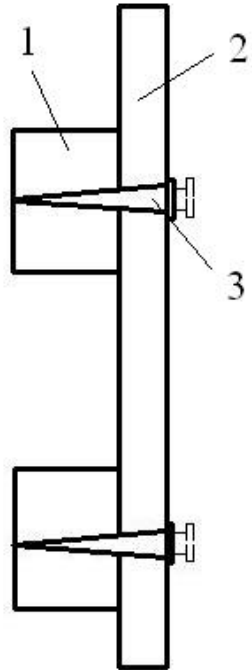


- **a** – момент входа
• ножей в
пропилы;



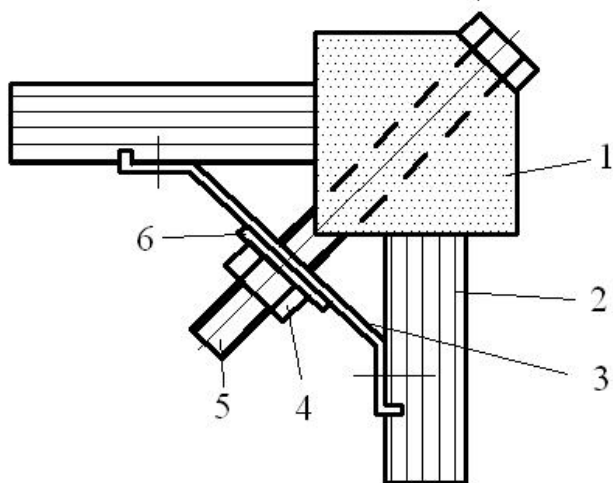
- **б** – рабочее
положение
• ножей.

Пример 4. Сборка-разборка забора



- 6. ТП-1: если доски плотно прижать шляпками гвоздей к брускам, то забор получается красивым, но при его разборке гвозди трудно зацепить гвоздодером.
- 7. ТП-2: если шляпки гвоздей оставлять с зазором над поверхностью досок, то при разборке гвозди легко захватываются гвоздодером, на забор получается не плотный, не красивый.

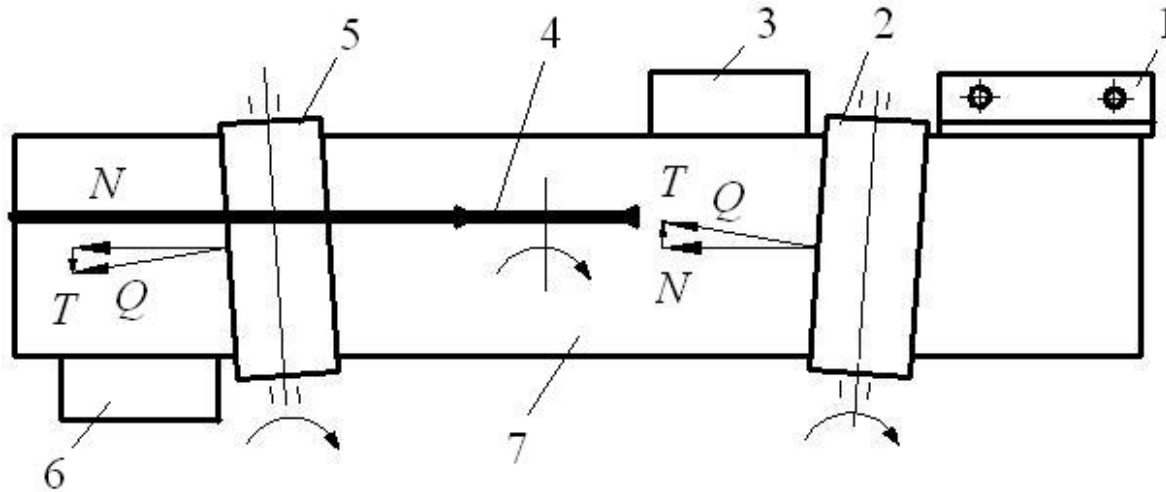
Пример 5. Устройство для фиксации ножек стола



- ТП-1: если в винтовом соединении ножки с царгой нет эластичного элемента, то конструкция соединения проста, но стол бывает неустойчив и разрушается древесина ножки;
- ТП-2: если в винтовом соединении ножки с царгой поместить эластичный элемент, то конструкция соединения усложняется, но стол становится устойчивым и древесина ножки не разрушается.

Предлагается в качестве эластичного элемента использовать, например, резиновую шайбу или винтовую пружину, работающую на сжатие. Эластичный элемент будет компенсировать изменение размеров древесины при ее высыхании и набухании.

Пример 6. Круглопильный станок с вальцовой подачей



- ТП–1: если станок выполнен без боковых упоров, то на нем можно распиливать заготовки любой ширины, но при простоте конструкции точность пропила низкая;
- ТП–2: если круглопильный станок выполнен с боковыми упорами, то на нем невозможно распиливать заготовки переменной ширины, но точность пропила высокая при сложной конструкции станка.

Задачи

- 1. Соединение досок забора гвоздями
- 2. Крепление заднего полка шкафа шурупами
- 3. Дозирующее устройство для нанесения клея при облицовке кромок мебельных щитов
- 4. Нарезание шипов на концах отрезков пиломатериалов для их сращивания по длине
- 5. Отопительная система

Группы методов технического творчества

- 1 Метод разрешения технических противоречий.
- 2 Метод мозгового штурма
- 3 Метод морфологического анализа.
- 4 Метод **контрольных вопросов.**
- 5 Метод **эвристических приемов.**
- 6 Методы алгоритмом решения изобретательских задач, разработанные Г.С. Альтшуллером: АРИЗ-61, АРИЗ-71, АРИЗ-77, АРИЗ-82, АРИЗ-85-В.
- 7 Метод *стандартов на решение изобретательских задач*, разработанный Г.С. Альтшуллером.

Для успешной работы, особенно молодым специалистам, достаточно освоить 3...5 методов.

Метод мозгового штурма

Электронный архив УГЛТУ

Метод мозгового штурма (атаки) был разработан морским офицером США Алексом Осборном после второй мировой войны.

Согласно методу поиск проводится двумя группами в два этапа.

Первая группа – группа генераторов – предлагает идеи, строго придерживаясь, правила запрета критики.

Вторая группа – группа экспертов – обсуждает и анализирует выдвинутые идеи.

Группа генераторов состоит из 5...12 человек. В группу приглашаются специалисты-смежники (конструкторы, технологи, экономисты, снабженцы), один-два человека со стороны (врач, парикмахер). Заседание группы продолжается 30...50 мин под руководством ведущего. Ведущий должен обеспечить раскрепощенную обстановку в группе. Идеи записываются магнитофоном. За один сеанс обычно высказывается 50...150 разных идей.

Электронный архив УГЛТУ
Метод мозгового штурма

- ***Правила для генераторов идей***
- 1. Стремитесь выдвинуть как можно больше идей.
- 2. При очередном высказывании выдвигайте только одну идею. Остальные – при следующих высказываниях.
- 3. Свои идеи высказывайте как можно короче, без обоснований, доказательств, пояснений. На идею не более 1 мин.
- 4. Подумайте, как можно изменить, что добавить, с чем объединить только что высказанную идею, чтобы эффективнее решить задачу.
- 5. Предложите новый принцип, необычный, фантастическое решение, может кто-то дополнит его.
- 6. Одобрять любые идеи, даже шуточные, детские, глупые – и они помогут родить новую идею.
- 7. Помните: продуктивному мышлению способствуют веселое настроение, каламбуры, юмор, шутки.
- В пятидесятых годах прошлого столетия метод мозгового штурма считался лучшим методом поиска во всех областях науки и техники.

Метод морфологического анализа

По правилам Ф. Цвикки (1942 г.), прежде всего необходимо составить перечень функциональных узлов, от которых зависит решение проблемы. Пусть для лунохода список узлов будет такой:

А – двигатель;

Б – движитель;

В – кабина;

...

К – система амортизации.

Сейчас постараемся определить возможные варианты выполнения узлов.

Двигатель может быть: А1 – электрический; А2 – химический; А3 – реактивный; А4 – ядерный.

Движитель может быть: Б1 – колесный; Б2 – моноколесный (кабина внутри колеса); Б3 – гусеничный; Б4 – шагающий; Б5 – шнековый.

Кабина: В1 герметичная; В2 – негерметичная.

Система амортизации: К1 специальные амортизаторы; К2 – амортизация за счет движителя; К3 – без амортизации.

На основе полученных списков строится морфологическая матрица, имеющая следующий вид:

Таблица вариантов решения задачи

A1	A2	A3	A4	–
B1	B2	B3	B4	B5
B1	B2	–	–	–
–	–	–	–	–
K1	K2	K3	–	–

Можно составить много вариантов решений: A2-B5-B1-K3, A4-B2-B1-K2 и т.д.

Общее число возможных вариантов равно произведению чисел элементов в каждой строке таблицы: $4 \cdot 5 \cdot 2 \cdot \dots \cdot 3$. Самая трудная часть работы заключается в анализе полученных вариантов.

Метод контрольных вопросов

- Контрольные вопросы позволяют стимулировать решение творческих задач. Списки их предлагались разными авторами (А. Осборном, Т. Эйлоартом, Д. Пойа и др.).
- Вопросами можно пользоваться как при индивидуальном, так и при коллективном поиске идей. Контрольные вопросы полезны особенно для молодых специалистов.
- Опытные изобретатели списками вопросов, как правило, не пользуются, но в затруднительных ситуациях всегда их просматривают. В этом случае они прислушиваются к совету Ходжи Насреддина: *“Если тебе нужно принять важное решение, обязательно посоветуйся с женой, выслушай ее очень внимательно ... и сделай наоборот”*.

Список контрольных вопросов А. Осборна:

1. Какое новое применение техническому объекту вы можете предложить?

2. Возможно ли решение изобретательской задачи путем приспособления, упрощения, сокращения? Вызывает ли аналогия новую идею? Имеются ли в прошлом аналогичные проблемные ситуации, которые можно использовать?

3. Какие модификации технического объекта возможны? Возможна ли модификация путем вращения, изгиба, скручивания, поворота? Какие изменения назначения (функции), цвета, движения, запаха, формы, очертания возможны? Другие возможные изменения?

4. Что можно увеличить в объекте техники? Что можно присоединить? Возможно ли увеличение времени службы, воздействия? Увеличить частоту, размеры, прочность? Повысить качество? Присоединить новый ингредиент? Дублировать? Возможна ли мультипликация рабочих органов, позиций или других элементов? Возможно ли преувеличение, гипербололизация элементов или всего объекта?

5. Что можно в техническом объекте уменьшить? Можно ли что-нибудь уплотнить, сжать, сгустить, уконденсировать, применить способ миниатюризации – укоротить, сузить, отделить, раздробить, приумножить?

6. Что, сколько и чем можно заменить в объекте техники (другим ингредиентом, материалом, цветом, звуком, освещением)?

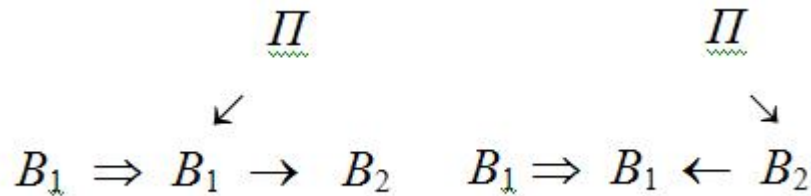
Стандарты на решение изобретательских задач

Стандарты на решение изобретательских задач – это правила синтеза и преобразования технических систем, по которым синтез и преобразование выполняются с помощью **веполей**.

Веполь (вещество плюс поле) – это минимальная техническая система, состоящая из трех взаимосвязанных элементов: двух веществ и энергии (поля) в их взаимодействии.

Пример 1. Нужен механизм резания деревообрабатывающего станка для получения точеных деталей.

Для синтеза веполя обозначим изделие (точеную деталь) B_1 , режущий инструмент B_2 и механическое поле Π . По условию примера задано только вещество B_1 . Для получения работоспособной технической системы строим полный веполь:



Получим: Токарный станок

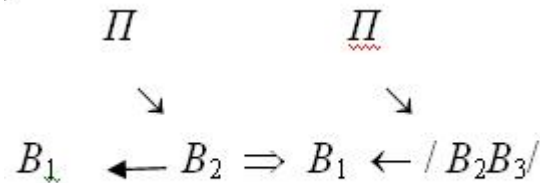
Круглопалочный станок

Поле в веполе

- Здесь понятие поля более широкое. Это не только физические поля (электромагнитное, гравитационное, поля сильных и слабых взаимодействий), но и такие условные поля, как тепловое, механическое и другие.

Синтез веполей

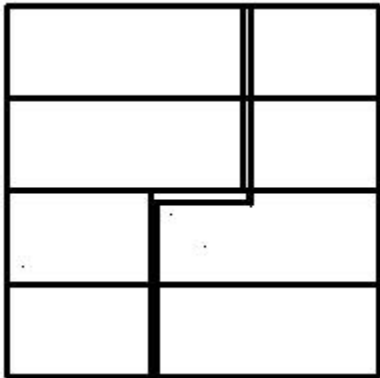
- Если дан веполю, плохо поддающийся нужным изменениям, и условия задачи не содержат ограничений на введение добавок в имеющиеся вещества, задачу решают переходом (постоянным или временным) к внутреннему комплексному веполю, вводя в B_1 или B_2 добавки, увеличивающие управляемость или придающие веполю нужные свойства:



- Здесь B_1 – изделие, B_2 – инструмент, B_3 – добавка; скобками обозначена внутренняя комплексная связь (внешняя комплексная связь обозначается без скобок).

Примеры

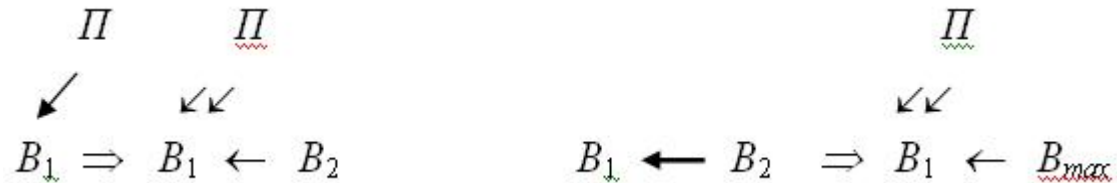
- **Пример 1.** В станке для поперечного раскроя пиломатериалов по а. с. 1293026 доска с пороками древесины перемещается относительно фотодатчика, связанного с приводом надвигания пилы на доску.
- 2. В способе изготовления деталей Г – и П – образных поперечных сечений по а. с. 1219357 предлагается склеивать брусок по пласти из нескольких досок, а затем пилой сделать надрезы по контуру профиля. При этом перед склеиванием на пласти одной из досок выбирают продольный паз глубиной 1...3 мм.
- 3. Дверь скрипит



2

Если нужен минимальный (дозированный, оптимальный) режим действия, а обеспечить его по условиям задачи трудно или невозможно, надо использовать максимальный режим, а избыток убрать. При этом избыток поля убирается веществом, а избыток вещества – полем. Избыточное действие обозначено

двумя стрелками:

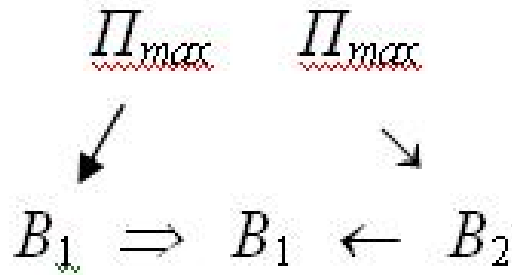


3

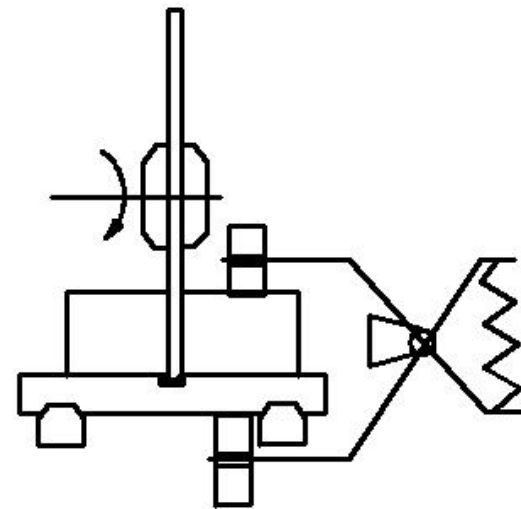
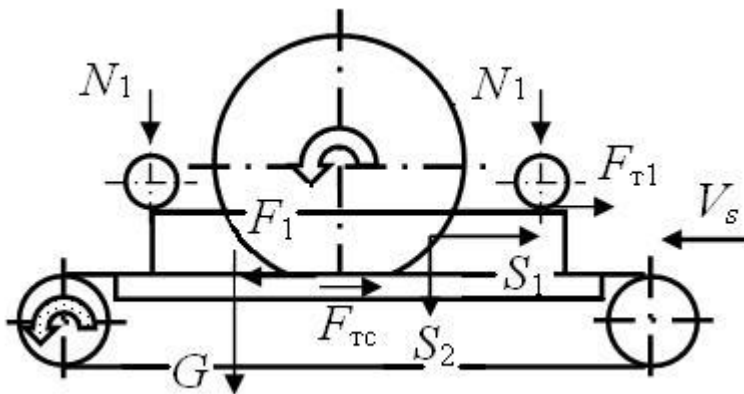
1. В механизме резания руглопильного торцовочного станка по а. с. 912492 , с целью снижения расхода электроэнергии, пильный вал с пилой $B1$ кинематически соединен с маховиком, аккумулирующим кинетическую энергию P_{max} , и двигателем станка. При надвигании пилы на заготовку $B2$ энергия маховика убывает до минимального допустимого значения. Затем снова включается двигатель и раскручивает маховик до P_{max} .

2. Для получения тонкого слоя краски (а.с. 242714) сначала на изделие наносят избыточный слой, окуная его в бак с краской. Затем изделие вращают, и центробежные силы сбрасывают избыток краски.

Веполь 4

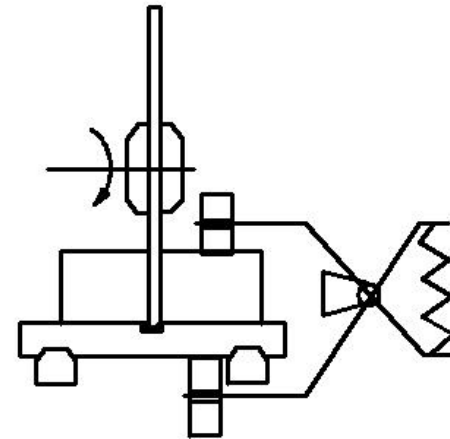


Если нужно обеспечить максимальный режим действия на вещество, а это по каким-то причинам недопустимо, максимальное действие следует сохранить, но направить его на другое вещество, связанное с первым:



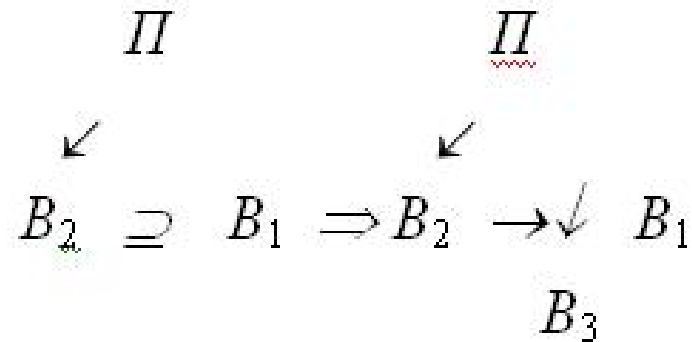
4

- **Пример.** В круглопильных станках с гусеничным механизмом подачи распиливаемая заготовка должна быть сильно прижата верхними роликами к подающей гусенице, но при этом давление передается на направляющие гусеницы, и они быстро изнашиваются.
- В механизме подачи деревообрабатывающего станка по а. с. 644618 под верхней ветвью гусеницы установлены ролики, соединенные шарнирно-рычажной системой с верхними роликами. Нижние ролики постоянно катятся по гусенице. При надвигании на пилу заготовка прижимается к гусенице верхними и нижними роликами. Направляющие гусеницы разгружены. Итак, сильное давление сохранено, но оно направлено не на направляющие, а на нижние ролики.



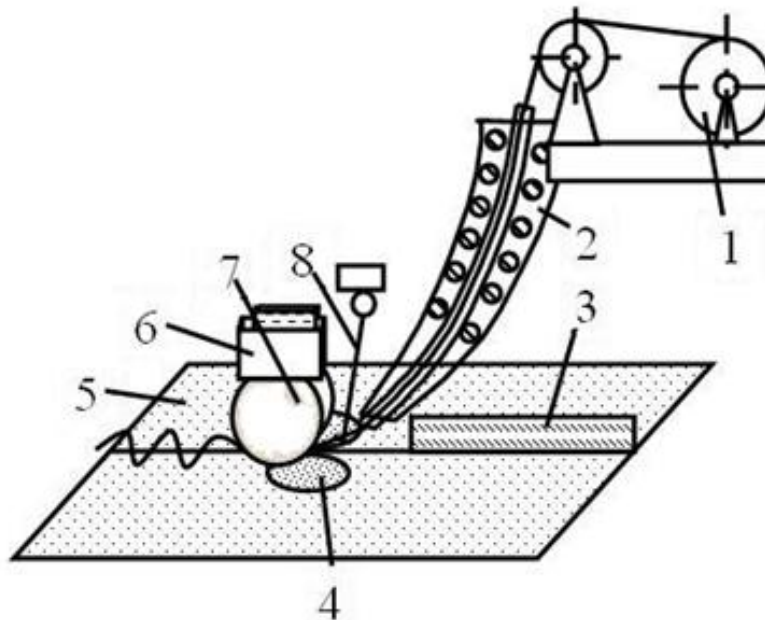
Разрушение веполей

- Если между двумя веществами в веполе возникают сопряженные – полезное и вредное – действия, причем непосредственное соприкосновение веществ сохранять необязательно, задачу решают введением между двумя веществами постороннего третьего вещества, дарового или достаточно дешевого:



Примеры

- 1. При заточке фрезерных ножей на заточном станке вращающийся шлифовальный круг совершает возвратно-поступательные движения вдоль режущей кромки ножа. Нож затачивается и недопустимо нагревается. Для предотвращения нагрева нож в зоне заточки непрерывно обливают эмульсией, содержащей 3...5 % кальцинированной соды.
- 2. Для устранения вредного влияния между нитью и роликом вводят третье вещество – раствор олеиновой кислоты, которым ролик непрерывно смазывается.

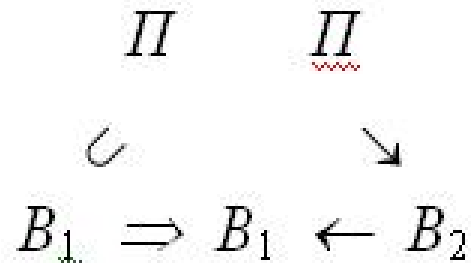


Примеры

- **3.** В трубчатом электрическом нагревателе (ТЭН) электрическая спираль изолирована от корпуса трубы плавленной окисью магния.
- **4.** Известен конвейер с гладкими роликами для продольного перемещения пиломатериалов. Пиломатериалы хорошо перемещаются продольно, но не могут быть смещены при необходимости в поперечном направлении. Для устранения этого технического недостатка на роликах крепят винтообразно ленты. Винтообразные ролики широко применяют для продольного и поперечного перемещения пиломатериалов.

Веполь 5

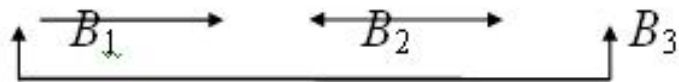
- Если необходимо устранить вредное действие поля на вещество, задача может быть решена введением второго элемента, оттягивающего на себя вредное действие поля:



Пример. Для защиты бочек с водой от разрыва при замораживании поступают так: в бочке с водой размещают надувные шланги. Замерзая, вода расширяется и сдавливает шланги, выдавливая из них воздух.

Решение задач с применением стандартов

- **Задача 1.** Быки (опоры) мостов в зимнее время обмерзают и постепенно разрушаются (вода попадает в трещины быков, при замерзании лед расширяется и увеличивает трещины или отламывает куски).
- Необходимо устранить этот недостаток наиболее простым и дешевым способом.
- **Решение. 1.** Вепольная форма задачи:

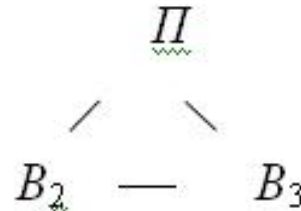


где B_1 – лед вокруг быка, B_2 – бык, B_3 – вода.

Решение

- **2. Вещественно-полевые ресурсы:**
 - – внутрисистемные: материал быка, вода, механическое поле течения воды, тепловое поле на дне реки (температура воды на дне $+4^{\circ}\text{C}$);
 - – внешнесистемные: воздух, лед, холод (низкая температура воздуха);
 - – надсистемные: гравитационное поле Земли.
- **3. Между B_2 и B_3 наблюдается неудовлетворительное взаимодействие**, так как вода, омывая быка, вызывает его обледенение.
- Изделие - бык, инструмент - вода, их взаимодействие:
- B_2 B_3
- **4. ИКР:** при любом морозе лед на быках не образуется, вода вокруг быка **сама** препятствует образованию льда, вода постоянно омывает бык.

- **Желаемое взаимодействие:**



Решение

- 5. Подбор стандартов:
 - – плохое взаимодействие: стандарт 1.2;
 - – поле не выбрано.
- 6. Анализ вариантов.
 - Веполь не достроен, не хватает поля. Какое необходимо поле, чтобы разрушить вредное вещество B_1 ? Рассмотрим поля из числа имеющихся вещественно-полевых ресурсов.
 - *Механическое поле течения реки.* Механическим путем отколоть лед оно неспособно, но оно может согревать поверхностные слои воды, перемешивая воду и поднимая теплый поток со дна. При сильном течении реки такой вариант решения задачи возможен, хотя сильное течение само будет разрушать быки. При этом течение надо еще как-то создавать, его может и не быть.
 - *Тепловое поле.* Теплая вода расположена на дне, сама она на поверхность не поднимается. Как передать тепло на поверхность ре

$$B_1 \rightarrow B_2 \Rightarrow \overset{\Pi}{|B_1 B_4|} \rightarrow B_2,$$

Метод эвристических приемов

Эвристические приемы (ЭП) содержат указания, предписания, подсказки, как преобразовать имеющийся прототип, или в каком направлении искать решение.

Имея подсказку, необходимо все-таки приложить усилия, чтобы догадаться, как получить желаемое решение.

Многие эвристические приемы можно использовать в различных областях техники. Они морально не стареют и полезны для всех изобретателей.

Опытные изобретатели составляют свой индивидуальный набор (фонд) приемов. Из большого межотраслевого фонда приемов они выписывают некоторые приемы для себя, излагая их своим языком, снабжая своими примерами.

Межотраслевой фонд эвристических приемов содержит описания 180 приемов, разделенных на 12 групп .

Пример

Двухэтажная лесопильная рама имеет мощность механизма резания более 100 кВт. При распиловке тонкомерных бревен ($d = 18 \dots 24$ см) механизм резания оказывается незагружен по мощности, однако увеличить производительность распиловки нельзя, так как с увеличением посылки выше конструктивной резко увеличивается шероховатость распиленных поверхностей. Как быть?

Решение. Из фонда эвристических приемов интуитивно выбираем полезные для решения задачи приемы (см. приложение 1, п. п. 3.1, 8.3):

- изменить традиционную ориентацию объекта в пространстве: горизонтальное положение на вертикальное или наклонное;
- изменить габаритные размеры, объем или длину объекта при переводе его в рабочее или нерабочее состояние.

При распиловке толстых бревен лесопильная рама загружена по мощности, а при распиловке тонких – не загружена. Почему? Потому, что *мала высота пропила* и мало пил установлено в поставе. Надо как-то увеличить высоту пропила. Обе подсказки приемов говорят, что и как надо сделать. Надо увеличить высоту пропила (длину) путем подачи бревна не горизонтально, а наклонно.

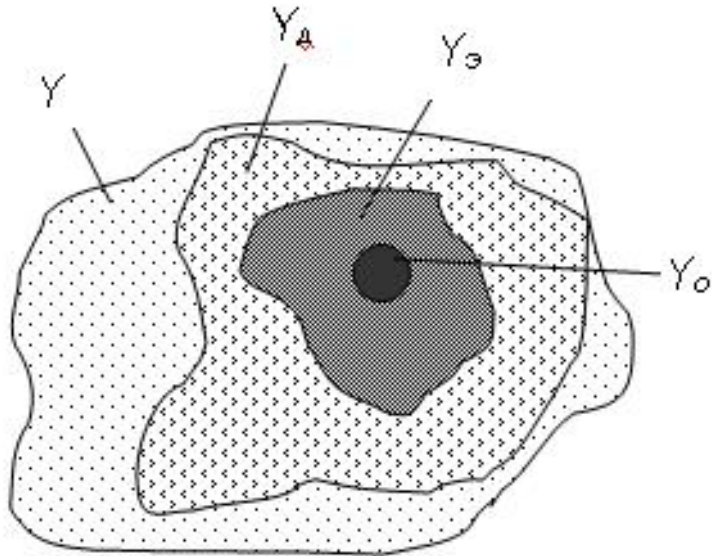
Оптимизация технических решений

- Для решения задачи оптимизации необходимо иметь множество возможных (альтернативных) решений Y (рис. 1). В этом множестве можно выделить множество допустимых решений Y_d . Решение называют допустимым, если оно удовлетворяет ограничениям (требованиям, предъявляемым к объекту): ресурсным, социальным и т.д. При этом
- $Y_d \subseteq Y$,
- где символ \subseteq означает, что множество Y_d есть часть или совпадает с множеством Y возможных решений.
- В множестве допустимых решений можно выделить множество эффективных решений Y_e , которое включает в себя несравнимые между собой наилучшие решения (несколько таких решений):
- $Y_e \subseteq Y_d$.

Оптимизация

- В множестве эффективных решений есть одно оптимальное решение, которое надо найти. Решение Y_0 называется оптимальным, если оно обеспечивает экстремум (максимум, минимум) одновременно всех критериев. Оптимальное решение находится в множестве эффективных решений:
- $Y_0 \subseteq Y_{\text{э}}$.
- Поскольку все критерии одновременно не могут принять экстремальные значения (мощность – минимальная, производительность – максимальная, уровень шума – минимальный, стоимость – минимальная и т.д.), то при решении многокритериальной задачи находят только одно рациональное решение.
- **Таким образом, задача оптимизации направлена на определение наилучшего (рационального) решения, путем последовательного сужения множеств Y , $Y_{\text{д}}$, $Y_{\text{э}}$ в соответствии с допустимыми ограничениями и принятыми критериями:**
- $Y_0 \subseteq Y_{\text{э}} \subseteq Y_{\text{д}} \subseteq Y$.

Оптимизация



- Чем больше подобрано альтернативных вариантов, и чем более удачно подобраны критерии, тем больше вероятность того, что найденное решение будет самым лучшим.

Субъектом всякого решения является лицо, принимающее решение (ЛПР). Это собирательное понятие, включающее как одно индивидуальное лицо, так и группу лиц (групповое ЛПР).

Ранжирование

Для облегчения процесса выбора, исследуемые варианты оцениваются количественно и качественно. Количественное измерение важности и предпочтительности вариантов решений выполняется методом ранжирования.

Ранжирование – это процедура упорядочения. Выполняется она ЛПР. При ранжировании варианты решений расставляются в порядке предпочтения по отношению к каждому критерию.

Если среди вариантов нет эквивалентных (равнозначных) решений, то из них можно составить последовательность

- $1 < 2 < 3 < \dots < m.$

Ранжирование

Таблица

Ранжирование вариантов решений по критериям

Решения	Критерии развития					
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6
Y_1	1	2	1	1	1	1
Y_2	2	3	2	2	2	1
Y_3	3	1	3	3	3	3
Y_4	4	1	4	4	4	3
Y_5	2	2	2	2	3	2
Y_6	3	3	3	3	4	2
Y_7	4	1	4	4	5	4
Y_8	5	1	5	5	6	4

Принцип Парето

Принятие решения

- Группа экспертов устанавливает вес ω для каждого выбранного критерия. Вес критерия назначают в пределах $0...1$ (1 – существенная значимость критерия; 0,5 умеренная значимость; 0 – несущественная значимость).

Таблица 2

Выбор рационального решения

Решения	Критерии развития						$\sum_{s=1}^d K_s \omega_j$
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	
Y_1	1/1	2/2	1/0,5	1/0,4	1/0,2	1/0,1	3,2
Y_3	3/3	1/1	3/1,5	3/1,2	3/0,6	3/0,3	7,6
Вес ω_j	1	1	0,5	0,4	0,2	0,1	
Примечание. В числителе – значения рангов; в знаменателе произведение значения ранга на вес.							



**СПАСИБО ЗА
ВНИМАНИЕ =)**

