

Метод проб и ошибок (в [просторечии](#) также: **метод (научного) тыка**) — является

врождённым [эмпирическим](#) методом мышления человека. Также этот метод называют *методом перебора вариантов*.

В [1898 году](#) описан [Э. Торндайком](#) как форма [научения](#), основанная на закреплении случайно совершённых двигательных и мыслительных [актов](#), за счёт которых была решена значимая для животного [задача](#). В следующих пробах время, которое затрачивается животным на решение аналогичных задач в аналогичных условиях, постепенно, хотя и не линейно, уменьшается, до тех пор, пока не приобретает форму мгновенного решения. Последующий [анализ метода](#) проб и ошибок показал, что он не является полностью хаотическим и нецелесообразным, а интегрирует в себе прошлый опыт и новые условия для [решения задачи](#).

Достоинства и недостатки

Если рассматривать абсолютно случайный перебор вариантов, то можно сделать следующие выводы:

Достоинства метода:

1. Этому методу не надо учиться.
2. Методическая простота решения.
3. Удовлетворительно решаются простые задачи (не более 10 проб и ошибок).

Недостатки метода:

1. Плохо решаются задачи средней сложности (более 20—30 проб и ошибок) и практически не решаются сложные задачи (более 1000 проб и ошибок).
2. Нет приёмов решения.
3. Нет алгоритма мышления, мы не управляем процессом думанья. Идет почти хаотичный перебор вариантов.
4. Неизвестно, когда будет решение и будет ли вообще.
5. Отсутствуют критерии оценки силы решения, поэтому неясно, когда прекращать думать. А вдруг в следующее мгновение придет гениальное решение?
6. Требуются большие затраты времени и волевых усилий при решении трудных задач.
7. Иногда ошибаться нельзя ИЛИ этот метод не подходит (не будет человек резать на бомбе провода наугад).

Считается, что для метода проб и ошибок выполняется правило — **«первое пришедшее в голову решение — слабое»**. Объясняют этот феномен тем, что человек старается поскорее освободиться от неприятной неопределённости и делает то, что пришло в голову первым.

Метод проб и ошибок лежит в основе принятия решений участниками [рынка](#) в условиях [совершенной конкуренции](#), что является одной из главных причин постоянных [кризисов](#).

Метод мозгового штурма (**мозговой штурм**, **мозговая атака**, [англ. brainstorming](#)) — оперативный метод решения проблемы на основе стимулирования творческой активности, при котором участникам обсуждения предлагают высказывать как можно большее количество вариантов решения, в том числе самых фантастичных.^[1] Затем из общего числа высказанных идей отбирают наиболее удачные, которые могут быть использованы на практике.^[1] Является методом [экспертной оценки](#). В развитом виде предполагает синхронизацию действий участников в соответствии с распознаваемой ими схемой (образом) оцениваемого процесса (processpatternrecognition).

Изобретён в конце 30-х годов [копирайтером](#) и одним из основателей агентства [BBD&O Алексом Осборн](#).^[2]

Одним из продолжений метода мозгового штурма является [метод синектики](#).

Этапы и правила мозгового штурма

Правильно организованный мозговой штурм включает три обязательных этапа. Этапы отличаются организацией и правилами их проведения:

1. **Постановка проблемы.** Предварительный этап. В начале этого этапа [проблема](#) должна быть четко сформулирована. Происходит отбор участников штурма, определение ведущего и распределение прочих ролей участников в зависимости от поставленной проблемы и выбранного способа проведения штурма.
2. **Генерация идей.** Основной этап, от которого во многом зависит успех (см. ниже) всего мозгового штурма. Поэтому очень важно соблюдать правила для этого этапа:
 - Главное — количество [идей](#). Не делайте никаких ограничений.
 - Полный запрет на критику и любую (в том числе положительную) оценку высказываемых идей, так как оценка отвлекает от основной задачи и сбивает творческий настрой.
 - Необычные и даже абсурдные идеи приветствуются.
 - Комбинируйте и улучшайте любые идеи.
3. **Группировка, отбор и оценка идей.** Этот этап часто забывают, но именно он позволяет выделить наиболее ценные идеи и дать окончательный результат мозгового штурма. На этом этапе, в отличие от второго, оценка не ограничивается, а наоборот, приветствуется. Методы анализа и оценки идей могут быть очень разными. Успешность этого этапа напрямую зависит от того, насколько "одинаково" участники понимают критерии отбора и оценки идей.

Для проведения мозговой атаки обычно создают две группы:

- участники, предлагающие новые варианты решения задачи;
- члены комиссии, обрабатывающие предложенные решения.

Различают индивидуальные и коллективные мозговые атаки.

В мозговом штурме участвует коллектив из нескольких [специалистов](#) и [ведущий](#). Перед самым [сеансом](#) мозгового штурма [ведущий](#) производит четкую постановку задачи, подлежащей решению. В ходе мозгового штурма участники высказывают свои идеи, направленные на решение поставленной задачи, причём как логичные, так и [абсурдные](#). Если в мозговом штурме принимают участие люди различных чинов или рангов, то рекомендуется заслушивать идеи в порядке возрастания ранжира, что позволяет исключить психологический фактор «согласия с начальством».

В процессе мозгового штурма, как правило, вначале решения не отличаются высокой [оригинальностью](#), но по прошествии некоторого времени типовые, шаблонные решения исчерпываются, и у участников начинают

возникать необычные идеи. Ведущий записывает или как-то иначе регистрирует все идеи, возникшие в ходе мозгового штурма.^[1]

Затем, когда все идеи высказаны, производится их [анализ](#), [развитие](#) и [отбор](#). В итоге находится максимально эффективное и часто нетривиальное решение задачи.^[1]

Преимущества мозгового штурма

- посредством совместной деятельности специалистов, которые отличаются друг от друга опытом, знаниями, видению ближайшего будущего, создаются необходимые условия для синергетического эффекта — «*качественного умножения*» знания (*целое есть больше, чем набор частей*); также новые подходы, перспективы видения и интересные аналогии возникают «*на стыках различных дисциплин, областей человеческой практики*» в ходе обсуждения поставленных проблем качественно отличающимися специалистами
- доброжелательная обстановка позволяет участникам усвоить навыки критики по существу, научиться [импровизировать](#), а также усиливает положительный настрой и доверие

Синектика ([англ. Synectics](#) — «совмещение разнородных элементов») — методика исследования, основанная на социально-психологической мотивации коллективной интеллектуальной деятельности, предложенная У. Дж. Гордоном. Является развитием и усовершенствованием [метода мозгового штурма](#). У. Гордон сформулировал в виде метода решения проблем, когда руководил группой исследования изобретений для Артура Д. Литтла. Один из [эвристических методов](#).

При синектическом штурме допустима критика, которая позволяет развивать и видоизменять высказанные идеи. Этот штурм ведет постоянная группа. Её члены постепенно привыкают к совместной работе, перестают бояться критики, не обижаются, когда кто-то отвергает их предложения, тем более что эти предложения могут быть востребованы в ходе дальнейшей работы.

Морфологический анализ (метод морфологического анализа) — основан на подборе возможных решений для отдельных частей задачи (так называемых морфологических признаков, характеризующих устройство) и последующем систематизированном получении их сочетаний (комбинировании). Относится к [эвристическим методам](#).

Метод разработан швейцарским астрономом [Фрицем Цвикки](#). Благодаря этому методу он смог за короткое время получить значительное количество оригинальных технических решений в [ракетостроении](#).

Основан на методологии эсхатологической системности — целевое управление, индикативность принятия решения.^[источник?]

Содержание метода

Для проведения морфологического анализа необходима точная формулировка проблемы для рассматриваемой системы. В итоге даётся ответ на более общий вопрос посредством поиска всевозможных вариантов частных решений, независимо от того, что в исходной задаче речь шла только об одной конкретной системе.

Основные этапы применения метода.

1. Выясняется цель задачи — поиск вариантов [функциональных схем](#), либо [принципов действия](#), либо [структурных схем](#), либо конструктивных разновидностей разрабатываемой системы. Возможно исследование одновременно по нескольким признакам.

2. Выделяют узловые точки (оси, отдельные части задачи), которые характеризуют разрабатываемую систему с позиции ранее сформулированной цели. Это могут быть частные функции [подсистем](#), принципы их работы, их форма, расположение, характеристики и свойства (состояние вещества и энергии, вид совершаемого движения, физические, химические, биологические, психологические, потребительские свойства и т. д.). Удобно предварительно (допустим, из анализа аналогичной системы) построить соответствующую [блок-схему](#) (функционирования, принципа действия, структурную схему), элементы которой и образуют узлы.

Количество узлов обычно выбирается из условия обзорности и реальности анализа получаемых впоследствии вариантов: при ручной обработке — 4...7 узлов, при работе на компьютере — в пределах физической возможности вычислительной техники и отведенного на решение задачи времени. Удобно задачу решать в ряд этапов: сначала по ограниченному числу наиболее важных узловых точек, а затем — для дополнительных, второстепенных или выявленных в ходе анализа и представляющих интерес новых узлов.

3. Для каждой узловой точки предлагаются варианты решений: либо исходя из личного опыта (зависит от эрудиции), либо беря их из справочников и банков (баз) данных (то есть на каждую ось нанизываются возможные решения, по аналогии со счетами).

Варианты должны охватывать всю область возможных решений для данной узловой точки. Но чтобы задача была обзорной, рекомендуется сначала выделять укрупненно-обобщенные группы вариантов, которые при необходимости впоследствии конкретизируются. Варианты могут быть не только реальные, но и фантастические.

4. Проводят полный перебор всех вариантов решений (каждый раз берут по одному варианту для каждой оси) с проверкой комбинаций на соответствие условиям задачи, на несовместимость отдельных вариантов в предлагаемой их общей группе, на реализуемость и иные условия.

При необходимости для выбранных решений можно повторить морфологический анализ, конкретизируя узлы (оси) и варианты. Морфологический анализ удобнее и нагляднее проводить с применением морфологических таблиц (ящиков).

Формальное комбинирование вариантов создает впечатление автоматизма в применении метода. Однако его эвристическая природа весьма существенна и зависит от следующих субъективных факторов:

- интуитивное выделение узлов и их признаков, состава вариантов. Отсутствие уверенности, что учтены все (и особенно, перспективные) узлы и варианты;
- конкретное решение является следствием анализа просматриваемых комбинаций, возникновения продуктивных ассоциаций и образов.

ТРИЗ

Когда техническая проблема встаёт перед изобретателем впервые, она обычно сформулирована расплывчато и не содержит в себе указаний на пути решения. В ТРИЗ такая форма постановки называется *изобретательской ситуацией*. Главный её недостаток в том, что перед инженером оказывается чересчур много путей и методов решения. Перебирать их все трудоёмко и дорого, а выбор путей на удачу приводит к малоэффективному **методу проб и ошибок**.

Поэтому первый шаг на пути к изобретению — переформулировать ситуацию таким образом, чтобы сама формулировка отсекала бесперспективные и неэффективные пути решения. При этом возникает вопрос, какие решения эффективны, а какие — нет?

Г. Альтшуллер предположил, что самое эффективное решение проблемы — такое, которое достигается «само по себе», только за счёт уже имеющихся ресурсов. Таким образом он пришёл к формулировке **идеального конечного результата (ИКР)**: «Некий элемент (X-элемент) системы или окружающей среды сам устраняет вредное воздействие, сохраняя способность выполнять полезное воздействие».

На практике идеальный конечный результат редко достижим полностью, однако он служит ориентиром для изобретательской мысли. Чем ближе решение к ИКР, тем оно лучше.

Получив инструмент отсекающего неэффективных решений, можно переформулировать изобретательскую ситуацию в стандартную *мини-задачу*: «согласно ИКР, всё должно остаться так, как было, но либо должно исчезнуть вредное, ненужное качество, либо появится новое, полезное качество». Основная идея мини-задачи в том, чтобы избегать существенных (и дорогих) изменений и рассматривать в первую очередь простейшие решения.

Формулировка мини-задачи способствует более точному описанию задачи:

- Из каких частей состоит система, как они взаимодействуют?
- Какие связи являются вредными, мешающими, какие — нейтральными, и какие — полезными?
- Какие части и связи можно изменять, и какие — нельзя?
- Какие изменения приводят к улучшению системы, и какие — к ухудшению?

После того, как мини-задача сформулирована и система проанализирована, обычно быстро обнаруживается, что попытки изменений с целью улучшения одних параметров системы приводят к ухудшению других параметров. Например, увеличение прочности крыла самолёта может приводить к увеличению его веса, и наоборот — облегчение крыла приводит к снижению его прочности. В системе возникает конфликт, **противоречие**.

ТРИЗ выделяет 3 вида противоречий (в порядке возрастания сложности разрешения):

- **административное противоречие**: «*надо улучшить систему, но я не знаю как (не умею, не имею права) сделать это*». Это противоречие является самым слабым и может быть снято либо изучением дополнительных материалов, либо принятием административных решений.
- **техническое противоречие**: «*улучшение одного параметра системы приводит к ухудшению другого параметра*». Техническое противоречие — это и есть постановка **изобретательской задачи**. Переход от административного противоречия к техническому резко понижает **размерность** задачи, сужает поле поиска решений и позволяет перейти от **метода проб и ошибок** к **алгоритму решения изобретательской задачи**, который либо предлагает применить один или несколько стандартных технических приёмов, либо (в случае сложных задач) указывает на одно или несколько физических противоречий.

- **физическое противоречие:** «для улучшения системы, какая-то её часть должна находиться в разных физических состояниях одновременно, что невозможно». Физическое противоречие является наиболее фундаментальным, потому что изобретатель упирается в ограничения, обусловленные физическими законами природы. Для решения задачи изобретатель должен воспользоваться справочником физических эффектов и таблицей их применения.

Информационный фонд

Он состоит из:

- **приёмов устранения противоречий и таблицы их применения;**
- **системы стандартов на решение изобретательских задач** (типовые решения определённого класса задач);
- **технологических эффектов** (физических, химических, биологических, математических, в частности, наиболее разработанных из них в настоящее время — геометрических) и таблицы их использования;
- **ресурсов природы и техники** и способов их использования.

Система приёмов

Анализ многих тысяч изобретений позволил выявить, что при всём многообразии технических противоречий большинство из них решается 40 основными приёмами.

Работа по составлению списка таких приёмов была начата Г. С. Альтшуллером ещё на ранних этапах становления теории решения изобретательских задач. Для их выявления понадобился анализ более 40 тысяч авторских свидетельств и патентов^[9]. Приёмы эти и сейчас представляют для изобретателей большую эвристическую ценность. Их знание во многом позволяет облегчить поиск ответа.

Но эти приёмы показывают лишь направление и область, где могут быть сильные решения. Конкретный же вариант решения они не выдают. Эта работа остаётся за человеком.

Система приёмов, используемая в ТРИЗ, включает **простые и парные (прием-антиприем)**.

Простые приёмы позволяют разрешать технические противоречия. Среди простых приёмов наиболее популярны **40 основных приёмов**.

Парные приёмы^[10] состоят из приёма и антиприёма, с их помощью можно разрешать физические противоречия, так как при этом рассматривают два противоположных действия, состояния, свойства.

Стандарты на решение изобретательских задач

Стандарты на решение изобретательских задач представляют собой комплекс приёмов, использующих физические или другие эффекты для устранения противоречий. Это своего рода формулы, по которым решаются задачи. Для описания структуры этих приёмов Альтшуллером был создан **вещественно-полевой (вепольный) анализ**.

Система стандартов состоит из классов, подклассов и конкретных стандартов. Эта система включает 76 стандартов. С помощью этой системы можно не только решать, но выявлять новые задачи и прогнозировать развитие технических систем.

Технологические эффекты

Технологический эффект — это преобразование одних технологических воздействий в другие. Могут требовать привлечения других эффектов — физических, химических и т. п.

Физические эффекты

Известно около пяти тысяч физических эффектов и явлений. В разных областях техники могут применяться различные группы физических эффектов, но есть и общеупотребительные. Их примерно 300—500.

Химические эффекты

Химические эффекты — это подкласс физических эффектов, при котором изменяется только молекулярная структура веществ, а набор полей ограничен в основном полями концентрации, скорости и тепла.

Ограничившись лишь химическими эффектами, зачастую можно ускорить поиск приемлемого решения.

Биологические эффекты

Биологические эффекты — это эффекты, производимые биологическими объектами (животными, растениями, микробами и т. п.). Применение биологических эффектов в технике позволяет не только расширить возможности технических систем, но и получать результаты, не нанося вреда природе. С помощью биологических эффектов можно выполнять различные операции: обнаружение, преобразование, генерирование, поглощение вещества и поля и другие операции.

Математические эффекты

Среди математических эффектов наиболее разработанными являются геометрические. **Геометрические эффекты**^[11] — это использование геометрических форм для различных технологических преобразований. Широко известно применение треугольника, например, использование клина или скользящих друг по другу двух треугольников.

Ресурсы

Вещественно-полевые ресурсы (ВПР) — это ресурсы, которые можно использовать при решении задач или развитии системы. Использование ресурсов увеличивает идеальность системы.

Законы развития технических систем

Изучая изменения (эволюцию) технических систем во времени, Альтшуллер выявил Законы развития технических систем, знание которых помогает инженерам предсказывать пути возможных дальнейших улучшений продуктов. Впервые сформулированные Г. С. Альтшуллером в книге «Творчество как точная наука» (М.: «Советское радио», 1979,), законы были сгруппированы в три условные блока:

- *Статика* — законы 1—3, определяющие условия возникновения и формирования ТС;
- *Кинематика* — законы 4—6, 9 определяют закономерности развития вне зависимости от воздействия физических факторов. Важны для периода начала роста и расцвета развития ТС;
- *Динамика* — законы 7—8 определяют закономерности развития ТС от воздействия конкретных физических факторов. Важны для завершающего этапа развития и перехода к новой системе.

Самый важный закон рассматривает «идеальность» (одно из базовых понятий в ТРИЗ) системы.

Вещественно-полевой (вепольный) анализ

Веполь (вещество + поле) — модель взаимодействия в минимальной системе, в которой используется характерная символика.

Г. С. Альтшуллер разработал методы для анализа ресурсов. Несколько из открытых им принципов рассматривают различные вещества и поля для разрешения противоречий и увеличения идеальности технических систем. Например, система «телетекст» использует телевизионный сигнал для передачи данных, заполняя небольшие промежутки времени между телевизионными кадрами в сигнале.

Ещё одна техника, которая широко используется изобретателями, заключается в анализе веществ, полей и других ресурсов, которые не используются, и которые находятся в системе или рядом с ней.

АРИЗ — алгоритм решения изобретательских задач

Алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ) — пошаговая программа (последовательность действий) по выявлению и разрешению противоречий, то есть решению изобретательских задач (около 85 шагов).

АРИЗ включает^[8]:

- собственно программу,
- информационное обеспечение, питающееся из информационного фонда
- методы управления психологическими факторами, которые входят составной частью в методы развития творческого воображения.

ЧАСТЬ 1. АНАЛИЗ ЗАДАЧИ

Шаг 1.1. Условия мини-задачи

Шаг 1.2. Конфликтующая пара: изделие и инструмент

Шаг 1.3. Графические схемы ТП-1 и ТП-2

Шаг 1.4. Что является главным производственным процессом

Шаг 1.5. Усилить конфликт

Шаг 1.6. Формулировка модели задачи

Шаг 1.7. Применение стандартов

Основная цель первой части АРИЗ - переход от расплывчатой изобретательской ситуации к четко построенной и предельно простой схеме (модели) задачи.

ШАГ 1.1. Записать условия мини-задачи (без специальных терминов) по следующей форме:

Техническая система:

для (указать назначение)

включает (перечислить основные части системы).

Техническое противоречие 1 (ТП-1):

(указать).

Техническое противоречие 2 (ТП-2):

(указать).

Необходимо при минимальных изменениях в системе

(указать результат, который должен быть получен).

ПРИМЕР

Техническая система

для приема радиоволн

включает антенну радиотелескопа, радиоволны, молниеотводы, молнии.

ТП-1:

если молниеотводов много, они надежно защищают антенну от молний, но поглощают радиоволны.

ТП-2:

если молниеотводов мало, то заметного поглощения радиоволн нет, но антенна не защищена от молний.

Необходимо при минимальных изменениях

обеспечить защиту антенны от молний без поглощения радиоволн.

Примечания

1. Мини-задачу получают из изобретательской ситуации, вводя ограничения: все остается без изменений или упрощается, но при этом появляется требуемое действие (свойство), или исчезает вредное действие (свойство).

Переход от ситуации к мини-задаче не означает, что взят курс на решение небольшой задачи. Наоборот, введение дополнительных требований (результат должен быть получен "без ничего") ориентирует на обострение конфликта и заранее отсекает пути к компромиссным решениям.

2. При **записи 1.1** следует указать не только технические части системы, но и природные, взаимодействующие с техническими. В задаче о защите антенны радиотелескопа такими природными частями системы являются молнии и принимаемые радиоволны (если они излучаются природными космическими объектами).

3. **Техническими противоречиями (ТП)** называют взаимодействия в системе, состоящие, например, в том, что полезное действие вызывает одновременно и вредное. Или - введение (усиление) полезного действия либо устранение (ослабление) вредного действия вызывает ухудшение (в частности, недопустимое усложнение) одной из частей системы или всей системы в целом.

Технические противоречия составляют, записывая одно состояние элемента системы с объяснением того, что при этом хорошо, а что - плохо. Затем записывают противоположное состояние этого же элемента, и вновь - что хорошо, что плохо.

Иногда в условиях задачи дано только изделие; технической системы (инструмента) нет, поэтому нет явного

ТП. В этих случаях ТП получают, условно рассматривая два состояния (изделия), хотя одно из них заведомо недопустимо.

НАПРИМЕР, дана задача: "Как наблюдать невооруженным глазом микрочастицы, взвешенные в образце оптически чистой жидкости, если эти частицы настолько малы, что свет обтекает их?"

ТП-1:

Если частицы малы, жидкость остается оптически чистой, но частицы невозможно наблюдать невооруженным глазом.

ТП-2:

Если частицы большие, они хорошо наблюдаемы, но жидкость перестает быть оптически чистой, а это недопустимо.

Условия задачи, казалось бы, заведомо исключают рассмотрение ТП-2: изделие менять нельзя! Действительно, в дальнейшем мы будем исходить (в данном случае) из ТП-1, но ТП-2 даст дополнительные требования к изделию: маленькие частицы, оставаясь маленькими, должны стать большими...

4. Термины, относящиеся к инструменту и внешней среде, необходимо заменять простыми словами для снятия психологической инерции. И это потому, что термины:

- навязывают старые представления о технологии работы инструмента: "ледокол колет лед" - хотя можно продвигаться сквозь льды, не раскалывая их;
- затушевывают особенности веществ, упоминаемых в задаче: "опалубка" это не просто "стенка", а "железная стенка";
- сужают представления о возможных состояниях вещества: термин "краска" тянет к традиционному представлению о жидкой или твердой краске, хотя краска может быть и газообразной.

ШАГ 1.2. Выделить и записать конфликтующую пару элементов: изделие и инструмент.

Правило 1. Если инструмент по условиям задачи может иметь два состояния, надо указать оба состояния.

Правило 2. Если в задаче есть пары однородных взаимодействующих элементов, достаточно взять одну пару.

ПРИМЕР

Изделия - молния и радиоволны. Инструмент - проводящие стержни (много стержней, мало стержней).

Примечания

5. Изделием называют элемент, который по условиям задачи надо обработать (изготовить, переместить, изменить, улучшить, защитить от вредного действия, обнаружить, измерить и т. д.). В задачах на обнаружение и изменение изделием может оказаться элемент, являющийся по своей основной функции собственно инструментом, например шлифовальный круг.

6. Инструментом называют элемент, с которым непосредственно взаимодействует изделие (фреза, а не станок; огонь, а не горелка). Инструментом являются стандартные детали, из которых собирают изделие. Например, набор частей игры "Конструктор" - это инструмент для изготовления различных моделей.

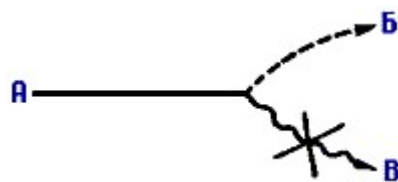
7. Один из элементов конфликтующей пары может быть двояким. Например, даны два разных инструмента, которые должны одновременно действовать на изделие, причем один инструмент мешает другому. Или даны два изделия, которые должны воспринимать действия одного и того же инструмента: одно изделие мешает другому.

ШАГ 1.3. Составить графические схемы ТП-1 и ТП-2, используя [таблицу 1](#).

ПРИМЕР

ТП-1: много проводящих стержней

ТП-2: мало проводящих стержней



Примечания

8. В таблице 1 приведены **схемы типичных конфликтов**. Допустимо использование нетабличных схем, если они лучше отражают сущность конфликта.

9. В некоторых задачах встречаются многозвенные схемы конфликтов, например:



Такие схемы сводятся к однозвенным:



если считать Б *изменяемым изделием* или перенести на Б основное свойство (или состояние) А.

10. Конфликт можно рассматривать не только в пространстве, но и *во времени*.

Так, в задаче об опылении цветов сильный ветер вначале закрывает лепестки, из-за чего затем не переносит пыльцу, хотя это он может делать хорошо. Такой подход позволяет иногда четче выделить задачу, которую надо решать.

11. Шаги 1.2 и 1.3 уточняют общую формулировку задачи. Поэтому после шага 1.3 необходимо вернуться к 1.1 и проверить, нет ли несоответствий в линии 1.1 - 1.2 - 1.3. Если несоответствия есть, их надо устранить, откорректировать линию.

ШАГ 1.4. Выбрать из двух схем конфликта (ТП-1 и ТП-2) ту, которая обеспечивает наилучшее осуществление главного производственного процесса (основной функции технической системы, указанной в условиях задачи).

Указать, что является главным производственным процессом.

ПРИМЕР

В задаче о защите антенны радиотелескопа главная функция системы - прием радиоволн. Поэтому выбрать следует ТП-2: в этом случае проводящие стержни не вредят радиоволнам.

Примечания

12. Выбирая одну из двух схем конфликта, мы выбираем и одно из двух противоположных состояний инструмента. Дальнейшее решение должно быть привязано именно к этому состоянию. Нельзя, например, подменять "малое количество проводников" каким-то "оптимальным количеством". *АРИЗ требует обострения, а не сглаживания конфликта.*

"Вцепившись" в одно состояние инструмента, мы в дальнейшем должны добиться, чтобы при этом состоянии появилось положительное свойство, присущее другому состоянию. Проводников мало, и увеличивать их число мы не будем, но в результате решения молнии должны отводиться так, словно проводников очень много.

13. С определением главного производственного процесса (ГПП) иногда возникают трудности в задачах на измерение. Измерение почти всегда производят ради изменения, т. е. обработки детали, выпуска продукции.

Поэтому ГПП в измерительных задачах - это ГПП всей измерительной системы, а не измерительной ее части. Например, необходимо измерять давление внутри выпускаемых электроламп. ГПП - не измерение давления, а выпуск ламп. Исключением являются только некоторые задачи на измерение в научных целях.

ШАГ 1.5. Усилить конфликт, указав предельное состояние (действие) элементов.

Правило 3. Большая часть задач содержит конфликты типа "много элементов" и "мало элементов" ("сильный элемент" - "слабый элемент" и т. д.). Конфликты типа "мало элементов" при усилении надо приводить к одному виду - "ноль элементов" ("отсутствующий элемент").

ПРИМЕР

Будем считать, что вместо "малого количества проводников" в ТП-2 указан "отсутствующий проводник".

ШАГ 1.6. Записать формулировку модели задачи, указав:

1. конфликтующую пару;
2. усиленную формулировку конфликта;
3. что должен сделать вводимый для решения задачи икс-элемент (что он должен сохранить и что должен устранить, улучшить, обеспечить и т.д.).

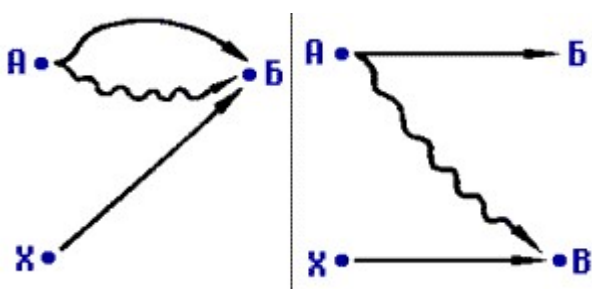
ПРИМЕР

Даны отсутствующий проводник и молния. Отсутствующий проводник не создает помех (при приеме радиоволн антенной), но и не обеспечивает защиту от молний. Необходимо найти такой икс-элемент, который, сохраняя способность отсутствующего проводника не создавать помех (антенне), обеспечивал бы защиту от молний.

Примечания

14. Модель задачи условна, в ней искусственно выделена часть элементов технической системы. Наличие остальных элементов только подразумевается. Так, в модели задачи о защите антенны из четырех элементов, необходимых для формулировки задачи (антенна, радиоволны, проводник и молния), остались только два, остальные упоминаются в скобках - их можно было бы вообще не упоминать.

15. После шага 1.6 следует обязательно вернуться к **1.1** и проверить логику построения модели задачи. При этом часто оказывается возможным уточнить выбранную схему конфликта, указав в ней X-элемент, например, так:



16. Икс-элемент не обязательно должен оказаться какой-то новой вещественной частью системы. Икс-элемент - это некое изменение в системе, некий икс вообще. Он может быть равен, например, изменению температуры или агрегатного состояния какой-то части системы или внешней среды.

ШАГ 1.7. Проверить возможность применения **системы стандартов** к решению модели задачи. Если задача не решена, перейти ко второй части АРИЗ. Если задача решена, можно перейти к седьмой части АРИЗ, хотя и в этом случае рекомендуется продолжить анализ со второй части.

Примечание

17. Анализ по первой части АРИЗ и построение модели существенно проясняют задачу и во многих случаях позволяют увидеть стандартные черты в нестандартных задачах. Это открывает возможность более эффективного использования **стандартов**, чем при применении их в исходной формулировке задачи.

ТАБЛИЦА 1
СХЕМЫ ТИПИЧНЫХ КОНФЛИКТОВ В МОДЕЛЯХ ЗАДАЧ

1. ПРОТИВОДЕЙСТВИЕ

А действует на Б полезно (сплошная стрелка), но при этом постоянно или на отдельных этапах возникает обратное вредное действие (волнистая стрелка).



Требуется устранить вредное действие, сохранив полезное действие.

ПРИМЕРЫ

- Задача об отделении опалубки после затвердевания бетона (Техника и наука, 1981, № 5-7);
- задача о размыкателе (Техника и наука, 1981, № 3-5);
- задача о мешалке для расплава стали (Техника и наука, 1981, № 8).

2. СОПРЯЖЕННОЕ ДЕЙСТВИЕ

Полезное действие А на Б в чем-то оказывается вредным действием на это же Б (например, на разных этапах работы одно и то же действие может быть то полезным, то вредным).



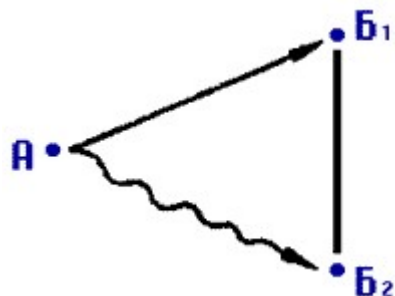
Требуется устранить вредное действие, сохранив полезное.

ПРИМЕР

- Задача о вводе порошка в расплав металла (Техника и наука, 1980, № 8).

3. СОПРЯЖЕННОЕ ДЕЙСТВИЕ

Полезное действие А на одну часть Б оказывается вредным для другой части Б.



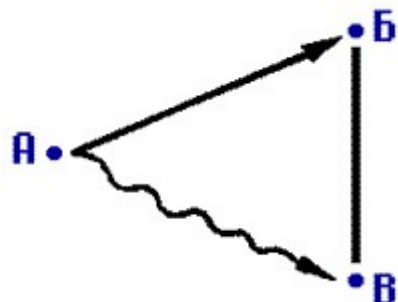
Требуется устранить вредное действие на Б2, сохранив полезное действие на Б1.

ПРИМЕР

- Задача о "Бегущей по волнам" (Техника и наука, 1981, № 2).

4. СОПРЯЖЕННОЕ ДЕЙСТВИЕ

Полезное действие А на Б является вредным действием на В (причем А, Б и В образуют систему).



Требуется устранить вредное действие, сохранив полезное и не разрушив систему.

ПРИМЕР

- Задача о кабине стратостата (Техника и наука, 1980, № 2).

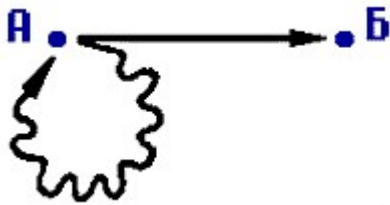
5. СОПРЯЖЕННОЕ ДЕЙСТВИЕ

Полезное действие А на Б сопровождается вредным действием на само А (в частности, вызывая усложнение А).

Требуется устранить вредное действие, сохранив полезное.

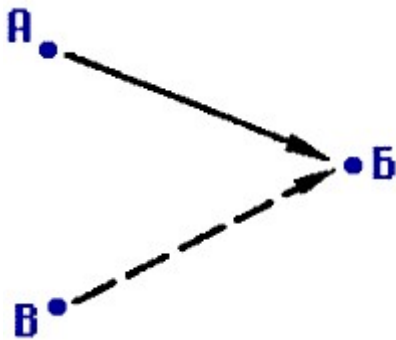
ПРИМЕР

- Задача о паяльнике (Техника и наука, 1980, № 4).



6. НЕСОВМЕСТИМОЕ ДЕЙСТВИЕ

Полезное действие А на Б несовместимо с полезным действием В на Б (например, обработка несовместима с измерением).



Требуется обеспечить действие В на Б (пунктирная стрелка), не меняя действия А на Б.

ПРИМЕРЫ

- Задача об измерении диаметра шлифовального круга в процессе работы (Техника и наука, 1980, № 7);
- задача о киноаппарате и гермошлеме (Техника и наука, 1981, № 9).

7. НЕПОЛНОЕ ДЕЙСТВИЕ ИЛИ БЕЗДЕЙСТВИЕ

А оказывает на Б одно действие, а нужны два равных действия. Или А не действует на Б. Иногда А вообще не дано: надо изменить Б, а каким образом - неизвестно.



Требуется обеспечить действие на Б при минимально простом А.

ПРИМЕРЫ

- Задача о смазке валков при прокате (Техника и наука. 1981. №7-8); задача о получении высокого давления (Техника и наука, 1979, №6).



8. "БЕЗМОЛВИЕ"

Нет информации (волнистая пунктирная стрелка) об А, Б или взаимодействии А и Б. Иногда дано только Б.



Требуется получить необходимую информацию.

9. НЕРЕГУЛИРУЕМОЕ (В ЧАСТНОСТИ, ИЗБЫТОЧНОЕ) ДЕЙСТВИЕ

А действует на Б нерегулируемо (например постоянно), а нужно регулируемое действие (например, переменное).



Требуется сделать действие А на Б регулируемым (штрих-пунктирная стрелка).

ПРИМЕРЫ

- Задача о сливе стекла из ковша (Техника и наука. 1979. №10);
- задача об ампуле (Техника и наука. 1981. №9).

Шаг 2.1. Определить оперативную зону (ОЗ)

Шаг 2.2. Определить оперативное время (ОВ)

Шаг 2.3. Определить вещественно-полевые ресурсы (ВПР)

Цель второй части АРИЗ - учет имеющихся ресурсов, которые можно использовать при решении задачи: ресурсов пространств, времени, веществ и полей.

ШАГ 2.1. Определить оперативную зону (ОЗ).

Примечание

18. В простейшем случае оперативная зона - это пространство, в пределах которого возникает конфликт, указанный в модели задачи.

ПРИМЕР

В задаче об антенне ОЗ - пространство, ранее занимаемое молниеотводом, т.е. мысленно выделенный "пустой" стержень, "пустой" столб.

ШАГ 2.2. Определить оперативное время (ОВ).

Примечание

19. Оперативное время - это имеющиеся ресурсы времени:

конфликтное время T_1 и

время до конфликта T_2 .

Конфликт (особенно быстротечный, кратковременный) иногда может быть устранен (предотвращен) в течение T_2 .

ПРИМЕР

В задаче об антенне оперативное время является суммой T_1 (время разряда молнии) и T_2 (время до следующего разряда). T_2 нет.

ШАГ 2.3. Определить вещественно-полевые ресурсы (ВПР) рассматриваемой системы, внешней среды и изделия. Составить список ВПР.

Примечания

20. Вещественно-полевые ресурсы - это вещества и поля, которые уже имеются или могут быть легко получены по условиям задачи. ВПР бывают трех видов:

1. Внутрисистемные

а) ВПР инструмента;

б) ВПР изделия.

2. Внешнесистемные

а) ВПР среды, специфической именно для данной задачи, например, вода в задаче о частицах в жидкости оптической чистоты;

б) ВПР, общие для любой внешней среды, "фоновые" поля, например, гравитационные, магнитное поле Земли.

3. Надсистемные

а) отходы посторонней системы (если такая система доступна по условию задачи),

б) "копеечные" - очень дешевые посторонние элементы, стоимостью которых можно пренебречь.

При решении конкретной мини-задачи желательно получить результат при *минимальном расходе ВПР*. Поэтому целесообразно использовать в первую очередь внутрисистемные ВПР, затем внешнесистемные ВПР

и в последнюю очередь надсистемные ВПР. При развитии же полученного ответа и при решении задач на прогнозирование (т. е. макси-задач) целесообразно задействовать *максимум различных ВПР*.

21. Как известно, изделие - неизменяемый элемент. Какие же ресурсы могут быть в изделии? Изделие действительно нельзя изменять, т. е. нецелесообразно менять при решении мини-задачи.

Но иногда изделие может:

- а) изменяться само;
- б) допускать расходование (т. е. изменение) какой-то части, когда его (изделия) в целом неограниченно много (например, ветер и т.д.);
- в) допускать переход в надсистему (кирпич не меняется, но меняется дом);
- г) допускать использование микроуровневых структур;
- д) допускать соединение с "ничем", т.е. с пустотой;
- е) допускать изменение на время.

Таким образом, изделие входит в ВПР лишь в тех сравнительно редких случаях, когда его можно *легко менять, не меняя*.

22. ВПР - это имеющиеся ресурсы. Их выгодно использовать в первую очередь. Если они окажутся недостаточными, можно привлечь другие вещества и поля. Анализ ВПР на шаге 2.3 является предварительным.

ПРИМЕР

В задаче о защите антенны фигурирует "отсутствующий молниеотвод". Поэтому в ВПР входят только вещества и поля внешней среды. В данном случае ВПР - это воздух.

ЧАСТЬ 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИКР И ФП

Шаг 3.1. Формулировка идеального конечного результата (ИКР-1)

Шаг 3.2. Усиление формулировки ИКР-1

Шаг 3.3. Формулировка физического противоречия (ФП) на макроуровне

Шаг 3.4. Формулировка физического противоречия на микроуровне

Шаг 3.5. Формулировка идеального конечного результата (ИКР-2)

Шаг 3.6. Применение стандартов

В результате применения третьей части АРИЗ должен сформулироваться образ идеального решения (ИКР). Определяется также и физическое противоречие (ФП), мешающее достижению ИКР. Не всегда возможно достичь идеального решения. Но ИКР указывает направление на наиболее сильный ответ.

ШАГ 3.1. Записать формулировку ИКР-1:

икс-элемент,
абсолютно *не усложняя систему* и не вызывая вредных явлений,
устраняет
(указать вредное действие)
в течение оперативного времени (ОВ)
в пределах оперативной зоны (ОЗ),
сохраняя способность инструмента совершать
(указать полезное действие).

ПРИМЕР

*Икс-элемент,
абсолютно не усложняя систему и не вызывая вредных явлений,
устраняет в течение ОВ
"непритягивание" молнии отсутствующим проводящим стержнем,
сохраняя способность этого стержня
не создавать помех для антенны.*

Примечание

23. Кроме конфликта "вредное действие связано с полезным действием" возможны и другие конфликты, например "введение нового полезного действия вызывает усложнение системы" или "одно полезное действие несовместимо с другим". Поэтому приведенная в 3.1 формулировка ИКР - только образец, по типу которого необходимо записывать ИКР.

Общий смысл любых формулировок ИКР: приобретение полезного качества (или устранение вредного) не должно сопровождаться ухудшением других качеств (или появлением вредного качества).

ШАГ 3.2. Усилить формулировку ИКР-1 дополнительным требованием: в систему нельзя вводить новые вещества и поля, необходимо использовать ВПР.

ПРИМЕР

В модели задачи о защите антенны инструмента нет ("отсутствующий молниеотвод"). По примечанию 24 в формулировку ИКР-1 следует ввести внешнюю среду, т. е. заменить икс-элемент словом "воздух" (можно точнее: "столб воздуха на месте отсутствующего молниеотвода").

Примечание

24. При решении мини-задачи, в соответствии с примечанием 20 и 21, следует рассматривать используемые ВПР в такой последовательности:

- ВПР инструмента;
- ВПР внешней среды;
- побочные ВПР;
- ВПР изделия (если нет запрета по примечанию 21).

Наличие разных ВПР обуславливает существование четырех линий дальнейшего анализа. Практически условия задачи обычно сокращают часть линий. При решении мини-задачи достаточно вести анализ до получения идеи ответа; если идея получена, например, на "линии инструмента", можно не проверять другие линии. При решении макси-задачи целесообразно проверить все существующие в данном случае линии, т. е., получив ответ, например, на "линии инструмента", следует проверить также линии внешней среды, побочных ВПР и изделия.

При обучении АРИЗ последовательный анализ постепенно заменяется параллельным: вырабатывается умение переносить идею ответа с одной линии на другую. Это - так называемое "многоэкранное мышление": умение одновременно видеть изменения в надсистеме, системе и подсистемах.

ВНИМАНИЕ!

Решение задачи сопровождается ломкой старых представлений. Возникают новые представления, с трудом отражаемые словами. Как, например, обозначить свойства краски растворяться, не растворяясь (красить, не крася...)?

При работе с АРИЗ записи надо вести простыми, не техническими, даже "детскими" словами, всячески избегая спецтерминов (они увеличивают психологическую инерцию).

ШАГ 3.3. Записать формулировку физического противоречия на макроуровне:

оперативная зона
в течение оперативного времени
должна (указать физическое макросостояние, например "быть горячей"),
чтобы выполнять (указать одно из конфликтующих действий),
и не должна (указать противоположное физическое макросостояние, например "быть холодной"),

чтобы выполнять (указать другое конфликтующее действие или требование).

Примечания

25. Физическим противоречием (ФП) называют противоположные требования к физическому состоянию оперативной зоны.

26. Если составление полной формулировки ФП вызывает затруднения, можно составить *краткую* формулировку:

элемент (или часть элемента в оперативной зоне)

должен быть, чтобы (указать),

и не должен быть, чтобы (указать).

ПРИМЕР

Столб воздуха в течение ОВ должен быть электропроводным, чтобы отводить молнию, и должен быть неэлектропроводным, чтобы не поглощать радиоволны.

Эта формулировка наводит на ответ: столб воздуха должен быть электропроводным *при разряде молнии* и должен быть неэлектропроводным *в остальное время*. Разряд молнии сравнительно редкое явление, к тому же очень быстро проходящее. Закон согласования ритмики: периодичность появления громоотвода должна быть та же, что и периодичность появления молнии.

Это, конечно, не весь ответ. Как, например, сделать, чтобы столб воздуха при появлении разряда превращался в проводник? Как сделать, чтобы проводник исчезал сразу по окончании разряда?

ШАГ 3.4. Записать формулировку физического противоречия *на микроуровне*:

в оперативной зоне

должны быть частицы вещества (указать их физическое состояние или действие), чтобы обеспечить (указать требуемое по 3.3. макросостояние), и не должны быть такие частицы (или должны быть частицы с противоположным состоянием или действием), чтобы обеспечить (указать требуемое по 3.3. другое макросостояние).

ПРИМЕР

В столбе воздуха (при разряде молнии) должны быть свободные заряды, чтобы обеспечить электропроводность (для отвода молнии), и не должны быть (в остальное время) свободные заряды, чтобы не было электропроводности (из-за которой поглощаются радиоволны).

Примечания

27. При выполнении шага 3.4. еще нет необходимости конкретизировать понятие "частицы". Это могут быть, например, домены, молекулы, ионы и т.д.

28. Частицы могут оказаться: а) просто частицами вещества, б) частицами вещества в сочетании с каким-то полем и (реже) в) "частицами поля".

29. Если задача имеет решение только на макроуровне, 3.4. может не получиться, потому что дает дополнительную информацию: задача решается на макроуровне.

ВНИМАНИЕ!

Три первые части АРИЗ существенно перестраивают исходную задачу. Итог этой перестройки подводит шаг 3.5. Составляя формулировку ИКР-2, мы одновременно получаем новую задачу - физическую. В дальнейшем надо решать именно эту задачу.

ШАГ 3.5. Записать формулировку идеального конечного результата ИКР-2:

оперативная зона (указать)
в течение оперативного времени (указать)
должна сама обеспечивать (указать противоположные физические макро- или микросостояния).

ПРИМЕР

Нейтральные молекулы в столбе воздуха должны сами превращаться в свободные заряды при разряде молнии, а после разряда молнии свободные заряды должны сами превращаться в нейтральные молекулы.

Смысл новой задачи: на время разряда молнии в столбе воздуха в отличие от окружающего воздуха должны сами собой появляться свободные заряды, тогда столб ионизированного воздуха сработает как "молниеотвод"

и "притянет" молнию к себе. После разряда молнии свободные заряды в столбе воздуха должны сами собой вновь стать нейтральными молекулами. Для решения этой задачи достаточно знать физику 9-го класса...

ШАГ 3.6. Проверить возможность применения **системы стандартов** к решению физической задачи, сформулированной в виде ИКР-2. Если задача не решена, перейти к четвертой части АРИЗ.

Если задача решена, можно перейти к седьмой части АРИЗ, хотя и в этом случае рекомендуется продолжить анализ по **четвертой части**.

ЧАСТЬ 4. МОБИЛИЗАЦИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ ВПР

Шаг 4.1. Моделирование "маленькими человечками" (ММЧ)

Шаг 4.2. "Шаг назад от ИКР"

Шаг 4.3. Применение смеси ресурсных веществ

Шаг 4.4. Замена имеющихся ресурсных веществ

Шаг 4.5. Применение веществ, производных от ресурсных

Шаг 4.6. Введение электрического поля

Шаг 4.7. Введение пары "поле - добавка вещества, отзывающегося на поле"

Ранее - на **шаге 2.3.** - были определены имеющиеся ВПР, которые можно использовать бесплатно. Четвертая часть АРИЗ включает планомерные операции по увеличению ресурсов: рассматриваются производные ВПР, получаемые почти бесплатно путем минимальных изменений имеющихся ВПР. **Шаги 3.3. - 3.5.** начали переход от задачи к ответу, основанному на использовании физики; четвертая часть АРИЗ продолжает эту линию.

Правило 4. Каждый вид частиц, находясь в одном физическом состоянии, должен выполнять одну функцию. Если частицы А не справляются с действиями 1 и 2, надо ввести частицы Б; частицы А выполняют действие 1, а частицы Б - действие 2.

Правило 5. Введенные частицы Б можно разделить на две группы: Б-1 и Б-2. Это позволяет "бесплатно" - за счет взаимодействия между уже имеющимися частицами Б - получить новое действие - 3.

Правило 6. Разделение частиц на группы выгодно и в тех случаях, когда в системе должны быть только частицы А; одну группу частиц А оставляют в прежнем состоянии, у другой группы меняют главный для данной задачи параметр.

Правило 7. Разделенные или введенные частицы после отработки должны стать неотличимыми друг от друга или от ранее имевшихся частиц.

Примечание

30. Правила 4-7 относятся ко всем шагам четвертой части АРИЗ.

ШАГ 4.1. Метод ММЧ.

- а) используя метод ММЧ (моделирование "маленькими человечками"), построить схему конфликта;
- б) изменить схему А так, чтобы "маленькие человечки" действовали, не вызывая конфликта;
- в) перейти к технической схеме.

Примечания

31. Метод моделирования "маленькими человечками" состоит в том, что конфликтующие требования схематически представляют в виде условного рисунка (или нескольких последовательных рисунков), на котором действует большое число "маленьких человечков" (группа, несколько групп, "толпа"). Изображать в виде "маленьких человечков" следует только изменяемые части модели задачи (инструмент, икс-элемент).

"Конфликтующие требования" - это конфликт из модели задачи или противоположные физические состояния, указанные на **шаге 3.5.** Вероятно, лучше последнее, но пока нет четких правил перехода от физической задачи (**3.5**) к ММЧ, легче рисовать "конфликт" в модели задачи.

Шаг 4.1(б) часто можно выполнить, совместив на одном рисунке два изображения: плохое действие и хорошее действие. Если события развиваются во времени, целесообразно сделать несколько последовательных рисунков.

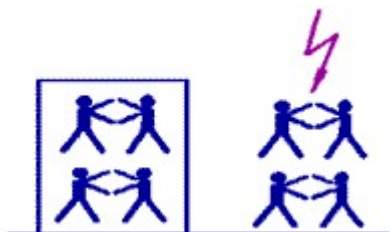
Здесь часто совершают ошибку, ограничиваясь беглыми, небрежными рисунками. Хорошие рисунки:

а) выразительны и понятны без слов;

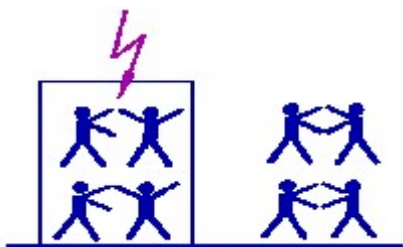
б) дают дополнительную информацию о физпротиворечии, указывая в общем виде пути его устранения.

32. Шаг 4.1. - вспомогательный. Он нужен, чтобы перед мобилизацией ВГР нагляднее представить что, собственно, должны делать частицы вещества в оперативной зоне и близ нее. Метод ММЧ позволяет отчетливее увидеть идеальное действие ("что надо сделать") без физики ("как это сделать"). Благодаря этому снимается психологическая инерция, фокусируется работа воображения. Таким образом, ММЧ - метод психологический. Но моделирование "маленькими человечками" осуществляется с учетом законов развития технических систем. Поэтому ММЧ нередко приводит к техническому решению задачи. Прерывать решение в этом случае не надо, мобилизация ВГР обязательно должна быть проведена.

ПРИМЕР



а) Человечки внутри мысленно выделенного столба воздуха ничем не отличаются от человечков воздуха за пределами столба. Те и другие одинаково нейтральны (на рисунке это показано условно: человечки держат друг друга, руки у них заняты, человечки не хватают молнию).



б) По правилу 6 надо разделить человечков на две группы: человечки вне столба пусть остаются без изменений (нейтральные пары), а человечки в столбе, оставаясь в парах (т.е. оставаясь нейтральными), пусть высвободят одну руку, как бы символизируя их стремление притянуть молнию.

(Возможны и другие рисунки. Но в любом случае ясна необходимость разделить человечков на две группы, изменить состояние человечков в столбе.)

в) Молекула воздуха (в столбе), оставаясь нейтральной молекулой, должна быть более склонна к ионизации, распаду. Простейший прием - уменьшение давления воздуха внутри столба.

ВНИМАНИЕ!

Цель мобилизации ресурсов при решении мини-задачи не в том, чтобы использовать все ресурсы. Цель иная - при минимальном расходе ресурсов получить один максимально сильный ответ.

ШАГ 4.2. Если из условий задачи известно, какой должна быть готовая система, и задача сводится к определению способа получения этой системы, можно использовать метод "шаг назад от ИКР". Изображают готовую систему, а затем вносят в рисунок минимальное демонтирующее изменение.

Например, если в ИКР две детали соприкасаются, то при минимальном отступлении от ИКР между деталями надо показать зазор. Возникает новая задача (микро-задача): как устранить дефект?

Разрешение такой микро-задачи обычно не вызывает затруднений и часто подсказывает способ решения общей задачи.

ШАГ 4.3. Определить, решается ли задача применением смеси ресурсных веществ.

Примечания

33. Если бы для решения могли быть использованы ресурсные вещества (в том виде, в каком они даны) задача, скорее всего, не возникла или была бы решена автоматически. Обычно нужны новые вещества, но введение их связано с усложнением системы, появлением побочных вредных факторов и т.д. Суть работы с ВГР в четвертой части АРИЗ в том, чтобы обойти это противоречие и ввести новые вещества, не вводя их.

34. Шаг 4.3. состоит (в простейшем случае) в переходе от двух моновеществ к *неоднородному* бивеществу.

Может возникнуть вопрос: возможен ли переход от моновещества *однородному* бивеществу или поливеществу? Аналогичный переход от системы к однородной бисистеме или полисистеме применяется очень широко (отражен в стандарте 3.1.1). Но в этом стандарте речь идет об объединении *систем*, а на шаге 4.3. рассматривается объединение *веществ*. При объединении двух одинаковых систем возникает новая система. А при объединении двух "кусков" вещества происходит простое увеличение количества.

Один из механизмов образования новой системы при объединении одинаковых систем состоит в том, что в объединенной системе сохраняются *границы* между объединившимися системами. Так, если моносистема - лист, то полисистема - блокнот, а не один очень толстый лист. Но сохранение границ требует введения второго (граничного) вещества (пусть это будет даже пустота). Отсюда шаг 4.4. - создание неоднородной квазиполисистемы, в которой роль второго - граничного - вещества играет пустота. Правда, пустота - необычный партнер. При смешивании вещества и пустоты границы не всегда видны. Но новое качество появляется, а именно это и нужно.

ШАГ 4.4. Определить, решается ли задача заменой имеющихся ресурсных веществ пустотой или смесью ресурсных веществ с пустотой.

ПРИМЕР

Смесь воздуха и пустоты - это воздух под пониженным давлением. Из курса физики 9-го класса известно, что при уменьшении давления газа, уменьшается и напряжение, необходимое для возникновения разряда. Теперь ответ на задачу об антенне получен практически полностью. А.с. 177 497: "Молниеотвод, отличающийся тем, что, с целью придания ему свойства радиопрозрачности, он выполнен в виде изготовленной из диэлектрического материала герметически закрытой трубы, давление воздуха в которой выбрано из условия наименьших газоразрядных градиентов, вызываемых электрическим полем развивающейся молнии".

Примечание

35. Пустота - исключительно важный вещественный ресурс. Она всегда имеется в неограниченном количестве, предельно дешева, легко смешивается с имеющимися веществами, образуя, например, полые и пористые структуры, пену, пузырьки и т.д.

Пустота - это не обязательно вакуум. Если вещество твердое, пустота в нем может быть заполнена жидкостью или газом. Если вещество жидкое, пустота может быть газовым пузырьком. Для вещественных структур определенного уровня пустотой являются структуры нижних уровней (см. примечание 37). Так, для кристаллической решетки пустотой являются отдельные молекулы, отдельные атомы и т.д.

ШАГ 4.5. Определить, решается ли задача применением веществ, *производных* от ресурсных (или применением смеси этих производных веществ с "пустотой").

Примечание

36. Производные ресурсные вещества получают изменением агрегатного состояния имеющихся ресурсных веществ. Если, например, ресурсное вещество жидкость, к производным относятся лед и пар. Производными считаются и продукты разложения ресурсных веществ. Так, для воды производными будут водород и кислород. Для многокомпонентных веществ производные - их компоненты. Производными являются также вещества, образующие при разложении или сгорании ресурсные вещества.

Правило 8. Если для решения задачи нужны частицы вещества (например, ионы), а непосредственное их получение невозможно по условиям задачи, требуемые частицы надо получить разрушением вещества более высокого структурного уровня (например, молекул).

Правило 9. Если для решения задачи нужны частицы вещества (например, молекулы) и невозможно получить их непосредственно или по правилу 8, требуемые частицы надо получать достройкой или объединением частиц более низкого структурного уровня (например, ионов).

Правило 10. При применении правила 8 простейший путь - разрушение ближайшего вышестоящего "целого" или "избыточного" (отрицательные ионы) уровня, а при применении правила 9 простейший путь - достройка ближайшего нижестоящего "нецелого" уровня.

Примечание

37. Вещество представляет собой многоуровневую иерархическую систему. С достаточной для практических целей точностью иерархию уровней можно представить так:

- минимально обработанное вещество (простейшее техновещество, например, проволока);
- "сверхмолекулы": кристаллические решетки, полимеры, ассоциации молекул;
- сложные молекулы;
- молекулы;
- части молекул, группы атомов;
- атомы;
- части атомов;
- элементарные частицы;
- поля.

Суть правила 8: новое вещество можно получить обходным путем - разрушением более крупных структур ресурсных веществ или таких веществ, которые могут быть введены в систему.

Суть правила 9: возможен и другой путь - достройка менее крупных структур.

Суть правила 10: разрушать выгоднее "целые частицы (молекулы, атомы), поскольку нецелые частицы (положительные ионы) уже частично разрушены и сопротивляются дальнейшему разрушению; достраивать, наоборот, выгоднее нецелые частицы, стремящиеся к восстановлению.

Правила 8-10 указывают эффективные пути получения производных ресурсных веществ из "недр" уже имеющихся или легко вводимых веществ. Правила наводят на физэффект, необходимый в том или ином конкретном случае.

ШАГ 4.6. Определить, решается ли задача введением вместо вещества электрического поля или взаимодействием двух электрических полей.

ПРИМЕР

Известен способ разрыва труб скручиванием (а. с. №182671). При скручивании трубы приходится механически зажимать, это вызывает их деформацию. Предложено возбуждать крутящий момент в самой трубе - за счет электродинамических сил (а.с. №342759).

Примечание

38. Если использование ресурсных веществ - имеющихся и производных - недопустимо по условиям задачи, надо использовать электроны - подвижные (ток) или неподвижные. Электроны - "вещество", которое всегда есть в имеющемся объекте. К тому же электроны - вещество в сочетании с полем, что обеспечивает высокую управляемость.

ШАГ 4.7. Определить, решается ли задача применением пары "поле - добавка вещества, отзывающегося на поле" (например, "магнитное поле - ферровещество", "ультрафиолет - люминофор", "тепловое поле - металл с памятью формы" и т.д.)

Примечание

39. На шаге **2.3** рассмотрены уже имеющиеся ВПР. Шаги **4.3-4.5** относятся к ВПР, производным от имеющихся. Шаг **4.6** - частичный отход от имеющихся и производных ВПР: вводят "посторонние" поля. Шаг 4.7 - еще одно отступление: вводят "посторонние" вещества и поля.

Решение мини-задачи тем идеальнее, чем меньше затраты ВПР. Однако не каждая задача решается при малом расходе ВПР. Иногда приходится отступать, вводя "посторонние" вещества и поля. Делать это надо только при действительной необходимости, если никак нельзя обойтись наличным ВПР.

ЧАСТЬ 5. ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМФОНДА

[Шаг 5.1. Применение стандартов](#)

[Шаг 5.2. Применение задач аналогов](#)

[Шаг 5.3. Приемы разрешения физических противоречий](#)

[Шаг 5.4. Применение "указателя физэффектов"](#)

Во многих случаях четвертая часть АРИЗ приводит к решению задачи. В таких случаях можно переходить к [седьмой части](#). Если же после [4.7](#) ответа нет, надо пройти пятую часть.

Цель пятой части АРИЗ - использование опыта, сконцентрированного в информационном фонде ТРИЗ. К моменту ввода в пятую часть АРИЗ задача существенно проясняется - становится возможным ее прямое решение с помощью информационного фонда.

ШАГ 5.1. Рассмотреть возможность решения задачи (в формулировке ИКР-2 и с учетом ВПР, уточненных в четвертой части) [по стандартам](#).

Примечание

40. Возврат к [стандартам](#) происходит, в сущности, уже на шагах [4.6](#) и [4.7](#). До этих шагов главной идеей было использование имеющихся ВПР, по возможности избегая новых веществ и полей. Если задачу не удается решить в рамках имеющихся и производных ВПР, приходится вводить новые вещества и поля. Большинство стандартов как раз и относятся к технике введения добавок.

ШАГ 5.2. Рассмотреть возможность решения задачи (в формулировке ИКР-2 с учетом ВПР, уточненных в четвертой части) по аналогии с еще нестандартными задачами, ранее решенными по АРИЗ.

Примечание

41. При бесконечном многообразии изобретательских задач число физических противоречий, на которых "держатся" эти задачи, сравнительно невелико.

Поэтому значительная часть задач решается по аналогии с другими задачами, содержащими аналогичное физпротиворечие. Внешне задачи могут быть весьма различными, аналогия выявляется только после анализа - на уровне физпротиворечия.

ШАГ 5.3. Рассмотреть возможность устранения физического противоречия с помощью типовых преобразований (таблица 2 ["Разрешение физических противоречий"](#)).

Правило 11. Пригодны только те решения, которые совпадают с ИКР или практически близки к нему.

ШАГ 5.4. Применение "Указателя физэффектов".

Рассмотреть возможность устранения физпротиворечия с помощью "Указателя применения физических эффектов и явлений".

Примечание

42. Разделы "Указателя применения физических эффектов и явлений" опубликованы в журнале "Техника и наука" (1981. N 1-9; 1983. N 3-8), а также в книге "Дерзкие формулы творчества" (Петрозаводск: Карелия, 1987).

ЧАСТЬ 6. ИЗМЕНЕНИЕ ИЛИ ЗАМЕНА ЗАДАЧИ

[Шаг 6.1. Переход от физического ответа к техническому](#)

[Шаг 6.2. Проверка формулировки задачи на сочетание нескольких задач](#)

[Шаг 6.3. Изменение задачи](#)

[Шаг 6.4. Переформулировка мини-задачи](#)

Простые задачи решаются буквальным преодолением ФП, например разделением противоречивых свойств во времени или в пространстве. Решение сложных задач обычно связано с изменением смысла задачи - снятием первоначальных ограничений, психологической инерцией и до решения кажущихся самоочевидными. Например, увеличение скорости "ледокола" достигается переходом к "ледоНЕколу". Вечная "краска" оказывается не краской в буквальном смысле слова, а пузырьками газа, возникающими при электролизе. Для правильного понимания задачи необходимо ее сначала решить: изобретательские задачи не могут быть сразу поставлены точно. Процесс решения, в сущности, есть процесс корректировки задачи.

ШАГ 6.1. Если задача решена, перейти от физического ответа к техническому: сформулировать способ и дать принципиальную схему устройства, осуществляющего этот способ.

ШАГ 6.2. Если ответа нет, проверить - не является ли **формулировка 1.1** сочетанием нескольких разных задач. В этом случае следует изменить **1.1**, выделив отдельные задачи для поочередного решения (обычно достаточно решить одну главную задачу).

ПРИМЕР

Задача: "Как запаивать звенья тонких и тончайших золотых цепочек? Вес 1 метра такой цепочки всего 1 грамм. Нужен способ, позволяющий запаивать за день десятки и сотни метров цепочки".

Задача разбивается на ряд подзадач:

- а) как ввести микродозы припоя в зазоры звеньев?*
- б) как обеспечить нагрев внесенных микродоз припоя без вреда для всей цепочки?*
- в) как убрать излишки припоя, если они есть?*

Главная задача - внесение микродоз припоя в зазоры.

ШАГ 6.3. Если ответа нет, изменить задачу, выбрав **на шаге 1.4** другое ТП.

ПРИМЕР

При решении задач на измерение и обнаружение выбор другого ТП часто означает отказ от усовершенствования измерительной части и изменение всей системы так, чтобы необходимость в измерении вообще отпала (стандарт 4.1.1).

Характерный пример - решение задачи о последовательной перекачке нефтепродуктов по одному нефтепроводу. При применении жидкого разделителя или прямой (без разделителя) транспортировке, задача состоит в возможно более точном контроле за составом "стыковых" участков перекачиваемых нефтепродуктов.

Эта измерительная задача была превращена в "изменительную": как вообще избежать смешивания нефтепродуктов с разделительной жидкостью?

Решение: пусть жидкости бесконтрольно смешиваются, но в конечном пункте жидкость-разделитель должна сама превращаться в газ и уходить из резервуара (подробно см.: Альтшуллер Г. Алгоритм изобретения. 2-е изд. М., 1973г. с. 207-209, 270-271).

ШАГ 6.4. Если ответа нет, вернуться **к шагу 1.1**, и заново сформулировать мини-задачу, отнеся ее к надсистеме. При необходимости такое возвращение совершают несколько раз - с переходом к наднадсистеме и т.д.

ПРИМЕР

Типичным примером является решение задачи о газотеплозащитном скафандре (подробно см.: Альтшуллер Г. Алгоритм изобретения, 2-е изд. М., 1973г. с. 105-110).

Первоначально была поставлена задача на создание холодильного костюма. Но обеспечить требуемую холодильную мощность при заданном весе системы оказалось физически невозможно.

Задача была решена переходом к надсистеме. Создан газотеплозащитный скафандр, одновременно выполняющий функции холодильного костюма и дыхательного защитного прибора. Скафандр работает на жидком кислороде, который сначала испаряется и нагревается, обеспечивая теплоотвод, а потом идет на дыхание. Переход к надсистеме позволил в 2-3 раза увеличить допустимый весовой предел.

ЧАСТЬ 7. АНАЛИЗ СПОСОБА УСТРАНЕНИЯ ФП

Шаг 7.1. Контроль ответа

Шаг 7.2. Предварительная оценка полученного решения

Шаг 7.3. Проверка формальной новизны

Шаг 7.4. Оценка возникающих при внедрении идеи подзадач

Главная цель седьмой части АРИЗ - проверка качества полученного ответа. Физическое противоречие должно быть устранено почти идеально, "без ничего". Лучше потратить 2-3 часа на получение нового - более сильного - ответа, чем потом полжизни бороться за плохо внедряемую слабую идею.

ШАГ 7.1. Контроль ответа. Рассмотреть вводимые вещества и поля. Можно ли не вводить новые вещества и поля, используя ВПР - имеющиеся и производные? Можно ли использовать саморегулируемые вещества? Внести соответствующие поправки в технический ответ.

Примечание

43. Саморегулируемые (в условиях данной задачи) вещества - это такие вещества, которые определенным образом меняют свои физические параметры при изменении внешних условий, например теряют магнитные свойства при нагревании выше точки Кюри. Применение саморегулируемых веществ позволяет менять состояние системы или проводить в ней измерения без дополнительных устройств.

ШАГ 7.2. Провести предварительную оценку полученного решения.

Контрольные вопросы:

- а) Обеспечивает ли полученное решение выполнение главного требования ИКР-1 ("Элемент сам...")?
- б) Какое физическое противоречие устранено (и устранено ли) полученным решением?
- в) Содержит ли полученная система хотя бы один хорошо управляемый элемент? Какой именно? Как осуществлять управление?
- г) Годится ли решение, найденное для "одноциклового" модели задачи в реальных условиях со многими циклами?

Если полученное решение не удовлетворяет хотя бы одному из контрольных вопросов, вернуться к [1.1](#).

ШАГ 7.3. Проверить (по патентным данным) формальную новизну полученного решения.

ШАГ 7.4. Какие подзадачи возникнут при технической разработке полученной идеи? Записать возможные подзадачи - изобретательские, конструкторские, расчетные, организационные.

ЧАСТЬ 8. ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛУЧЕННОГО ОТВЕТА

Шаг 8.1. Как должна быть изменена надсистема?

Шаг 8.2. Новое применение системы (надсистемы)

Шаг 8.3. Использование полученного ответа при решении других задач

Действительно хорошая идея не только решает конкретную задачу, но и дает универсальный ключ ко многим другим аналогичным задачам. Восьмая часть АРИЗ имеет целью максимальное использование ресурсов найденной идеи.

ШАГ 8.1. Определить, как должна быть изменена надсистема, в которую входит измененная система.

ШАГ 8.2. Проверить, может ли измененная система (или надсистема) применяться по-новому.

ШАГ 8.3. Использовать полученный ответ при решении других технических задач:

- а) сформулировать в обобщенном виде полученный принцип решения;
- б) рассмотреть возможность прямого применения полученного принципа при решении других задач;
- в) рассмотреть возможность использования принципа, обратного полученному;
- г) построить морфологическую таблицу, например, типа "расположение частей - агрегатные состояния изделия" или "использованные поля - агрегатные состояния внешней среды" и рассмотреть возможные перестройки ответа по позициям этих таблиц;
- д) рассмотреть изменение найденного принципа при изменении размеров системы (или главных ее частей): размеры стремятся к нулю, размеры стремятся к бесконечности.

Примечание

44. Если работа ведется не только ради решения конкретной технической задачи, тщательное выполнение шагов 8.3а - 8.3д может стать началом разработки новой теории, исходящей из полученного принципа.

ЧАСТЬ 9. АНАЛИЗ ХОДА РЕШЕНИЯ

Шаг 9.1. Сравнение реального хода решения задачи с теоретическим

Шаг 9.2. Сравнение результата с данными информационного фонда ТРИЗ

Каждая решенная по АРИЗ задача должна повышать творческий потенциал человека. Но для этого необходимо тщательно проанализировать ход решения. В этом смысл девятой (завершающей) части АРИЗ.

ШАГ 9.1. Сравнить реальный ход решения данной задачи с теоретическим (по АРИЗ). Если есть отклонения, записать.

ШАГ 9.2. Сравнить полученный результат с данными информационного фонда ТРИЗ (стандарты, приемы, физэффекты). Если в информационном фонде нет подобного принципа, записать его в предварительный накопитель.

Изучая **эволюцию** технических систем во времени **Генрих Альтшуллер** сформулировал законы развития технических систем, знание которых помогает инженерам предсказывать пути возможных дальнейших улучшений продуктов:

1. Закон увеличения степени идеальности системы.
2. Закон S-образного развития технических систем.
3. Закон динамизации.
4. Закон полноты частей системы.
5. Закон сквозного прохода энергии.
6. Закон опережающего развития рабочего органа.
7. Закон перехода «моно — би — поли».
8. Закон перехода с макро- на микроуровень.

Закон увеличения степени идеальности системы

Техническая система в своём развитии приближается к **идеальности**. Достигнув идеала, система должна исчезнуть, а её функция продолжать выполняться.

Основные пути приближения к идеалу:

- повышение количества выполняемых функций,
- «свертывание» в рабочий орган,
- переход в надсистему.

При приближении к идеалу техническая система вначале борется с силами природы, затем приспосабливается к ним и, наконец, использует их для своих целей.

Закон увеличения идеальности наиболее эффективно применяется к тому элементу, который непосредственно расположен в зоне возникновения конфликта или сам порождает нежелательные явления. При этом повышение степени идеальности, как правило, осуществляется применением незадействованных ранее ресурсов (веществ, полей), имеющихся в зоне возникновения задачи. Чем дальше от зоны возникновения конфликта будут взяты ресурсы, тем в меньшей степени удастся продвинуться к идеалу.

Закон S-образного развития технических систем]

Эволюцию множества систем можно изобразить [логистической кривой](#), показывающей, как меняются во времени темпы её развития. Выделяются три характерных этапа:

1. **«детство»**. Идёт, как правило, достаточно долго. В этот момент идёт проектирование системы, её доработка, изготовление опытного образца, подготовка к серийному выпуску.
2. **«расцвет»**. Она бурно совершенствуется, становится всё более мощной и производительной. Машина выпускается серийно, её качество улучшается и спрос на неё растёт.
3. **«старость»**. С какого-то момента улучшать систему становится всё труднее. Мало помогают даже крупные увеличения ассигнований. Несмотря на усилия конструкторов, развитие системы не поспевает за всё возрастающими потребностями человека. Она пробуксовывает, топчется на месте, меняет свои внешние очертания, но остаётся такой, какая есть, со всеми своими недостатками. Все ресурсы окончательно выбраны. Если попытаться в этот момент искусственно увеличивать количественные показатели системы или развить её габариты, оставляя прежний принцип, то сама система вступает в конфликт с окружающей средой и человеком. Она начинает больше приносить вреда, чем пользы.

В качестве примера рассмотрим [паровоз](#). Вначале был достаточно долгий экспериментальный этап с единичными несовершенными экземплярами, внедрение которых вдобавок сопровождалось сопротивлением общества. Затем последовало бурное развитие термодинамики, совершенствование паровых машин, железных дорог, сервиса — и паровоз получает публичное признание и инвестиции в дальнейшее развитие. Затем, несмотря на активное финансирование, произошёл выход на природные ограничения: предельный тепловой [КПД](#), конфликт с окружающей средой, неспособность увеличивать мощность без увеличения массы — и, как следствие, в области начался технологический застой. И, наконец, произошло вытеснение паровозов более экономичными и мощными [тепловозами](#), и [электровозами](#). [Паровой двигатель](#) достиг своего идеала — и исчез. Его функции взяли на себя [ДВС](#) и [электромоторы](#) — тоже вначале несовершенные, затем бурно развивающиеся и, наконец, упирающиеся в развитии в свои природные пределы. Затем появится другая новая система — и так бесконечно.

Закон динамизации

Надёжность, стабильность и постоянство системы в динамичном окружении зависят от её способности изменяться. Развитие, а значит и жизнеспособность системы, определяется главным показателем: **степенью динамизации**, то есть способностью быть подвижной, гибкой, приспособляемой к внешней среде, меняющей не только свою геометрическую форму, но и форму движения своих частей, в первую очередь рабочего органа. Чем выше степень динамизации, тем, в общем случае, шире диапазон условий, при которых система сохраняет свою функцию. Например, чтобы заставить крыло самолёта эффективно работать в существенно разных режимах полёта (взлёт, крейсерский полёт, полёт на предельной скорости, посадка), его динамизируют путём добавления [закрылков](#), [предкрылков](#), [интерцепторов](#), системы изменения [стреловидности](#) и проч.

Однако, для подсистем закон динамизации может нарушаться — иногда выгоднее искусственно уменьшить степень динамизации подсистемы, тем самым упростив её, а меньшую стойкость/приспособляемость компенсировать созданием стабильной искусственной среды вокруг неё, защищённой от внешних факторов. Но в итоге совокупная система (над-система) всё же получает большую степень динамизации. Например, вместо того, чтобы приспособлять трансмиссию к загрязнению путём её динамизации (самоочистка, самосмазка, перебалансировка), можно поместить её в герметичный кожух, внутри которого создана среда, наиболее благоприятная для движущихся частей (прецизионные подшипники, масляный туман, подогрев и проч.)

Другие примеры:

- В 10—20 раз снижается сопротивление движению [плуга](#), если его лемех вибрирует с определенной частотой в зависимости от свойств грунта.
- Ковш экскаватора, превратившись в роторное колесо, породил новую высокоэффективную систему добычи полезных ископаемых.
- Автомобильное [колесо](#) из жёсткого деревянного диска с металлическим ободом стало подвижным, мягким и эластичным.

Закон полноты частей системы

Любая техническая система, самостоятельно выполняющая какую-либо функцию, имеет *четыре основные части* — двигатель, трансмиссию, рабочий орган и средство управления. Если в системе отсутствует какая-либо из этих частей, то её функцию выполняет человек или окружающая среда.

Двигатель — элемент технической системы, являющийся преобразователем энергии, необходимой для выполнения требуемой функции. Источник энергии может находиться либо в системе (например, бензин в баке для двигателя внутреннего сгорания автомобиля), либо в надсистеме (электроэнергия из внешней сети для электродвигателя станка).

Трансмиссия — элемент, передающий энергию от двигателя к рабочему органу с преобразованием её качественных характеристик (параметров).

Рабочий орган — элемент, передающий энергию на обрабатываемый объект, и завершающий выполнение требуемой функции.

Средство управления — элемент, регулирующий поток энергии к частям технической системы и согласующий их работу во времени и пространстве.

Анализируя любую автономно работающую систему, будь то холодильник, часы, телевизор или авторучка, везде можно видеть эти четыре элемента.

Примеры:

- Фрезерный станок. Рабочий орган: фреза. Двигатель: электродвигатель станка. Всё что находится между электродвигателем и фрезой можно считать трансмиссией. Средство управления — человек-оператор, рукоятки и кнопки, или программное управление (станок с программным управлением). В последнем случае программное управление «вытеснило» человека-оператора из системы.

Закон сквозного прохода энергии

Итак, любая работающая система состоит из четырёх основных частей и любая из этих частей является потребителем и преобразователем энергии. Но мало преобразовать, надо ещё без потерь передать эту энергию от двигателя к рабочему органу, а от него — на обрабатываемый объект. Это закон сквозного

прохода энергии. Нарушение этого закона ведёт к возникновению противоречий внутри технической системы, что в свою очередь порождает изобретательские задачи.

Главным условием эффективности технической системы с точки зрения энергопроводимости является равенство способностей частей системы по принятию и передаче энергии.

Первое правило энергопроводимости системы

Если элементы при взаимодействии друг с другом образуют систему проводящую энергию с *полезной функцией*, то для повышения её работоспособности в местах контакта должны быть вещества с близкими или одинаковыми уровнями развития.

Второе правило энергопроводимости системы

Если элементы системы при взаимодействии образуют энергопроводящую систему с **вредной функцией**, то для её разрушения в местах контактирования элементов должны быть вещества с различными или противоположными уровнями развития.

Пример:

- При застывании бетон сцепляется с опалубкой, и её трудно потом отделить. Две части хорошо согласовались между собой по уровням развития вещества — оба твёрдые, шероховатые, неподвижные и т. д. Образовалась нормальная энергопроводящая система. Чтобы не допустить её образования, нужно максимальное рассогласование веществ, например: твёрдое — жидкое, шероховатое — скользкое, неподвижное — подвижное. Здесь может быть несколько конструктивных решений — образование прослойки воды, нанесение специальных скользких покрытий, вибрация опалубки и др.

Третье правило энергопроводимости системы

Если элементы при взаимодействии друг с другом образуют энергопроводящую систему с **вредной и полезной функцией**, то в местах контактирования элементов должны быть вещества, уровень развития которых и физико-химические свойства изменяются под воздействием какого-либо управляемого вещества или поля.

Пример:

- Согласно этому правилу выполнено большинство устройств в технике, где требуется соединять и разъединять энергопотоки в системе. Это различные муфты включения в механике, вентили в гидравлике, диоды в электронике и многое другое.

Закон опережающего развития рабочего органа

В технической системе основной элемент — рабочий орган. И чтобы его функция была выполнена нормально, его способности по усвоению и пропусканию энергии должны быть не меньше, чем двигатель и трансмиссия. Иначе он или сломается, или станет неэффективным, переводя значительную часть энергии в бесполезное тепло. Поэтому желательно, чтобы рабочий орган опережал в своём развитии остальные части системы, то есть обладал большей степенью динамизации по веществу, энергии или организации.

Часто изобретатели совершают ошибку, упорно развивая трансмиссию, управление, но не рабочий орган. Такая техника, как правило, не даёт значительного прироста экономического эффекта и существенного повышения КПД.

Пример:

- Производительность токарного станка и его техническая характеристика оставались почти неизменными на протяжении многих лет, хотя интенсивно развивались привод, трансмиссия и средства управления, потому что сам резец как рабочий орган оставался прежним, то есть неподвижной моносистемой на макроуровне. С появлением вращающихся чашечных резцов производительность станка резко поднялась. Ещё больше она возросла, когда была задействована микроструктура вещества резца: под действием электрического тока режущая кромка резца стала колебаться до нескольких раз в секунду и т.п.

Закон перехода «моно — би — поли»

Первый шаг — переход к бисистемам. Это повышает надежность системы. Кроме того, в бисистеме появляется новое качество, которое не было присуще моносистеме. Переход к полисистемам знаменует собой эволюционный этап развития, при котором приобретение новых качеств происходит только за счет количественных показателей. Расширенные организационные возможности расположения однотипных элементов в пространстве и времени позволяют полнее задействовать их возможности и ресурсы окружающей среды.

Примеры:

- Двухмоторный самолет (бисистема) надёжней своего одномоторного собрата и обладает большей маневренностью (новое качество).
- Конструкция комбинированного велосипедного ключа (полисистема) привела к заметному снижению расхода металла и уменьшению габаритов в сравнении с группой отдельных ключей.
- Лучший изобретатель — природа — продублировала особо важные части организма человека: у человека два легких, две почки, два глаза и т. д.
- Многослойная фанера намного прочнее доски тех же размеров.

Предел

Но на каком-то этапе развития в полисистеме начинают появляться сбои. Упряжка из более чем двенадцати лошадей становится неуправляемой, самолет с двадцатью моторами требует многократного увеличения экипажа и трудноуправляем. Возможности системы исчерпались. Что дальше? А дальше полисистема снова становится моносистемой... Но на качественно новом уровне. При этом новый уровень возникает только при условии повышения динамизации частей системы, в первую очередь рабочего органа.

Примеры:

- Многочисленные колёса вездеходов превратились в одну подвижную гусеницу.

Закон перехода с макро- на микроуровень

Переход с макро- на микроуровень — главная тенденция развития всех современных технических систем.

Для достижения высоких результатов задействуются возможности структуры вещества. Вначале используется кристаллическая решетка, затем ассоциации молекул, единичная молекула, часть молекулы, атом и, наконец, части атома.

Пример:

- В погоне за грузоподъемностью на закате поршневой эры самолёты снабжались шестью, двенадцатью и более моторами. Затем рабочий орган — винт — всё же перешел на микроуровень, став газовой струей.