

А. М. Хлыновский

Основы ТРИЗ
(Теория Решения Изобретательских Задач)

Учебное пособие

Санкт-Петербург
2021

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«Санкт-Петербургский государственный университет
промышленных технологий и дизайна»
Высшая школа технологии и энергетики**

А. М. Хлыновский

Основы ТРИЗ
(Теория Решения Изобретательских Задач)

Учебное пособие

Утверждено Редакционно-издательским советом ВШТЭ
СПбГУПТД

Санкт-Петербург
2021

УДК 608.1 (075)
ББК 67.93я7
X614

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор факультета биотехнологии НИУ ИТМО
Г. В. Алексеев;

доктор технических наук, профессор, кафедра промышленной теплоэнергетики
ВШТЭ, Изобретатель СССР
В.Г. Казаков

Хлыновский, А. М.

X614 Основы ТРИЗ (Теория Решения Изобретательских Задач): учеб. пособие /
А. М. Хлыновский. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД, 2021. – 130 с.
ISBN 987-5-91646-270-8

Учебное пособие посвящается основным постулатам и понятиям ТРИЗ – «теории решения изобретательских задач», разработанной более шестидесяти лет назад советским инженером, изобретателем Генрихом Сауловичем Альтшуллером. По многочисленным отзывам специалистов из различных отраслей промышленности, созданная им методика изобретательства принесла огромную пользу широкому кругу разработчиков новой техники.

Пособие предназначено для подготовки бакалавров и магистров технических и инженерно–физических факультетов энергетических, политехнических и технических высших учебных заведений. Представляет интерес для научных и инженерно–технических специалистов в технических отраслях промышленности и коммунального хозяйства, а также для аспирантов и преподавателей высших учебных заведений

УДК 608.1 (075)
ББК 67.93я7

ISBN 987-5-91646-270-8

© ВШТЭ СПбГУПТД, 2021
© Хлыновский А. М., 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
ТЕМА 1. ОСНОВЫ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	8
1.1. Методы технического творчества	9
1.2. Теория решения изобретательских задач (ТРИЗ)	18
ТЕМА 2. БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ ТРИЗ. СТРУКТУРА И ФУНКЦИИ ТРИЗ.....	22
2.1. Структура и функции ТРИЗ	23
2.2. Составные части ТРИЗ	25
2.3. Примеры изобретательских задач	27
ТЕМА 3. ТЕХНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА И ЕЕ ФУНКЦИИ	30
3.1. Техническая система. Определения	30
3.1.1. Дополнительная функция. Латентная функция	31
3.1.2. Основная и вспомогательная функции	32
3.2. Эволюция технической системы	32
3.2.1. Подсистемы и надсистемы	34
3.3. Законы развития технических систем по Г.С. Альтшуллеру	36
3.3.1. Закон увеличения степени идеальности	38
3.4. Прогнозирование развития технических систем	39
3.4.1. Прогнозирование с использованием ТРИЗ	40
3.5. Методы и структура системного анализа	44
3.5.1. Методы системного анализа. Практические аспекты	51
3.6. Формирование представления системы	53
3.7. Исторические примеры развития ТС	56
3.8. Девятиэкранная матрица развития систем	57
3.9. Четыре стадии развития техники по Митио Каку	58
ТЕМА 4. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТРИЗ	60
4.1. Основная схема АРИЗ.....	67
4.2. Оперативный параметр	69
4.3. Структура АРИЗ-85-В.....	70
4.4. Алгоритм решения изобретательских задач АРИЗ-85-В	73
ТЕМА 5. ПРИЕМЫ УСТРАНЕНИЯ ПРОТИВОРЕЧИЙ. ДИВЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ	75
5.1. Возникновение противоречий как следствие развития технических систем	75
5.2. Типовые приемы устранения технических противоречий. Матрица Альтшуллера	79
5.2.1. Описание и правила пользования таблицей выбора приемов устранения технических противоречий.....	80
5.2.2. Порядок использования Матрицы Альтшуллера	81
5.3. Типовые приемы разрешения физических противоречий	83
ТЕМА 6. СТАНДАРТЫ НА РЕШЕНИЕ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ	85
6.1. Обзор основных условий для стандартов	87
6.2. Алгоритм применения стандартов	89
6.3. Рекомендации по использованию системы стандартов	90

6.4. Примеры применения стандартов на решение изобретательских задач.....	93
Библиографический список.....	103
Приложение 1. 40 приемов Г.С. Альтшуллера по разрешению противоречий. Альбом А. Селюцкого.....	104
Приложение 2. Глоссарий к теме «Основные понятия ТРИЗ».....	121

Введение

Одной из важнейших задач высшего образования является подготовка креативно мыслящих специалистов, способных приносить пользу обществу, создавая конкурентоспособную продукцию на основе коммерциализации результатов проведенных исследований.

Различные экономические структуры современного общества, в том числе и высшие учебные заведения, в оценке успешности своей деятельности оперируют понятиями «интеллектуальный капитал», «интеллектуальные активы» и «интеллектуальная собственность».

Эти понятия трактуются, соответственно, следующим образом:

- как общая сумма всех знаний сотрудников фирмы (университета), направленная на получение прибыли;
- как часть этих знаний, зафиксированная и доступная для ознакомления внутри организации;
- как доля зафиксированных знаний, защищенная соответствующими законодательными нормами.

В то же время создание и разработка интеллектуальной собственности рассматривается как неотъемлемая часть процесса управления инновациями. Термин «инновация» имеет множество определений.

Инновации – такой процесс или результат процесса, в котором – используются частично или полностью охрано-способные результаты интеллектуальной деятельности;

- обеспечивается выпуск патентоспособной продукции;
- обеспечивается выпуск товаров и/или услуг, по своему качеству соответствующих мировому уровню или превышающих его;
- достигается высокая экономическая эффективность в производстве или потреблении продукта.

В рамках альтернативного подхода другие понятия используются как часть определения инноваций: «Инновация имеет место, когда кто-либо использует изобретение или использует что-то уже существующее новым образом для изменения образа жизни людей».

В данном случае изобретением может быть новая концепция, устройство или другие вещи, которые облегчают деятельность.

Понятие *изобретательства* – это творческий процесс, приводящий к новому решению задачи в любой области техники, культуры, здравоохранения или обороны, дающий положительный эффект.

То есть изобретательство – это процесс, направленный на разрешение противоречия между необходимостью достижения значимых целей и отсутствием для этого достаточных средств.

Противоречие – наличие условий или требований к чему-либо, не допускающих совместного удовлетворения, но которые могут быть удовлетворены по отдельности. Результатом изобретательской деятельности

является новая техническая система (изобретение), способная разрешить названное противоречие.

Изобретение – идея изобретателя, которая является средством практического решения определенной технической проблемы. В зависимости от целей создания и области использования изобретения могут воплощаться в различные материальные объекты и становиться как предметами (материалы) или орудиями труда (машины, станки, процессы – объекты изобретения), так и иметь нематериальную природу (новые способы, принципы хозяйственной и иной деятельности человека). Таким образом, изобретение – промежуточный результат технического освоения научных достижений, оно находится между научной (базовой) идеей и материальным объектом техники (т.е. разработкой).

С точки зрения законодательства юридическую основу для защиты прав интеллектуальной собственности в РФ составляют *нормы Раздела VII* Права на результаты интеллектуальной деятельности и средства индивидуализации *Гражданского кодекса РФ*, вступившие в действие с января 2008 г.

Изобретением признается ***новое и обладающее существенными отличиями*** техническое решение задачи в любой предметной области, ***дающее положительный эффект***.

Критериями патентоспособности технического решения являются:

- новизна;
- изобретательский уровень;
- промышленная применимость.

Изобретениями могут являться:

- устройство,
- способ,
- вещество,
- штамм микроорганизма.

Краткое пояснение приведенных понятий:

Что такое устройства? Это объекты, характеризующиеся конструктивным выполнением (машины, приборы, их узлы, детали и другие изделия, здания, сооружения и т.д.).

Что такое способ? Под способом понимают процесс выполнения действий над материальным объектом с помощью материальных средств, характеризующийся наличием действий, их последовательностью, условиями их выполнения.

Что такое вещества? Химические соединения и композиции (составы, содержащие ряд ингредиентов), а также продукты ядерных превращений.

Что есть штаммы? Культуры микроорганизмов, клеток растений и животных.

Срок действия патента на изобретение, согласно закону РФ, составляет 20 лет с даты поступления заявки в Патентное ведомство.

Данный срок продлению не подлежит. Действие патента подтверждается уплатой ежегодных патентных пошлин за поддержание его в силе.

Одним из методов, позволяющих повысить эффективность изобретательской деятельности и дающих стабильные положительные результаты при

решении самых разных задач, является методика, которая получила название *Теория Решения Изобретательских Задач*.

ТРИЗ основана на систематическом подходе, то есть ТРИЗ ориентирует исследование на раскрытие целостности объекта и на выявление его связей.

ТРИЗ – это методика:

- созданная на основе лучших решений мирового патентного фонда;
- основанная на использовании общих закономерностей развития и позволяющая использовать решения, полученные в других областях;
- позволяющая изобретателю не только преодолеть «психологическую инерцию», но и более эффективно использовать имеющиеся знания;
- включающая в себя как классические, так и современные инструменты, помогающие решать самый широкий круг задач;
- успешно используемая в мире, как крупнейшими корпорациями, так и небольшими компаниями.

ТЕМА 1. ОСНОВЫ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Изобретательство – древнейшее занятие человека. С изобретением первых орудий труда и начался процесс очеловечивания наших далеких предков. С тех пор были сделаны миллионы изобретений.

По мере развития перед человеком постоянно вставали все новые и новые задачи, и они, так или иначе, решались в большинстве своем безвестными изобретателями. До нас дошли имена только самых выдающихся из них: Пифагора, Архимеда, Леонардо да Винчи.

К числу выдающихся изобретений можно без всяких сомнений отнести способ добывания и сохранения огня, плуг и другие инструменты для обработки земли, колесо и повозку, порох, письменность, бумагу и печатный станок, ткацкий станок, паровую и электрическую машины, современные средства транспорта, электронную технику, включая ЭВМ.

Отличие работы ученого от работы изобретателя

Инженер-исследователь тяготеет к решению общей задачи. Это означает, что если ставится задача «безопасной *перевозки сильной кислоты через город*», то инженер постарается создать специальный автомобиль с безопаснейшей подвеской, надежной цистерной и чуткой аварийной автоматикой.

Инженер обучен проектированию такой машины, для него это практически рутинная деятельность. Когда такой автомобиль будет создан, он будет способен перевозить, возможно, не только данную кислоту, но и другие кислоты или ядовитые вещества. Это замечательный результат, делающий заказчика, возможно, даже сильнее, чем он того хочет.

Изобретатель же всячески уклоняется от решения общей задачи, а стремится получить конкретный результат, что служит подсказкой к интересной идее: предлагается кислоту сначала заморозить, а потом перевозить на обычном грузовике. Если свойства кислоты от этого не изменятся, то, очевидно, мы получим решение, но лишь частной задачи. Действительно, такая оригинальная технология вряд ли подойдет для транспортировки незамерзающих ядовитых веществ, а также если производственные условия не позволяют организовать замораживание.

Таким образом: там, где нужно выбрать направление, породить идею, – требуется изобретательское творчество.

Там, где эту идею надо проверить, уточнить, применить, оптимизировать, – необходима оценка параметров профессионалом инженером-разработчиком.

Воспоминания о великих конструкторах позволяют убедиться в том, что эти люди обладали и нестандартным мышлением изобретателя, и стандартным арсеналом высококвалифицированного инженера.

Вопросы понимания механизмов человеческого мышления, выработки приемов повышения его эффективности во все времена занимали умы философов, теологов, психологов, реже математиков. Первые упоминания об *эвристике* – учении о продуктивных методах творческого мышления, относятся

еще к временам античности. Сами изобретатели долгое время также не стремились «прояснить» творческий процесс. Изобретателей было немного, ореол исключительности явно импонировал большинству из них. В двадцатых годах прошлого века американский психолог Росман провел анкетный опрос изобретателей.

Был, в частности, задан и такой вопрос: «Считаете ли Вы, что изобретательские способности природное качество или изобретательству можно учиться?» Семьдесят процентов изобретателей ответили: «Научиться изобретать нельзя. Чтобы стать изобретателем, нужно иметь природные дарования».

При этом никто из отвечавших на анкету Росмана не мог толком объяснить, в чем же они состоят, эти природные дарования.

1.1. Методы технического творчества

В настоящее время широкой популярностью пользуются методы поиска новых решений с помощью так называемых методов технического творчества. Применение этих методов позволяет многократно повысить скорость решения творческих задач и получать решения более высокого качества.

Известно, более тридцати методов технического творчества, сильно отличающихся по своей эффективности, в зависимости от того, в какой степени они учитывают закономерности развития и закономерности творческого процесса. Таким образом, одной из важнейших задач методологии поиска новых решений является правильная классификация методов творчества и их сравнительный анализ.

В подавляющем большинстве случаев даже высококвалифицированные специалисты, получившие хорошее фундаментальное образование, выдвигают новые идеи, основываясь на простом переборе вариантов, используя старый как мир, но малоэффективный *«метод проб и ошибок»*. Эффективность перебора зависит от сложности задачи, ее можно охарактеризовать количеством проб, которые необходимо сделать для получения гарантированного решения.

Метод проб и ошибок достаточно эффективен, когда речь идет о необходимости перебрать десять – двадцать вариантов, а при решении более сложных задач приводит к большим потерям сил и времени. *Около 40 тысяч опытов* пришлось сделать Эдисону и его сотрудникам, чтобы получить достаточно работоспособную конструкцию щелочного аккумулятора.

Неэффективность метода проб и ошибок для решения сложных задач долгое время компенсировали за счет увеличения числа людей, работающих над той или иной проблемой, Но к середине XX века стало очевидно, что даже самое полное использование людских ресурсов не может обеспечить необходимых темпов производства изобретений. Появилась общественная потребность в простых и доступных каждому методах поиска нового.

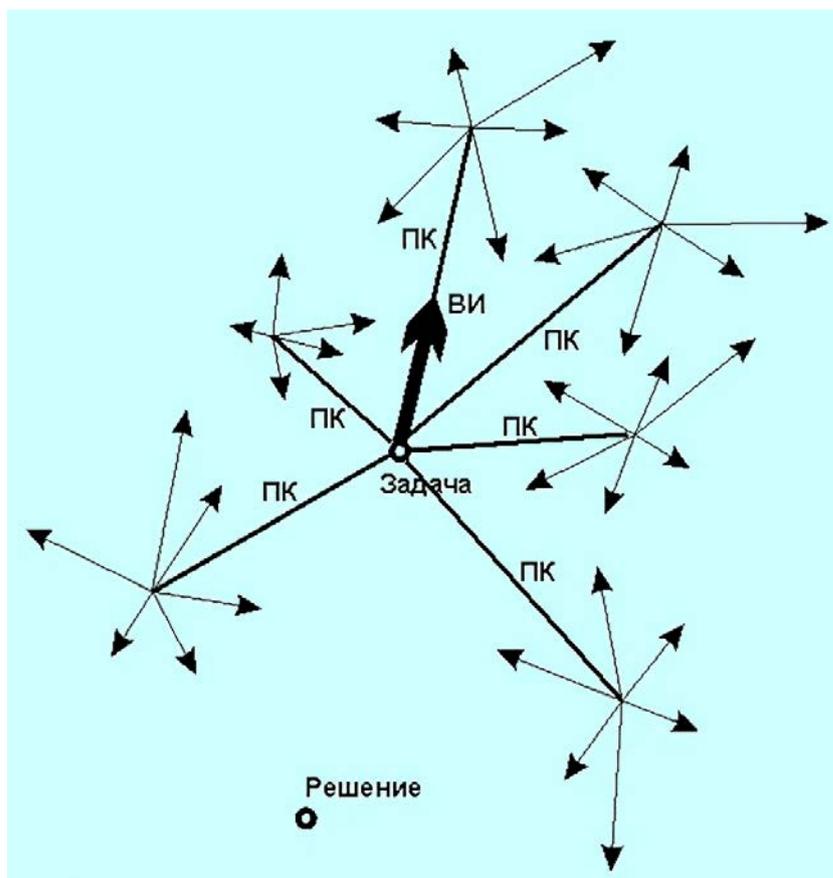


Рисунок 1.1. Схема поиска решения *методом проб и ошибок*:
 ВИ – вектор психологической инерции;
 ПК – поисковая концепция

Недостатки:

Поиск идет по линии психологической инерции. Процесс поиска зависит от множества случайных факторов. Не накапливается опыт решения задач. Потеря времени.

К наиболее интересным и естественным методам, до сих пор активно используемым на практике, следует отнести два подхода: организационный и психологический.

Организационный подход – увеличение коллективов исследователей и, соответственно, субсидий с целью повышения производительности их труда.

Наиболее известным примером такого подхода может служить промышленно-исследовательская *лаборатория Т. Эдисона*, созданная им в 1872 году (США). Итоги деятельности лаборатории говорят сами за себя. За шесть с половиной лет было получено около 300 оригинальных технических решений, что составляет в среднем *1 патент за 8 дней*.

Еще более усовершенствовал систему поточного производства патентов А. Белл. С 1879 по 1900 год сотрудники лаборатории его компании получили свыше 3000 патентов, т. е. в среднем *1 патент за 2,5 дня* в течение 12 лет.

Именно в эти годы и были заложены основы промышленной электротехники и телефонии.

Следует отметить следующие характерные черты организационного метода:

– конкурсное проектирование, которое также требует увеличенного субсидирования;

– переманивание «мозгов» (утечка мозгов), прежде всего характерная для науки и промышленности США;

– японский подход, заключающийся в мощной поддержке и стимулировании рационализаторской и изобретательской деятельности на базе предельного «метода» проб и ошибок («думай непрерывно»).

Психологический подход – направлен на преодоление «психологической инерции», связанной с ранее приобретенным опытом, привычными приемами, достигнутым уровнем техники и т.д.

Сильнейшим гипнозом, по существу, программирующим мыслительную деятельность, является само формулирование проблемы. Отчасти изучение этого эффекта выделилось в раздел психологии с ярким названием «Нейролингвистическое программирование».

Пример: «Создать автомобиль для безопасной перевозки кислоты» и т.п. Это означает, что дающий задачу, по существу, пытается навязать или метод ее решения, или контуры создаваемого устройства. Трудно ожидать, что при слове «ледокол» в голове не появится образ мощного корабля с усиленной носовой частью, а при слове «привод» – электродвигатель, редуктор, вал и т.п. При этом не всегда подконтрольно сознанию, структурный выбор новой системы, по существу, уже закончен, мы уже готовы к оптимизации параметров ледокола или выбору двигателя и редуктора в двигателе.

За время обучения инженер усваивает массу профессиональных знаний, методов, схем, стандартных приемов, технологических традиций. Это весьма полезный багаж, но там, где масса, как мы знаем, там и инерция. Побочное действие этой профессиональной зашоренности (психологической инерции) проявляется там, где возникает задача, требующая нестандартного подхода.

Опять противоречие: инерция знаний и *полезна, и вредна*.

Пример: Существует легенда о незадачливом изобретателе, который пришел к Эдисону наниматься на работу. При этом он заявил, что работает над универсальным растворителем – веществом, которое сможет растворять буквально все. Собственно легендой стал вопрос Эдисона: «Как же вы собираетесь его хранить?».

Говорят, что обескураженный изобретатель немедленно покинул лабораторию Эдисона. Но времена меняются и задача, казавшаяся смешной или абсурдной, может быть решена с использованием современных методик. Исходя из модели процесса поиска идеи как серии более или менее случайных, осознанных или неосознанных последовательных проб, можно выделить две группы методов повышения его эффективности: увеличение хаотичности поиска: *мозговой штурм, синектика, метод фокальных объектов*, и, наоборот,

систематизация перебора вариантов: *морфологический анализ, списки контрольных вопросов.*

К первой группе (увеличение хаотичности поиска) относятся специальные психологические методы, позволяющие преодолеть инерционную направленность поиска, вводящие элементы случайности и активизирующие ассоциативные способности человека. Впервые была доказана на практике возможность – пусть в ограниченных пределах – управлять творческим процессом.

Был подорван миф об «озарении», не поддающемся управлению и воспроизведению.

Наиболее известным из них, получившим широкое распространение во всем мире, является созданный А. Осборном (США), в конце тридцатых годов:

МОЗГОВОЙ ШТУРМ («brainstorming»)

По существу метод мозгового штурма является методом интенсификации проб и ошибок. МШ представляет собой способ быстрого генерирования разнообразных идей, которые могут послужить основой для поиска решения проблемы.

В основе мозгового штурма лежит простая мысль: *процесс генерирования идей необходимо отделить от процесса их оценки.*

При обсуждении задачи многие не решаются высказывать смелые, неожиданные идеи, опасаясь ошибок, насмешек, отрицательного отношения руководителя и т. д. Если же такие идеи все же высказываются, то их зачастую (порой справедливо) подвергают уничтожающей критике сами участники обсуждения. И новые мысли гибнут, не получив развития.

А. Осборн предложил вести поиск в обстановке, когда критика запрещена, и каждая идея, даже шуточная или явно нелепая, всячески поощряется. Для этого отбирают по возможности разнородную группу из 6-8 человек, склонных генерировать идеи. В группу не включают руководителей, а сам процесс генерирования стремятся вести в непринужденной обстановке. Высказанные идеи записываются на магнитофон или стенографируются.

Полученный материал передают группе экспертов для оценки и отбора перспективных предложений. Что же дает такое разделение труда? Опыт показал, что за час группа из 8 человек может выдвинуть до 50-60 предложений, среди которых, как правило, множество банальностей, повторов, чепухи. После отбора могут остаться 1 –2 хорошие идеи. Но даже одна идея совсем не плохо. Ведь иногда эту идею, перебирая варианты, ищут многие годы.

Основные правила МШ:

1. В сессии последовательно принимают участие 2 группы людей (по 6-12 человек) разных специальностей, возрастов, положения:

а) «генераторы идей» (фантазеры) – выдвижение различных идей;

б) «эксперты» (аналитики) – выносят суждение о ценности выдвинутых идей.

2. Выдвижение как можно большего числа идей, их подхватывание и развитие. Отсутствие необходимости доказывать правильность идеи, фиксирование идей.

3. Запрет на критику идей в любой форме. Создание атмосферы доверия и непринужденности.

4. Тщательная оценка выдвинутых идей, даже самых несерьезных, нереальных и парадоксальных.

5. Роль ведущего:

– формулирование задачи в общей форме;

– поддержание высокого темпа выдвижения и развития идей (недопущение пауз), поощрение «безумных» идей.

Хорошие результаты при применении МШ для решения организационных проблем, технических задач невысокой сложности. Трудные задачи МШ не поддаются. Чем сложнее задача, тем меньше вероятность ее решения из-за отсутствия критического анализа высказываемых идей и соответственно их развития.

30 – 40 лет назад с мозговой атакой связывали большие надежды. И сегодня во многих публикациях можно прочесть, что овладеть техникой мозгового штурма просто, а результаты он дает очень высокие.

В действительности это далеко не так. Мозговой штурм оказывается эффективным тогда, когда ведущий группы имеет большой опыт решения задач, владеет техникой общения и проведения коллективной работы, обладает личным обаянием, остроумием и многими другими качествами. Но и в этом случае с помощью мозгового штурма успешно решаются относительно несложные задачи. Тем не менее мозговой штурм помогает организовать коллективную работу, уменьшает психологическую инерцию членов группы.

СИНЕКТИКА (предположительно от греческого слова «синектик» – соединять различные элементы)

Метод синектики разработан У. Гордоном (США) в пятидесятые годы. Синектика основана на мозговой атаке, которую ведут профессионалы, имеющие значительный опыт такой работы. При этом используют приемы, основанные на различных видах аналогии. При синекторной атаке допустима конструктивная критика.

Синектика – теория или система постановки и решения проблем, основанная на творческом мышлении, которое включает свободное использование метафор или аналогий при неформальном общении внутри тщательно подобранной небольшой группы людей, обладающих разными индивидуальными качествами и работающими в различных областях.

Синектика – научная попытка усовершенствовать мозговой штурм. В МШ сила в запрете на критику, но в этом же и его слабость: для совершенствования идеи критика нужна. Попытка разрешения противоречия МШ путем формирования более или менее постоянных групп. Члены группы привыкают работать вместе, перестают бояться критики, не обижаются, когда отвергают их предложения. Еще одно преимущество – накопление опыта

решения задач, состав группы можно совершенствовать. Фирма "Synektics Incorporated" в США.

Поиск новых идей с помощью различного типа аналогий:

1. *Прямая аналогия.* Надо ответить на вопрос: как решаются подобные задачи в других областях техники, в быту, в природе?

Пример: Магнето Микулина (принцип «дублирования»)

Известный авиаконструктор А.А. Микулин, будучи гимназистом, понял, что для повышения надежности работы двигателя действовать надо совершенно аналогично природе. К примеру, природа снабдила человека двумя глазами.

Наблюдая за полетами первых аэропланов, отмечал их частые неудачи из-за остановки мотора. В результате решили на авиационный мотор поставить два магнето и тем самым резко повысили надежность системы зажигания.

2. *Личная аналогия* (эмпатия).

Исследователь отождествляет себя с техническим объектом и представляет себе, что бы он сделал сам, если бы он оказался на месте этого объекта.

На бытовом уровне мы часто предлагаем «А Вы встаньте на мое место!».

3. *Фантастическая аналогия.* Представить себе вещи такими, какими мы хотели бы их видеть. При поиске новых идей прибегают к помощи сказочных и фантастических персонажей, животных и растений – золотой рыбки, волшебной палочки и пр.

Примеры: По легенде формула бензола была открыта Кекуле (Фридрих Август) с помощью фантастической картинки – он представил себе обезьян, которые сплелись в кольцо, ухватив последовательно друг друга за хвост.

Для уточнения механизма тепловых явлений в газах Максвелл (Джеймс Клерк) предложил использовать фантастическое существо – демона», который нарушал 2-й закон термодинамики.

4. *Символическая аналогия.* Необходимо найти сочетание двух слов, обычно прилагательного и существительного, которое в краткой парадоксальной форме или в виде яркой метафоры, охарактеризовало бы суть задачи или объекта.

Примеры: Названия произведений (литература, кино) – «Живой труп», «Горячий снег», «Лысый брюнет», «Слепящая тьма», «Жар холодных чисел», «Обыкновенное чудо», «Правдивая ложь».

МЕТОД ФОКАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

Метод направлен на преодоление психологической инерции, связанной с объектом исследования. Основная идея метода – подавление психологической инерции, связанной с объектом исследования, установить его ассоциативные связи с различными случайными объектами. Сущность метода состоит в перенесении признаков случайно выбранных объектов на совершенствуемый объект. Принцип работы по методу фокальных объектов.

1. Выбрать объект, который необходимо совершенствовать (фокальный объект).

2. Сформулировать цель совершенствования объекта.
3. С помощью любой книги, словаря или другого источника выбрать случайные слова (объекты).
4. Выделить признаки (свойства) выбранных случайных объектов.
5. Перенести выделенные признаки (свойства) на объект исследования.
6. Выписать идеи, полученные от сочетания объекта исследования с признаками случайных объектов.
7. Провести анализ полученных сочетаний и выбрать наиболее подходящие.

Задача

Повысить потребительские свойства кастрюли для приготовления пищи. С помощью книги выбираем случайные слова: *дерево, лампа и сигарета*.

Фокальный объект – кастрюля		Цель совершенствования – расширение ассортимента	
Случайные объекты	Признаки случайных объектов	Фокальный объект + признаки	Полученные идеи
<i>Дерево</i>	Высокое Пробковое С корнями	Кастрюля с высокими стенками Пробковая кастрюля Кастрюля с корнями	Кастрюля с высокими термоизолированными стенками на подставке
<i>Лампа</i>	Электрическая Разбитая Светящаяся	Электрическая кастрюля Разбитая кастрюля Светящаяся кастрюля	Кастрюля с электроподогревом, разделенная на секции с подсветкой
<i>Сигарета</i>	Дымящаяся С фильтром В коробке	Дымящаяся кастрюля Кастрюля с фильтром Кастрюля с двойными стенками	Кастрюля с запаховым индикатором, с встроенным дуршлагом и полностью изолирующей крышкой

В результате анализа полученных идей можно предложить: кастрюлю с электроподогревом, на подставке, с высокими изолированными стенками, разделенную на секции, в одной из которых расположен съемный дуршлаг и крышкой, закрывающей всю кастрюлю целиком.

Метод фокальных объектов можно эффективно применять при поиске возможностей выпуска и реализации новых товаров и для решения задач рекламы.

Систематизация перебора вариантов
МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Морфологический анализ создан швейцарским астрофизиком Цвикки (Фриц), который применил этот подход в 30-е годы к решению астрофизических проблем и предсказал благодаря этому существование нейтронных звезд.

Основная идея метода – с помощью комбинаторики получить все теоретически возможные варианты реализации объекта с требуемой *главной функцией* (главная функция – это функция, ради которой создается объект).

Для этого анализируют строение (морфологию) объекта, выделяя в первую очередь основные элементы. Далее составляют список всех формально возможных способов выполнения.

Метод включает следующие шаги:

1. Выбрать объект и сформулировать задачу.
2. Составить список всех основных характеристик и частей объекта, от которых зависят функции объекта – А; Б; В; Г
3. Для каждой характеристики или части объекта перечислить возможные варианты их исполнения – А1; А2; А3;....., Б1; Б2; Б3;....., В1; В2; В3;.....
4. Составить матрицы (таблицы) из всех взятых за основу характеристик, вариантов и подвариантов. Анализ удобно вести с помощью многомерной таблицы, получившей название морфологического ящика, в которой выбранные характеристики или части объекта играют роль основных осей.

А1А2А3.....Б1Б2Б3.....В1В2В3.....

А1	А2	А3
Б1	Б2	Б3
В1	В2	В3
.....

Общее количество вариантов будет: $N=A_n \cdot B_m \cdot V_k \cdot G_i \cdot \dots$

Выбираются наиболее перспективные сочетания возможных исполнений всех частей объекта. Работу метода рассмотрим на примере:

1.Задача. Предложить новые варианты исполнения ножа для резки бумаги.

2. Составляем список характеристик ножа:

А – материал лезвия;

Б – материал ручки;

В – форма лезвия;

Г – безопасность хранения.

3. Составляем варианты исполнения характеристик ножа:

А1 – металл; А2 – камень; А3 – кость; А4 – пластмасса; А5 – луч;

Б1 – дерево; Б2 – кость; Б3 – пластмасса; Б4 – металл; Б5 – кожа;
 В1 – прямоугольная; В2 – кривая; В3 – треугольная; В4 – круглая;
 Г1 – открытое лезвие; Г2 – лезвие в чехле; Г3 – лезвие в рукоятке.

Составляем таблицу

А:	А1	А2	А3	А4	А5
Б:	Б1	Б2	Б3	Б4	Б5
В:	В1	В2	В3	В4	
Г:	Г1	Г2	Г3		

Перебор возможных вариантов и выбор наиболее приемлемых:

Анализ таблицы показывает, что всего вариантов исполнения ножа может быть: $5*5*4*3=300$.

Рассмотрим некоторые из них, например:

А1Б2В1Г1 – это нож с открытым металлическим лезвием, прямоугольной формы с ручкой из кости;

А1Б2В3Г3 – это нож с металлическим лезвием треугольной формы, убирающимся в пластмассовую рукоятку.

Аналогичным образом можно рассмотреть и оставшиеся 298 вариантов.

МЕТОД КОНТРОЛЬНЫХ ВОПРОСОВ (МКВ)

Позволяет генерировать новые идеи и решения, стимулировать их поток с помощью наводящих вопросов. Метод может применяться в индивидуальной и групповой работе.

Суть МКВ состоит в том, что изобретатель отвечает на вопросы, рассматривая свою задачу в связи с этими вопросами.

В сущности, это усовершенствование МПиО (метода проб и ошибок) – каждый вопрос является пробой (или серией проб) с единственным отличием: по списку вопросов проще и быстрее охватить некоторое поле возможных вариантов решений.

МКВ можно рассматривать как способ выхода из тупиковых ситуаций.

Существуют различные списки КВ, в т.ч. от создателя метода *мозгового штурма* А.Осборна, математика Д.Пойа и других.

Один из наиболее полных и удачных – *список вопросов английского изобретателя Т. Эйлоарта*:

1. Перечислить все качества и определения предполагаемого изобретения.

2. Сформулировать задачи ясно. Попробовать новые формулировки.

Определить второстепенные и аналогичные задачи. Выделить главные.

3. Перечислить недостатки имеющихся решений, их основные принципы, новые предположения.

4. Набросать фантастические, биологические, экономические, химические, молекулярные и другие аналогии.

5. Построить математическую, гидравлическую, электронную, механическую и другие модели (модели точнее выражают идею, чем аналогии).

6. Попробовать различные виды материалов: газ, жидкость, твердое тело, гель, пену, пасту и пр.;

7. Попробовать различные виды энергии: тепло, магнитную, электрическую энергию, свет, силу удара и т.д.

8. Узнать мнение совершенно неосведомленных в данной области людей.

9. Устроить сумбурное обсуждение, выслушивая все и каждую идею без критики (аналог *мозгового штурма*).

10. Попробовать «национальные» решения:

- экономное шотландское,
- рациональное немецкое,
- расточительное американское,
- сложное китайское,
- обстоятельное финское,
- находчивое русское и т.д.

11. Не расставаться с проблемой, идти на работу, гулять, принимать душ, ехать, есть, пить, играть в теннис – все с ней.

12. Бродить среди стимулирующей обстановки (свалки лома, технические музеи, магазины дешевых вещей), пробегать журналы, комиксы.

13. Набросать таблицу цен, величин перемещений и пр. для разных решений проблемы или ее частей: искать пробелы в решениях или новые комбинации.

14. Определив идеальное решение, разрабатывать реализуемые решения.

15. Видоизменить решение проблемы с точки зрения времени (скорее или медленнее), размеров, вязкости и прочих параметров.

16. В воображении залезть внутрь механизма.

17. Определить альтернативные проблемы и системы, которые изымают определенное звено из цепи и, таким образом, создают нечто иное, уводя в сторону от нужного решения.

18. Чья это проблема? Почему именно его?

19. Кто столкнулся с этим первым? История вопроса. Какие ложные толкования этой проблемы имели место?

20. Кто еще решал эту проблему? Каких результатов он добился?

21. Определите общепринятые граничные условия и причины их установления.

Вопросы в такой системе позволяют полнее увидеть свойство совершенствуемого объекта, но как изменить это? К сожалению, они не подсказывают, как выглядит окончательное решение.

1.2. Теория решения изобретательских задач (ТРИЗ)

Все рассмотренные методы повышения эффективности изобретательского творчества были созданы изобретателями-практиками и направлены на преодоление психологической инерции мышления. Эти методы легко видоизменяются и их можно комбинировать. Они представляют собой шаг вперед по сравнению с методом проб и ошибок.

Появление методов активизации перебора вариантов – знаменательная веха в истории человечества. Впервые на практике была доказана возможность управлять творческим процессом. Было показано, что способность решать творческие задачи можно и нужно развивать посредством обучения. Был подорван миф об «озарении», не поддающийся управлению и воспроизведению. Но все эти методы не дают достаточно действенных инструментов для решения сложных технических задач.

Изучение истории развития техники показывает, что жизнеспособными оказываются только такие изобретения, которые изменяют исходную систему в направлении, предписываемом объективными законами развития техники. Т.е. нужен другой подход, другая методология, отличная, возможно, от интенсивного, но все-таки перебора вариантов поиска. Знание закономерностей дает возможность резко сузить зону поиска, заменить угадывание научным прогнозированием. Такой методологией, дающей стабильные положительные результаты при решении самых разных задач, является *Теория решения изобретательских задач* (ТРИЗ). ТРИЗ принципиально отличается от метода проб и ошибок, и его модификаций.

Теоретическим фундаментом ТРИЗ являются *законы развития ТС*, выявленные путем анализа больших массивов патентной информации (десятки тысяч патентов и а.с. – *авторских свидетельств*).

ТРИЗ была создана нашим соотечественником, инженером, изобретателем, известным писателем-фантастом Генрихом Сауловичем Альтшуллером.



Генрих Саулович Альтшуллер (Альтов)
1926–1998

Рисунок 1.2. Автор ТРИЗ. Писатель–фантаст

История возникновения ТРИЗ

Теория решения изобретательских задач возникла в конце 40-х – начале 50-х годов XX века в СССР. Работу над ее созданием Г.С. Альтшуллер начал в 1946 году, будучи молодым сотрудником патентного бюро Каспийской Военной Флотилии. В 1956 г. появилась первая публикация в научном журнале (*Вопросы психологии*, №6, 1956), в которой были сформулированы основные положения новой методологии. В 1969 г. была издана первая книга под названием «Алгоритм изобретения». Был предложен механизм упорядочения

процесса решения изобретательских задач в виде программы планомерно направленных действий, названной автором Алгоритмом решения изобретательских задач (АРИЗ).

АРИЗ со временем усовершенствовался, и каждая его модификация имела название по году публикации: АРИЗ-59, АРИЗ-61, АРИЗ-64, АРИЗ-68 и т.д. В настоящее время широко используется АРИЗ-85В.

Советский Союз не случайно стал родиной ТРИЗ. После Второй мировой войны в стране огромное значение придавали быстрому развитию промышленности, техническому перевооружению, а особенно совершенствованию военной техники. Эти факторы в совокупности с нехваткой квалифицированных инженерных кадров создали потребность в методах, позволяющих быстро научить людей, как совершенствовать технику.

Важнейшим источником теории стали патенты. Их анализ помог выявить основные направления развития техники, а также создать ряд интеллектуальных инструментов изобретателя, например, приёмы устранения технических противоречий.

Другим источником новой теории стала история развития техники.

Г.С. Альтшуллер и его ученики изучили историю создания таких технических систем, как мельница (устройство для измельчения зерна), корабль (устройство для передвижения по поверхности воды), печатный станок (устройство для нанесения изображения на бумагу), и многих других. В результате оказалось, что все эти *системы* прошли *одни и те же этапы развития*. Возникло предположение, что и другие системы должны проходить те же этапы. А значит, в самых общих чертах можно предсказывать, как будет развиваться новая область техники. История техники до сих пор является не только подсказкой для формирования системы законов развития техники, но и информационной базой для их проверки.

Достижения в сфере психологии мышления также внесли вклад в ТРИЗ. Например, для преодоления инерции мышления появился так называемый *метод маленьких человечков*. Его суть: при моделировании изобретательской задачи представляют себе конкретные детали и части устройства, которое нужно усовершенствовать, состоящего из маленьких человечков, которые могут выполнять любые команды. Далее находят команды, при выполнении которых человечками задача решается. Этот метод позволяет находить неочевидные способы изменения устройств. Его можно рассматривать как механизм сознательного управления мышлением. Кстати, первая статья по ТРИЗ была опубликована в журнале «Вопросы психологии».

Свою роль сыграло и бурное развитие естественных наук, открывавших всё новые физические, химические и иные эффекты, расширяющие возможности инженеров. Важнейшие для ТРИЗ понятия *«развитие»*, *«система»* и *«противоречие»* веками разрабатывались в рамках философии. И наконец, большое значение имели собственный изобретательский опыт Г. Альтшуллера и его наблюдения за работой других изобретателей.

С 6 по 9 июля 1999 года в Петрозаводске прошёл первый учредительный съезд, на котором была образована Международная общественная ассоциация

профессиональных преподавателей, разработчиков и пользователей теории решения изобретательских задач. Учредителями ассоциации стали 19 общественных организаций из 8 стран мира, в том числе из США, Франции, Латвии, Эстонии и др., приславших более 120 делегатов. Международная ассоциация ТРИЗ является правопреемницей Ассоциации ТРИЗ, бессменным Президентом которой до 1998 года был основоположник теории Г. С. Альтшуллер.

В настоящее время в Международную ассоциацию ТРИЗ входят региональные общественные организации из России, Беларуси, США, Японии, Франции, Израиля, Италии, Индии, Китая, Южной Кореи и других стран.

Специалисты Международной ассоциации разрабатывают учебные пособия, методические рекомендации, проводят исследовательскую работу. Организована работа информационной службы. Ежегодно проводятся международные конференции.

В 1998 году Г. С. Альтшуллер выдал сертификаты Мастеров ТРИЗ 65 своим ученикам. С 1999 года в Международной ассоциации ТРИЗ была введена пятиуровневая система сертификации.

К марту 2012 года сертифицировано более двух тысяч специалистов из разных стран, в том числе семнадцать специалистов – на высший уровень Мастер ТРИЗ.

Специалисты по ТРИЗ консультировали многие известные в мире корпорации, такие как «Ford», «Daimler-Chrysler», «Hewlett-Packard», «Kodak» «Procter & Gamble» и многие другие. Массовое обучение своих специалистов проводят корпорации «Intel», «General Electric», «Samsung» и другие.

Съезд Международной ассоциации ТРИЗ проводится каждые два года. В настоящее время (2020 г.) должность Председателя исполняет Олег Фейгенсон (Россия), до него были Сергей Яковенко (США), Марк Баркан (США) и Юрий Федосов (Россия).

Сайт Международной Ассоциации: <https://matriz.info/>

ТЕМА 2. БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ ТРИЗ. СТРУКТУРА И ФУНКЦИИ ТРИЗ

ТРИЗ – уникальный инструмент для:

- поиска нетривиальных идей;
- выявления и решения многих творческих проблем;
- выбора перспективных направлений развития техники, технологии и снижения затрат на их разработку и производство;
- развития творческого мышления;
- формирования творческой личности и коллективов.

Важно отметить, по высказываниям «мастеров», контрольные вопросы *ТРИЗ* – это наука про скрытые от обычного человека свойства мира вещей и сценарии их изменений. Знание о них позволяет вовремя модифицировать свой товар, чтобы он стал чуть лучше, чем у конкурентов. Идти на шаг впереди в условиях плохой видимости можно, если у вас есть что-то похожее на прибор ночного видения, которым является ТРИЗ.

Этой аллегорией объясняется ценность ТРИЗ для владельцев, руководителей компаний, бизнес-ангелов, инвесторов. А для обычных пользователей – это самый надежный из известных социальных лифтов и способов создания новых доходов. Составные части классической ТРИЗ представлены следующей схемой (рис. 2.1):

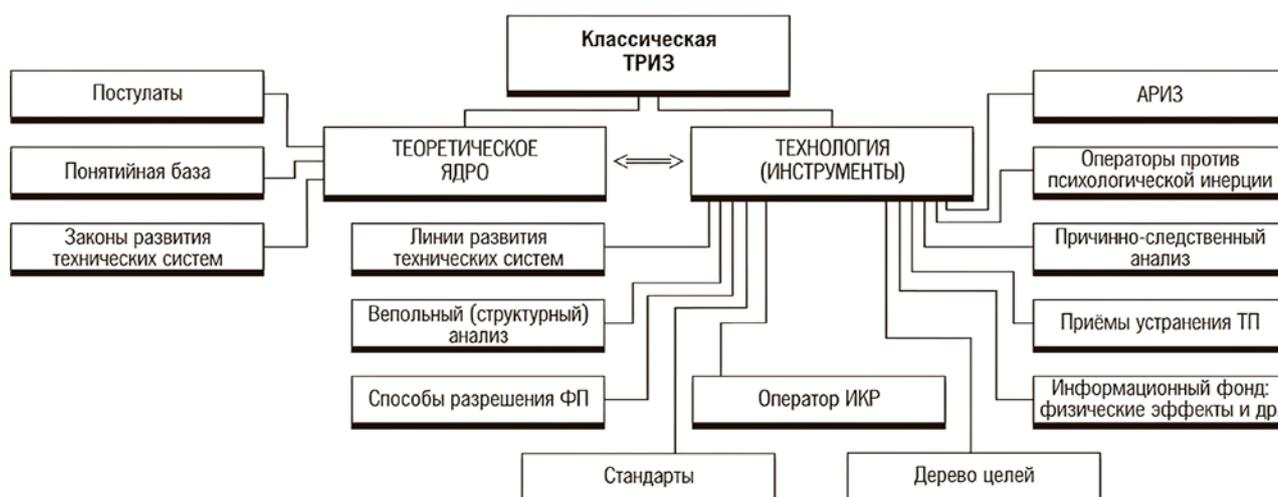


Рисунок 2.1. Составные части ТРИЗ

Основные постулаты ТРИЗ:

1. Техника, ее объекты развиваются по объективно существующим законам.
2. Законы развития технических объектов познаваемы и могут использоваться для сознательного поиска новых технических решений.
3. Процесс поиска нового решения можно описать в виде последовательности мыслительных действий.

Наиболее мощным инструментом совершенствования существующих и синтеза новых ТС в ТРИЗ служат алгоритмы решения изобретательских задач (АРИЗ) и система стандартов на решение изобретательских задач.

Теоретический фундамент ТРИЗ – законы развития ТС (ЗРТС). ЗРТС в ТРИЗ выведены путем анализа больших массивов патентной информации (десятки тысяч патентов и авторских свидетельств на изобретения).

Важнейшие понятия ТРИЗ:

- техническое решение, изобретение;
- техническая система (ТС), подсистема, надсистема;
- изобретательская ситуация (ИС);
- техническое противоречие (ТП);
- физическое противоречие (ФП);
- идеальный конечный результат (ИКР);
- типовые приемы устранения ТП и ФП;
- вещественные и полевые ресурсы (ВПр);
- алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ).

Особое значение в ТРИЗ имеет постоянно пополняемый информационный фонд: указатели применения технологических (физических, химических, геометрических и др.) эффектов, типовые приемы устранения технических и физических противоречий и банк примеров их использования.

2.1. Структура и функции ТРИЗ

Опишем подробнее *основные функции ТРИЗ:*

1. Решение творческих и изобретательских задач любой сложности и направленности без перебора вариантов.
2. Прогнозирование развития технических систем (ТС) и получение перспективных решений (в том числе и принципиально новых).
3. Развитие качеств творческой личности.

Вспомогательные функции ТРИЗ:

1. Решение научных и исследовательских задач.
2. Выявление проблем, трудностей и задач при работе с техническими системами и при их развитии.
3. Выявление причин брака и аварийных ситуаций.
4. Максимально эффективное использование ресурсов природы и техники для решения многих проблем.
5. Объективная оценка решений.
6. Систематизирование знаний любых областей деятельности, позволяющее значительно эффективнее использовать эти знания и на принципиально новой основе развивать конкретные науки.
7. Развитие творческого воображения и мышления.
8. Развитие творческих коллективов.

Структурную схему ТРИЗ можно представить с точки зрения ее основных функций. Все разделы ТРИЗ можно грубо разделить на две части:

- методы решения проблем;
- методы развития творческих качеств.

Структурная схема ТРИЗ, согласно этой классификации, представлена на рис. 2.2.



Рисунок 2.2. Структурная схема ТРИЗ

С точки зрения применения ТРИЗ для функции решения задач упрощенная структурная схема ТРИЗ приведена на рис. 2.3.



Рисунок 2.3. Структура ТРИЗ для функции решения задач

2.2. Составные части ТРИЗ

Выделим основные понятия, важные для существования самой теории.

1. Законы развития технических систем (ТС).

Законы развития технических систем – наиболее общие статистические закономерности и тенденции развития техники, выявленные в результате анализа патентного фонда и истории развития техники.

2. Информационный фонд ТРИЗ.

Информационный фонд включает:

- систему стандартов на решение изобретательских задач (типовые решения определенного класса задач);
- задачи-аналоги;
- технологические эффекты;
- технические эффекты;
- физические эффекты;
- химические эффекты;
- биологические эффекты;
- математические эффекты (частности, наиболее разработанные из них в настоящее время – геометрические эффекты);
- таблицы их использования;
- приемы устранения противоречий и таблицы их применения; приемы разрешения технических противоречий;
- 40 основных приемов и таблица их применения;
- 10 дополнительных приемов; приемы разрешения физических противоречий;
- приемы – антиприемы;
- приемы, разбитые на группы;
- способы разрешения физического противоречия;
- макро- и микроуровни приемов устранения противоречий;
- ресурсы природы и техники и способов их использования.

3. *Вепольный анализ* (структурный вещественно-полевой анализ) технических систем.

Вепольный анализ (структурный вещественно-полевой анализ) позволяет представить структурную модель исходной технической системы, выявить ее свойства, с помощью специальных правил преобразовать модель задачи, получив тем самым структуру решения, которое устраняет недостатки исходной задачи.

Вепольный анализ – это специальный язык формул, с помощью которого легко описать любую техническую систему в виде определенной (структурной) модели. Построенную таким образом модель преобразуют по специальным правилам и закономерностям, получая структурное решение задачи. Классификация системы стандартов на решение изобретательских задач и сами стандарты построены на основе вепольного анализа технических систем. Кроме того, он включен в программу АРИЗ.

4. Алгоритм решения изобретательских задач – АРИЗ.

АРИЗ представляет собой программу (последовательность действий) по выявлению и разрешению противоречий, то есть решению задач. АРИЗ включает: собственно программу, информационное обеспечение, питающееся из информационного фонда (на рис. 2.3. показано стрелкой), и методы управления психологическими факторами, которые входят составной частью в методы развития творческого воображения. Кроме того, в АРИЗ предусмотрены части, предназначенные для выбора задачи и оценки полученного решения. Последняя модификация, разработанная Г. Альтшуллером, – АРИЗ-85-В.

5. Метод выявления и прогнозирования аварийных ситуаций и нежелательных явлений.

Метод выявления и прогнозирования аварийных ситуаций и нежелательных явлений разработан Злотиным Б. Л. и Зусман А. В. и назван «диверсионным» подходом. Он основан на использовании ТРИЗ, функционального, системного и морфологического анализов, диаграммы Исикавы и специально разработанных списков контрольных вопросов. С помощью этой методики «изобретаются» для данной системы аварийные ситуации и нежелательные явления, рассматривается вероятность их появления. При этом проводится анализ существующей ситуации и тенденции ее изменения, формулируются и разрешаются противоречия, возникающие при решении проблемы. Кроме того, ищутся и анализируются способы, предотвращающие возникновение чрезвычайных ситуаций и нежелательных явлений.

6. Методы системного анализа и синтеза.

Методы системного анализа и синтеза включают системный подход, анализ и синтез потребностей, функциональный анализ и синтез. Эти инструменты позволяют создать системную картину мира и прогнозировать развитие систем.

В ТРИЗ широко используется системный подход, включающий аппарат системных исследований, специализированный для анализа и синтеза технических систем, основанный на закономерностях развития техники и для прогнозирования развития технических систем. Кроме того, системный подход используется для развития творческого мышления.

7. Функционально-стоимостный анализ.

Функционально-стоимостный анализ (ФСА) – метод технико-экономического исследования систем, направленный на оптимизацию соотношения между их потребительскими свойствами (функций, еще воспринимаемых как качество) и затратами на достижения этих свойств. Используется как методология непрерывного совершенствования продукции, услуг, производственных технологий, организационных структур. Задачей ФСА является достижение наивысших потребительских свойств продукции при одновременном снижении всех видов производственных затрат. Классический ФСА имеет несколько англоязычных названий-синонимов – Value Engineering, Function cost analysis (FCA), Value Management, Value Analysis.

ФСА, используемый в ТРИЗ, значительно отличается от классического функционально-стоимостного анализа. Он был существенно переделан, специализирован и дополнен разработчиками ТРИЗ и сегодня практически представляет собой другую методологию, которая рассматривается под тем же именем.

Для развития творческих качеств личности и коллектива в ТРИЗ используются методы развития творческого воображения, теория развития творческой личности и теория развития творческих коллективов.

8. Методы развития творческого воображения.

Методы развития творческого воображения позволяют уменьшить психологическую инерцию при решении творческих задач. Существующая в ТРИЗ система развития творческого воображения разработана Г. Альтшуллером и П. Амнуэлем и представляет собой набор приемов фантазирования и специальных методов.

9. Теория развития творческой личности.

Теория развития творческой личности включает качества творческой личности, основные концепции ее развития, жизненную стратегию развития творческой личности (ЖСТЛ-3), деловую игру: «внешние обстоятельства творческой личности», идеальная творческая стратегия (концепция «максимального движения вверх»), задачник по курсу ТРТЛ, сводная картотека к ЖСТЛ-3. Авторы теории развития творческой личности (ТРТЛ) Г. С. Альтшуллер и И. М. Верткин.

10. Теория развития творческих коллективов.

Теория развития творческих коллективов разработана Б. Злотиним, А. Зусманом и Л. Капланом. Они выявили этапы и циклы развития творческих коллективов, закономерности их развития, механизмы торможения и развития коллективов, принципы предотвращения застойных явлений в коллективе.

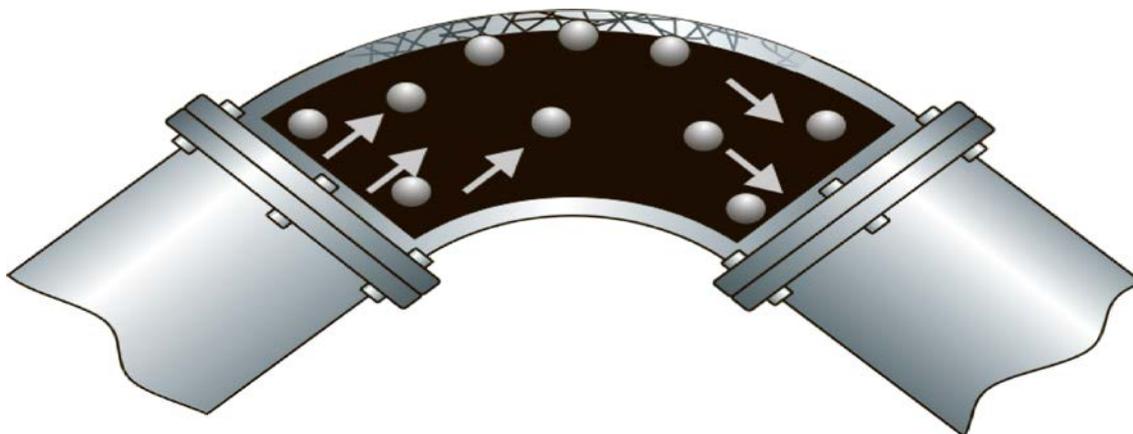
2.3. Примеры изобретательских задач

Среди инструментов ТРИЗ есть «стандарты на решение изобретательских задач», или сокращённо – «стандарты». Само название вызывает вопрос: неужели в изобретательской деятельности могут быть свои стандарты? Оказывается, могут.

Вот, например, три задачи:

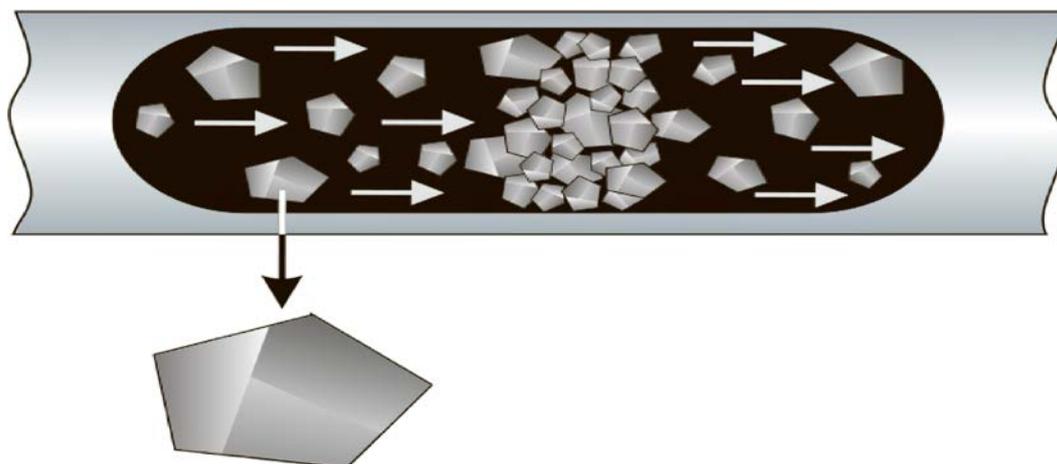
Задача 1.

На заводе есть труба, по которой перемещаются стальные шарiki. В месте изгиба трубы они сильно её истирают. Приходится часто заменять изгиб трубы, что неудобно. Как быть?



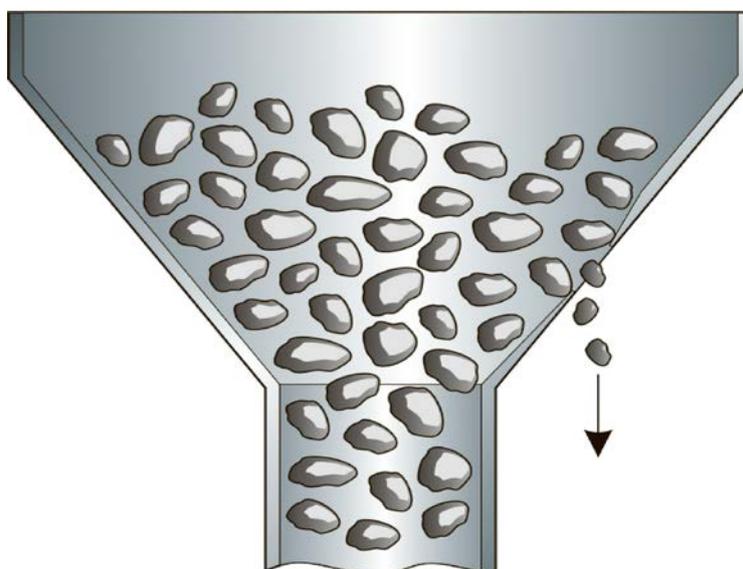
Задача 2.

На тепловых электростанциях применяют так называемые золоуловители. В них смешанный с водой поток газов проходит с большой скоростью по стальной трубе. При этом труба подвергается абразивному износу из-за содержащихся в газах твёрдых частиц. Как быть?



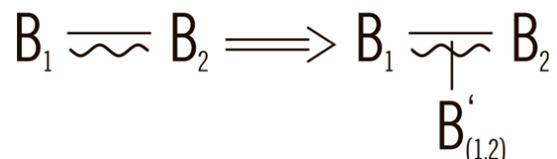
Задача 3.

На горнодобывающем предприятии руда быстро истирает стенки бункера. Как быть?



Формально эти три задачи относятся к разным сферам производства, и каждая из них имеет специфику. Это действительно так, однако с точки зрения ТРИЗ все три задачи подобны – в ТРИЗ они решаются **стандартом на устранение «вредной» связи.**

Мы можем изобразить предлагаемую стандартом модель решения следующим образом:



Здесь **B1** – труба (бункер), а **B2** – то, что по ней движется. Оба элемента в рамках этой модели условно обозначаются как «*вещества*». Между ними происходят взаимодействия. Прямая линия обозначает полезное взаимодействие. Волнистая линия показывает, что между двумя веществами есть «вредное» взаимодействие, которое нужно устранить. Стандарты подсказывают, что между **B1** и **B2** нужно ввести вещество, которое является модификацией одного из конфликтующих веществ или их сочетанием.

Подобные графические схемы удобны для наглядного представления модели решения задачи. В ТРИЗ существуют определённые правила составления таких схем и их преобразования в процессе решения. Фактически это инструмент наглядного моделирования задачи и её решения, он получил название «*Вепольный анализ*».

ТЕМА 3. ТЕХНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА И ЕЕ ФУНКЦИИ

3.1. Техническая система. Определения

Что такое техника? Совокупность объектов природного и искусственного происхождения, повышающая эффективность деятельности человека сверх возможностей, присущих ему биологически. Издавна человек использовал природные объекты в своих целях. Палкой можно сбить плод с дерева, перевернуть камень – использовать в качестве оружия дротик. Выступая в качестве инструмента достижения цели, природный объект уже может считаться техническим объектом.

Что понимают под термином «Техническая Система»?

Техническая Система (ТС) – это некоторая совокупность взаимосвязанных элементов, обладающая свойствами, не сводящимися к свойствам отдельных элементов. Под технической системой (ТС) понимают такую совокупность элементов, которая позволяет ей выполнять некоторую полезную функцию.

Так, система самолет обладает свойством летать, которым ни один из ее элементов в отдельности не обладает. ТС – понятие условное, зависящее от того, интересует ли нас данное системное свойство или нет. Например, осколки потерпевшего катастрофу самолета уже не являются системой, способной летать, но являются системой для комиссии, расследующей причины авиакатастрофы.

Функция в технике – определенный процесс или действие, которое в состоянии выполнить данная ТС.

Главная полезная функция (ГФ) – функция, ради выполнения которой создана ТС.

Полная формулировка ГФ включает две части. Первая часть показывает главную цель, ради которой создана и обычно используется потребителем данная ТС, – ее предназначение. Она отвечает на вопрос: «Что делает система?» с позиции потребителя. Вторая часть показывает конкретный способ действия данной ТС – это техническая функция. Она отвечает на вопрос: «Как система это делает?»

Полная формулировка ГФ объединяет предназначение и техническую функцию.

ГФ= Предназначение + Техническая функция

Рассмотрим несколько примеров формулирования ГФ.

ТС	Предназначение	Техническая функция	Полная формулировка ГФ
<i>Стиральная машина барабанного типа</i>	Удаляет грязь с ткани	Вращает ткань в моющем растворе	Удаляет грязь с ткани путем ее вращения в моющем растворе
<i>Лампа накаливания</i>	Освещает темные поверхности	Излучает свет накаливаемой нитью	Освещает темные поверхности путем излучения света накаливаемой нитью
<i>Фломастер</i>	Оставляет след на твердой поверхности	Доставляет красящее вещество к поверхности по капиллярам	Оставляет след на твердой поверхности путем доставки красящего вещества к поверхности по капиллярам

3.1.1. Дополнительная функция. Латентная функция

Сформулируем ГФ молотка: молоток изменяет форму, свойства, положение в пространстве объектов путем нанесения по ним ударов. Однако молоток может иметь и дополнительные функции.

Дополнительная функция – это функция, выполнение которой придает новое потребительское качество объекту

Например, столярному молотку можно добавить ряд дополнительных функций: «выдиранье гвоздей» с помощью специального устройства. Хранение гвоздей, благодаря емкости в ручке. Такие дополнительные функции делает молоток более совершенным и удобным. Некоторые системы могут иметь огромное число дополнительных функций.

Таким образом, в первом приближении техническую систему составляют два взаимодействующих элемента и подсистема, обеспечивающая их взаимодействие.

Латентная функция (*Латентный /лат/ – скрытый, невидимый, тайный*)

Техническая система далеко не всегда применяется по назначению. Например, молотком можно подпереть дверь или измерить расстояние. В этом случае молоток не выполняет ГФ, а используется для достижения других,

ситуационно возникших целей. Это возможно потому, что ТС имеют возможность выполнять не присущие им по определению функции. Такие функции называются **латентными** (скрытыми, не явными). Например:

Стул можно использовать не только для сидения, но и как возвышенность, позволяющую достать высоко расположенный предмет.

Книга – не только для чтения, но и для сушки листьев гербария.

Парус можно использовать не только как средство для создания тяги, но и для передачи информации (древнегреческий миф о царе Эгее, который по цвету паруса на возвращающемся с Крита корабле хотел заранее узнать о том, смог ли его сын Тезей победить Минотавра).

Иногда решение изобретательских задач сводится к нахождению необычного применения ТС.

Все рассмотренные функции (главная, дополнительная, латентная) имеют общее – они отражают возможности ТС удовлетворять запросы потребителя.

3.1.2. Основная и вспомогательная функции

Свои функции имеют и отдельные части (элементы) системы. Если функции отдельных частей ТС непосредственно помогают осуществлять главную функцию, то их называют основными. Основные функции выполняются в отношении того же объекта, что и функции системы.

Основные функции, осуществляемые подсистемами стиральной машины: переворачивание белья, смачивание белья.

Если функции подсистем ТС предназначены для обслуживания (обработки) других подсистем ТС, то такие функции называются вспомогательными.

Вспомогательные функции стиральной машины: перемещение барабана стиральной машины (электродвигателем), фиксация люка защелкой во время работы.

3.2. Эволюция технической системы

Технические системы во времени эволюционируют. Более подробно этот вопрос рассмотрим позже, а пока покажем одну важную линию развития: от простейшего технического объекта до полной (развитой) ТС.

Простейший технический объект представляет собой рабочий орган – то, что непосредственно действует на предмет обработки. Например, первобытный молоток-камень, скребок- ракушка, палка- рычаг.

У простейшего объекта нет двигателя, нет трансмиссии, нет органов управления. Трансмиссией является рука человека, двигателем – его мышцы, орган управления – то же человек. Со временем рабочий орган дополняется трансмиссией, например, у молотка появляется ручка. Таким молотком удобнее пользоваться, его удар гораздо сильнее. Следующий этап развития – появление у ТС двигателя (сначала мышцы прирученного животного, связанные, например, с плугом или телегой простейшей трансмиссией). И наконец, система дополняется органами управления, позволяющими изменять ее свойства в зависимости от режима работы или свойств обрабатываемого объекта.

Рабочий орган, трансмиссия, двигатель и орган управления – основные функциональные блоки ТС. Техническая система, имеющая все основные функциональные блоки, называется полной (развитой).

В результате выполнения ТС главной полезной функции появляется продукт. Иначе говоря, ТС – совокупность элементов, обеспечивающих появление продукта. Модель ТС приведена на рис. 3.1.

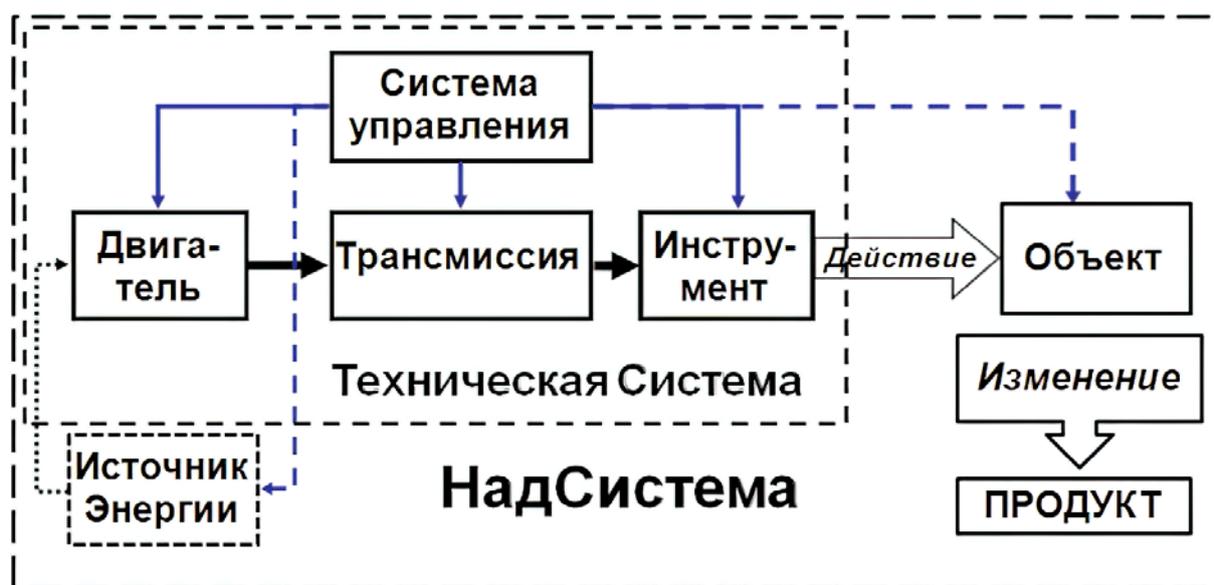


Рисунок 3.1. Модель технической системы

Введем классификацию этих элементов. При выполнении главной полезной функции в результате взаимодействия заготовки (объекта) с другим объектом происходит превращение заготовки в продукт.

При выполнении полезной функции *ТС совершает работу*. Это означает, что имеет место потребление энергии.

В соответствии с характером преобразования энергии, договоримся о следующей дополнительной классификации частей технической системы:

Инструментом (рабочим органом) называется часть ТС, непосредственно действующая на объект.

Инструмент (рис.3.1) передает энергию объекту и обеспечивает выполнение требуемой полезной функции.

Например: *режущая кромка ножа* для ветки, *столешица* для книги, *теплый воздух* (не печь!) для обитателя дома являются инструментами.

Источник энергии – элемент ТС, из которого система черпает энергию для производства работы.

Двигатель – элемент ТС, где происходит конечное преобразование энергии в вид, используемый инструментом.

Например, продуктом является автомобиль, двигающийся с определенным ускорением. При движении автомобиля с включенным двигателем в нем происходит преобразование внутренней энергии топлива в механическую

энергию вращения вала. При движении же под гору с выключенной передачей двигателем автомобиля будет совокупность его массы, гравитации и угла наклона спуска.

Трансмиссия – элемент ТС, который передает энергию от двигателя к инструменту.

Орган (система) управления – элемент ТС, который обеспечивает совместную работу частей технической системы для появления продукта. Т.е. орган управления регулирует поток энергии к частям ТС и согласует их работу во времени и пространстве.

Элемент ТС – относительно целая ее часть, обладающая некоторыми свойствами, не исчезающими при отделении от системы.

Объект – обрабатываемый предмет. Например, рассматривая изготовление некоторой детали, объектом можно считать обрабатываемую резцом болванку, а при изучении вибрации резца – резец (но не «вибрацию»). Объект – то, что мы имеем исходно, заготовка. Это то, что мы должны каким-то образом обработать, улучшить, изменить, иными словами, придать некоторое свойство, которого раньше не было. Результатом такой обработки будет появление продукта.

Продукт (изделие) – объект с определенным свойством, служит объектом действия ТС в процессе превращения заготовки в изделие.

Таким образом: *«объект, продукт и техническая система»* являются ключевыми определениями в ТРИЗ. *Создание ТС происходит в процессе изобретательской деятельности.*

Соответствие между продуктом, функцией и технической системой – это принцип *единственности*. Функция технической системы заключается в придании объекту требуемого свойства (единственного для анализа данной ситуации). Если мы рассматриваем другое свойство, необходимо строить другую техническую систему. Таким образом, постулируется следующее утверждение: ***«Данная техническая система имеет только один продукт или обеспечивает только одно свойство продукта, или имеет только одну функцию».***

Обратное предполагают неверным. Один и тот же продукт может быть реализован разными системами.

3.2.1. Подсистемы и надсистемы

Как правило, ТС рассматриваются не абстрактно, а в контексте какой-либо задачи. Например, необходимо удешевить автомобильное колесо, не ухудшая его потребительских качеств. Колесо автомобиля, как и любая ТС, имеет части. Можно выделить эти части и представить колесо в виде структурной схемы (рис.3.2).

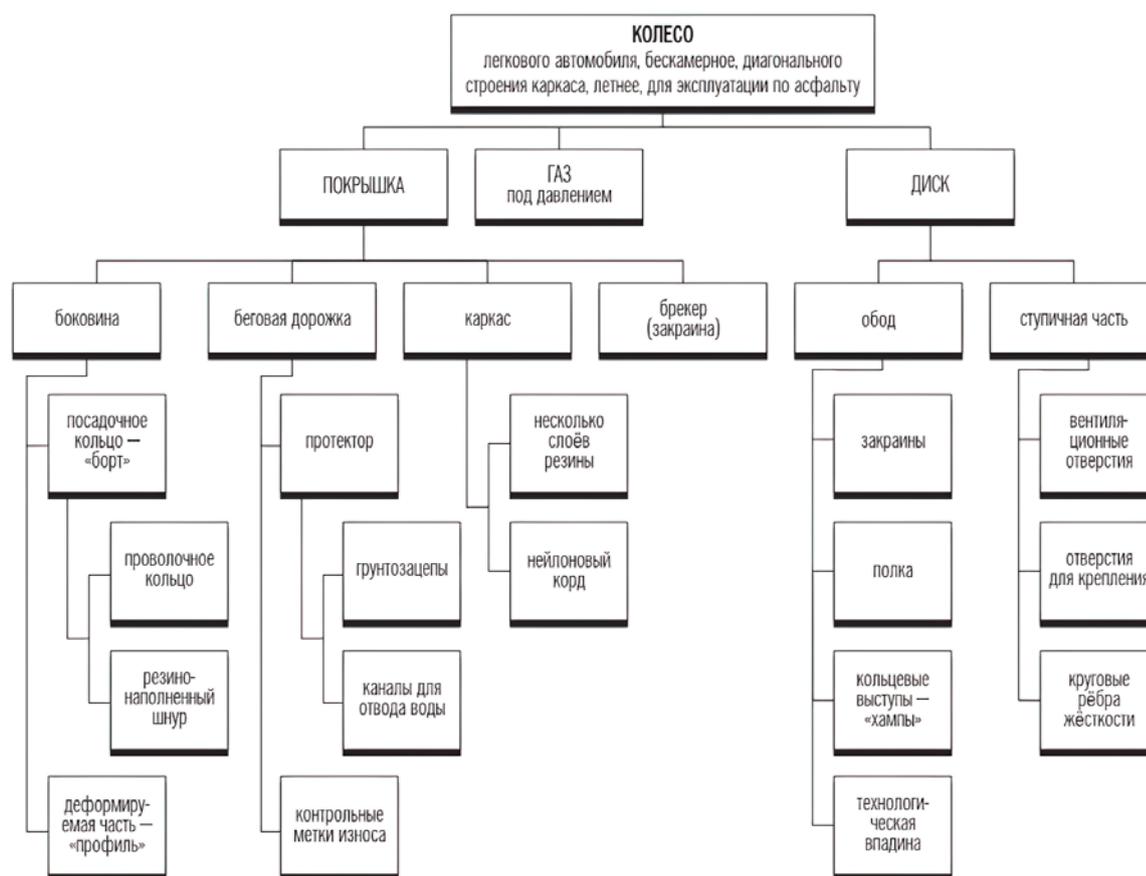


Рисунок 3.2. Структурная схема колеса

При этом не забудем, что части колеса тоже могут рассматриваться как технические системы и детализация может продолжаться настолько глубоко, насколько это необходимо для решения задачи.

Структурная схема – это схема, показывающая связи между подсистемами ТС.

Любые части (элементы) ТС в ТРИЗ называются подсистемами. Для чего нужно выделять подсистемы и делать структурную схему? Дело в том, что все свойства ТС определяются ее подсистемами и взаимодействием между ними. Структурная схема позволяет тщательно разобраться в устройстве и свойствах ТС, найти неиспользованные резервы совершенствования, ресурсы развития ТС.

Надсистема – часть ТС, имеющая значение для решения задачи. Элемент – подсистема ТС, условно считающаяся неделимой в рамках конкретной задачи.

В то же время каждая ТС является частью какой-то большой системы. Эта большая система, в которую входит рассматриваемая ТС в качестве подсистемы, в ТРИЗ называется надсистемой.

Пример. Кухонная плита – подсистема кухни, а сама кухня – подсистема квартиры. Кухня – надсистема для плиты. Квартира – надсистема для кухни.

Для каждой ТС можно найти много надсистем. Выбор надсистем зависит от задачи, в рамках которой рассматривается система. Если решается задача о продаже кухонных плит, то в качестве одной из надсистем логично рассматривать торговый зал магазина, в котором их продают.

А что следует выбрать в качестве надсистемы для рассмотренного примера автомобильного колеса, в контексте его удешевления? Это система производства колес и составляющих материалов. Если рассматривать не только удешевление производства колеса, а снижение его стоимости для потребителя, то в качестве надсистем также следует рассматривать и склады для хранения колес, систему перевозки и рынок их сбыта, системы ремонта и утилизации.

Надсистема – система, в которую рассматриваемая ТС входит как часть.

3.3. Законы развития технических систем по Г. С. Альтшуллеру

В середине 1970-х годов Г. С. Альтшуллер разработал систему законов, которая была описана в двух работах: «Линии жизни» технических систем и «О законах развития технических систем». В дальнейшем они были опубликована в книге «Творчество как точная наука» и сборнике «Дерзкие формулы творчества».

Законы были разбиты на три группы: **статика, кинематика и динамика**. Приведем эти законы:

Статика

1. Закон полноты частей системы.

Необходимым условием принципиальной жизнеспособности технической системы является наличие и минимальная работоспособность основных частей системы.

Каждая техническая система должна включать четыре основные части: двигатель, трансмиссию, рабочий орган и орган управления.

Следствие из закона 1:

Чтобы система была управляемой, необходимо, чтобы хотя бы одна ее часть была управляемой.

2. Закон «энергетической проводимости» системы.

Необходимым условием принципиальной жизнеспособности технической системы является сквозной проход энергии по всем частям системы.

Следствие из закона 2:

Чтобы часть технической системы была управляемой, необходимо обеспечить энергетическую проводимость между этой частью и органами управления.

3. Закон согласования ритмики частей системы.

Необходимым условием принципиальной жизнеспособности технической системы является согласование ритмики (частоты колебаний, периодичности) всех частей системы.

Кинематика

4. Закон увеличения степени идеальности системы.

Развитие всех систем идет в направлении увеличения степени идеальности.

5. Закон неравномерности развития частей системы.

Развитие частей системы идет неравномерно; чем сложнее система, тем неравномернее развитие ее частей.

6. Закон перехода системы в надсистему.

Исчерпав возможности развития, система включается в надсистему в качестве одной из частей; при этом дальнейшее развитие идет уже на уровне надсистемы.

Динамика

7. Закон перехода с макроуровня на микроуровень.

Развитие рабочих органов системы идет сначала на макро-, а затем на микроуровне.

8. Закон увеличения степени вепольности.

Развитие технических систем идет в направлении увеличения степени вепольности.

Позже Г. С. Альтшуллер ввел закон увеличения степени динамичности, уточнил понятия законов перехода в надсистему и увеличения степени вепольности, разработал линию увеличения пустотности.

Закон увеличения степени динамичности Альтшуллер описал так:

«... для каждой системы неизбежен этап „динамизации“ – переход от жесткой, не меняющейся структуры к структуре гибкой, поддающейся управляемому изменению. „Зрелые“ и „пожилые“ системы тоже динамизируются, что компенсирует увеличение их размеров». ... «Вводят шарниры и упругие элементы, применяют пневмо – и гидроконструкции, используют вибрацию, фазовые переходы... Выбор способа динамизации зависит от конкретных обстоятельств, но сама динамизация – универсальный закон, определяющий направление развития всех технических систем, даже таких, которые по самой своей природе, казалось бы, должны оставаться жесткими».

Механизмы закона перехода в надсистему

Г. С. Альтшуллер представил в виде перехода МОНО-БИ-ПОЛИ-СВЕРТЫВАНИЕ.

1. Эффективность синтезированных би-систем и поли-систем может быть повышена прежде всего развитием связей элементов в этих системах.

2. Эффективность би- и поли-систем может быть повышена увеличением различия между элементами системы: от однородных элементов к элементам со сдвинутыми характеристиками, а затем – к разнородным элементам и инверсным сочетаниям типа «элемент и анти-элемент».

Закон увеличения степени вепольности был представлен в *виде «линии развития вепольных систем: от невеполей к простым веполям, затем к сложным веполям и далее к форсированным и комплексно форсированным веполям».*

3.3.1. Закон увеличения степени идеальности

Г. С. Альтшуллер писал: *«Понятие об идеальной машине – одно из фундаментальных для всей методике изобретательства».*

Общее направление развития систем определяется законом увеличения степени идеальности. Это самый главный закон эволюции систем. Г. С. Альтшуллер сформулировал этот закон следующим образом:

«Развитие всех систем идет в направлении увеличения степени идеальности».

В. Петров незначительно изменил эту формулировку. Закон увеличения степени идеальности заключается в том, что *любая система в своем развитии стремится стать идеальнее.*

Виды степеней идеализации системы:

1. Появляться в нужный момент в нужном месте.
2. Самоисполнение.
3. Идеальная система – функции.
4. Функция становится не нужной.

Система должна появляться в нужный момент в нужном месте по необходимому условию.

Идеальная система должна появляться в нужный момент в необходимом месте по необходимому условию и нести полную (100 %) расчетную нагрузку.

В остальное (не рабочее) время этой системы быть не должно (она должна исчезнуть) или выполнять другую полезную работу (функцию).

Нужное действие должно появляться в нужный момент в необходимом месте или при необходимом условии.

Предмет должен появиться только в нужный момент в необходимом месте.

Можно использовать убирающиеся, складные, надувные, заменяемые и съемные предметы или их части. Они не занимают лишнее место и «появляются» в момент, когда они нужны.

Идеальная информация появляется в нужный момент в нужном месте при необходимом условии, без затрат времени и усилий на ее поиск.

Самоисполнение

Идеальная система должна выполнять все процессы (действия) самостоятельно (САМА), без участия человека.

Кибернетизация труда избавляет человека от управления процессом. Более высокие степени кибернетизации – автоматизация (компьютеризация) мыслительной деятельности. Иногда этот процесс называют *интеллектуализацией*.

В качестве примеров можно привести шахматные компьютерные программы, программы–переводчики текстов на различные языки, экспертные системы и системы искусственного интеллекта и т. д.

Идеальная информация должна появляться САМА, без затрат времени и усилий на ее поиск.

Идеальная система – функция.

Идеальной системы быть *не должно*, а ее *работа должна выполняться* как бы *сама собой*, по мановению «волшебной палочки». Функция должна выполняться без средств. Идеальная система – это система, которой не существует, ее нет, а ее функции выполняются в нужный момент времени, в необходимом месте (причем в это время система несет 100 % расчетную нагрузку), по необходимому условию, не затрачивая на это веществ, энергии, времени и финансов. Таким образом, идеальная система должна выполнять полезные функции в нужный момент времени, в необходимом месте, по необходимому условию, иметь нулевые затраты и не иметь нежелательных эффектов.

Использование информации не относится к затратам, если она не требует финансовых затрат. Система тем идеальнее, чем больше она использует бесплатной информации.

Тенденция: материальная система заменяется виртуальной или программным обеспечением.

Идеальная информация – информация которой нет, а выполняется только ее функция – действие, процесс, которые должны происходить с использованием данной информации. Например, принято решение, для которого собиралась данная информация.

Функция становится не нужной

Предельная степень идеализации – отказ от функции, т.е. функция становится не нужной.

Идеальная информация – нет потребности в данной информации. Например, нет потребности в принятии решения, для которого собиралась данная информация.

Описанные выше степени идеализации характерны не только для системы, но и для вещества, формы и процесса.

3.4. Прогнозирование развития технических систем

Основные понятия прогнозирования

Прогноз (от греч. «πρόβωσις» – предвидение, предсказание) – предсказание будущего с помощью научных методов, а также сам результат предсказания.

Прогнозирование развития технических систем должно проводиться на всех этапах жизненного цикла изделия от зарождения идеи, проектирования, изготовления, эксплуатации и до утилизации.

Прогнозы бывают поисковыми и нормативными.

Поисковый прогноз (исследовательский, изыскательский, трендовый, генетический и т. п.) – это определение возможных состояний явления будущего. Условное продолжение в будущем тенденций развития изучаемого явления. Такой прогноз отвечает на вопрос: что вероятнее всего произойдет?

Нормативный прогноз (иногда его называют программным или целевым) – определение путей и сроков достижения возможных состояний явления,

принимаемого в качестве цели. Осуществляется прогнозированием достижения желаемых состояний. Этот прогноз отвечает на вопрос, какими путями достичь желаемого?

Прогнозирование может выполняться на качественном и количественном уровнях.

Прогнозирование на количественном уровне предсказывает параметры исследуемого объекта, а на качественном – образ будущего объекта.

Мы будем рассматривать только качественный уровень прогнозирования. Срок упреждения в таком прогнозировании установить невозможно, это не ставится целью. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ с использованием ТРИЗ должно завершаться получением перспективных решений. Период времени, когда эти решения могут выйти на рынок, зависит от эффективности проведения нормативного прогноза и используемых ресурсов, прежде всего, финансовых.

3.4.1. Прогнозирование с использованием ТРИЗ

История вопроса

Первая работа по использованию ТРИЗ для прогнозирования развития технических систем была написана Г. С. Альтшуллером. В ней изложен прогноз развития технических систем с помощью S-образных кривых, дополняющих работу «Линии жизни» технических систем.

В 1976 г. В. Петровым был разработан учебный курс прогнозирования развития технических систем. В этом курсе были рассмотрены классические способы прогнозирования и прогнозирование с использованием законов развития технических систем (ЗРТС).

В дальнейшем методикой прогнозирования и развитием системы ЗРТС занимались Б. Злотин, В. Петров, С. Литвин, Ю. Саламатов, М. Рубин, Н. Шпаковский и другие.

Совершенствование методики прогнозирования шло путем усовершенствования системы ЗРТС и технологии прогнозирования. Наиболее разработанные системы ЗРТС созданы Б. Злотиным, Ю. Саламатовым, С. Литвиным и А. Любомирским, В. Петровым.

Технология проведения прогноза

В зависимости от затрат времени на прогнозирование его можно подразделить на экспресс-прогноз и углубленный прогноз (рис. 3.3).



Рисунок 3.3. Виды прогнозирования

Любой из этих видов прогнозирования следует начинать с анализа уровня развития прогнозируемой системы.

Анализ уровня развития системы

Анализ уровня развития исследуемой системы осуществляется чаще всего следующими путями (рис.3.4):

- определением развития системы в соответствии с S-образной кривой;
- сравнением параметров системы с требованиями законов развития технических систем.

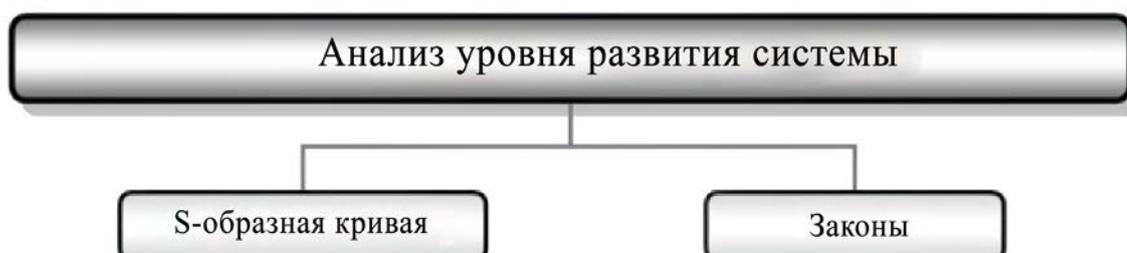


Рисунок 3.4. Анализ уровня развития системы

Такой анализ дает только качественную, но не количественную оценку, поэтому он, как правило, проводится экспертным путем. К анализу должны быть привлечены опытные эксперты в исследуемой области. Результаты анализа должны быть статистически обработаны.

Анализ по S образной кривой

Анализ по S-образной кривой осуществляется по основным параметрам системы, а затем дает суммарную оценку. В результате получают картину развития системы по каждому из ее важных параметров и общую картину развития системы. Звездочкой на графике (рис.3.5) показан уровень развития исследуемой системы.

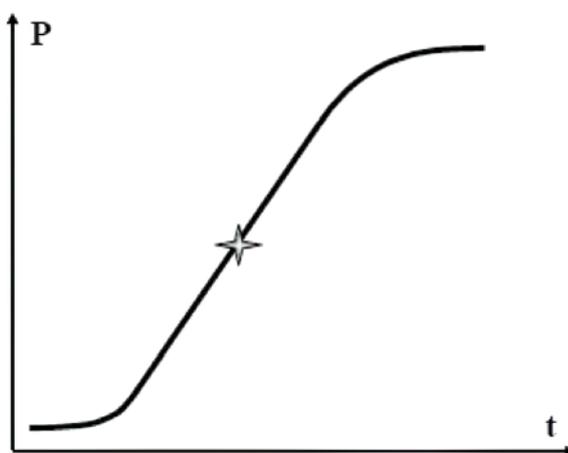


Рисунок 3.5. Уровень развития систем

В качестве параметров могут рассматриваться не только технические параметры, например: *скорость, мощность, КПД, быстродействие, габариты* и т. д., но и экономические, маркетинговые, например: *количество продаж, прибыль* и т. д.

Такой анализ позволяет определить стратегическое направление развития исследуемой системы, т. е. направление, в каком следует развивать систему:

- продолжить развитие рассматриваемой системы;
- начать разработку системы нового поколения;
- продолжить развитие существующей системы и параллельно начать разработку новой системы и т. д.

Анализ по законам развития технических систем

Анализ исследуемой системы по законам развития технических систем осуществляется сравнением параметров системы с требованиями каждого из законов и закономерностей развития (рис.3.6).



Рисунок 3.6. Схема выявления уровня развития системы

Такой анализ желательно провести не только по существующей системе, но и по ее предшественнице и конкурирующим системам.

Сопоставляя результаты анализа существующей системы и предыдущей, можно судить, насколько улучшилась (или ухудшилась) существующая система, по каким законам.

Сопоставление с конкурирующей системой покажет разницу в развитии исследуемой и конкурирующей системы. Такой анализ позволяет увидеть сильные стороны конкурирующей системы и слабые анализируемой. Задача заключается в достижении всех наилучших качеств.

Пример наглядного (графического) представления степени развития системы по различным законам приведен на рис.3.7.

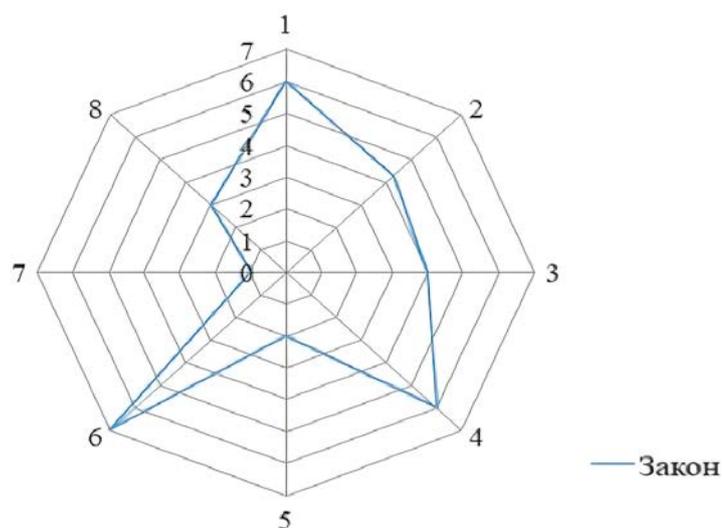


Рисунок 3.7. Обобщенная диаграмма анализа развития системы

Диаграмма анализа системы, построенная по законам, подходит для любой технической системы. Такую диаграмму будем называть обобщенной. На рис.3.7. обозначено:

Число – это номер закона:

1. Увеличение степени идеальности.
2. Увеличение степени управляемости.
3. Увеличение степени динамичности.
4. Переход системы на микроуровень.
5. Переход системы в надсистему.
6. Согласование.
7. Свертывание – развертывание.
8. Сбалансированность развития системы.

Максимальное значение развития системы по каждому из законов выбрано 10 баллов.

Диаграмма показывает, по каким из законов система развита больше, а по каким меньше. В соответствии с этим выбирается стратегия дальнейшего развития системы.

Экспресс-прогноз

Экспресс-прогноз проводится значительно быстрее, чем углубленный, но его точность (верификация) ниже. В этом виде прогноза в основном используются законы развития технических систем.

После проведения этих прогнозов составляется общий прогноз, включающий все направления развития исследуемой системы.

Примечание. Как правило, прогнозирование проводится одновременно с анализом. Одновременно с анализом по S образной кривой выносят решение о стратегии развития. Также обстоит дело с анализом по законам. Мы разделили эти процессы, чтобы продемонстрировать нюансы методики прогнозирования.

Анализ по законам показывает, по каким направлениям следует развивать данную систему. Прежде всего, следует определить, по каким именно законам следует развивать исследуемую систему, а какие законы в данных обстоятельствах нерелевантны (т.е. не соответствуют критериям – адекватности, необходимости, применимости с точки зрения наблюдателя).

Прогнозирование развития системы можно начинать с любого из законов эволюции технических систем. Оно проводится последовательным использованием отдельных законов, закономерностей, механизмов осуществления законов развития технических систем.

После применения всех законов необходимо проверить, не имеются ли противоположные направления развития. При наличии таких фактов необходимо выявить и разрешить противоречия с помощью инструментов ТРИЗ.

3.5. Методы и структура системного анализа

Сам термин «*системный анализ*» впервые появился в работах корпорации RAND в 1948 г. Первой разработкой, которая была представлена как «система», стало проектирование сверхзвукового бомбардировщика В-52, начавшееся в 1952 г.

Остановимся на определении: **системный анализ** является областью деятельности, направленной на выявление причин сложностей, возникших перед «обладателем проблемы» (конкретная организация, учреждение, предприятие, коллектив или индивид), и на выработку вариантов их устранения. Таким образом, задачи системного анализа состоят в понимании функционирования системы (собственно, анализ – метод научного познания, состоящий в мысленном или фактическом разложении целого на составные части), где задачами более высокого уровня выступают проектирование нужной системы, ее создание и управление ею.

В состав задач системного анализа входят:

-**Задача декомпозиции** означает представление системы в виде подсистем, состоящих из более мелких элементов. Часто задачу декомпозиции рассматривают как составную часть анализа.

-**Задача анализа** состоит в нахождении различного рода свойств системы или среды, окружающей систему. Целью анализа может быть определение закона преобразования информации, задающего поведение системы.

-**Задача синтеза** системы противоположна задаче анализа. Необходимо по описанию закона преобразования построить систему, фактически выполняющую это преобразование по определенному алгоритму. При этом должен быть предварительно определен класс элементов, из которых строится искомая система, реализующая алгоритм преобразования.

Общий подход к решению проблем может быть представлен как цикл (рис.3.8).



Рисунок 3.8. Общий подход к решению проблемы

При этом в процессе функционирования реальной системы выявляется проблема практики как несоответствие существующего положения дел требуемому. Для решения проблемы проводится системное исследование (декомпозиция, анализ и синтез) системы, снимающее проблему. В ходе синтеза осуществляется оценка анализируемой и синтезируемой систем. Реализация синтезированной системы в виде предлагаемой физической системы позволяет провести оценку степени снятия проблемы практики и принять решение на функционирование модернизированной (новой) реальной системы.

При таком представлении становится очевидным еще один аспект определения системы: система есть средство решения проблем.

Основные задачи системного анализа могут быть представлены в виде трехуровневого дерева функций (рис. 3.9).

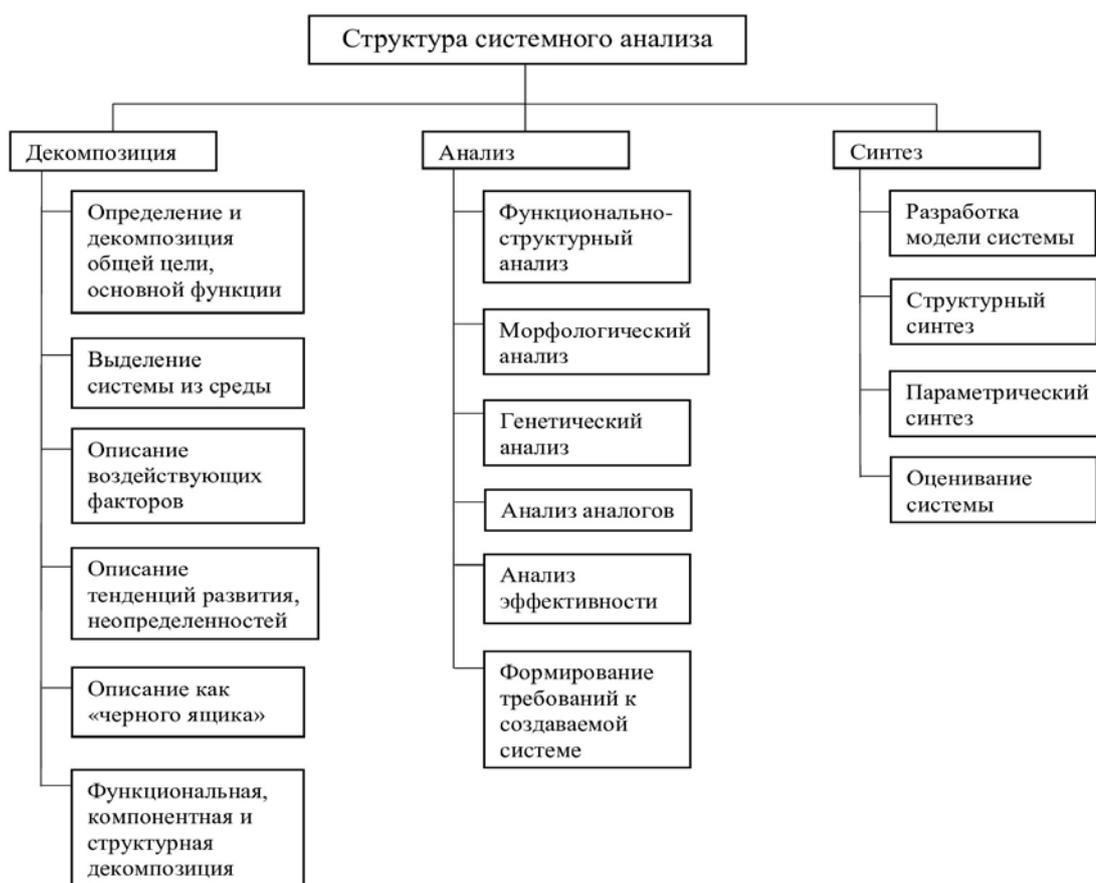


Рисунок 3.9. Основные задачи системного анализа

На этапе декомпозиции, обеспечивающем общее представление системы, осуществляются:

1. Определение и декомпозиция общей цели исследования и основной функции системы как ограничение траектории в пространстве состояний системы или в области допустимых ситуаций. Наиболее часто декомпозиция проводится путем построения дерева целей и дерева функций.

2. Выделение системы из среды (разделение на систему/«не систему») по критерию участия каждого рассматриваемого элемента в процессе, приводящем к результату на основе рассмотрения системы как составной части надсистемы.

3. Описание воздействующих факторов.

4. Описание тенденций развития, неопределенностей разного рода.

5. Описание системы как «черного ящика».

6. Функциональная (по функциям), компонентная (по виду элементов) и структурная (по виду отношений между элементами) декомпозиции системы.

Глубина декомпозиции ограничивается. Декомпозиция должна прекращаться, если необходимо изменить уровень абстракции – представить элемент как подсистему. *Если при декомпозиции выясняется, что модель начинает описывать внутренний алгоритм функционирования элемента вместо закона его функционирования в виде «черного ящика», то в этом случае произошло изменение уровня абстракции. Это означает выход за пределы цели исследования системы и, следовательно, вызывает прекращение декомпозиции.*

В автоматизированных методиках типичной является декомпозиция модели на глубину 5-6 уровней. На такую глубину декомпозируется обычно одна из подсистем. Функции, которые требуют такого уровня детализации, часто очень важны, и их детальное описание дает ключ к секретам работы всей системы.

В общей теории систем доказано, что большинство систем могут быть декомпоziрованы на базовые представления подсистем. К ним относят: последовательное (каскадное) соединение элементов, параллельное соединение элементов, соединение с помощью обратной связи.

Проблема проведения декомпозиции состоит в том, что в сложных системах отсутствует однозначное соответствие между законом функционирования подсистем и алгоритмом его реализации. Поэтому осуществляется формирование нескольких вариантов (или одного варианта, если система отображена в виде иерархической структуры) декомпозиции системы.

Рассмотрим некоторые наиболее часто применяемые стратегии декомпозиции.

Функциональная декомпозиция. Декомпозиция базируется на анализе функций системы. При этом ставится вопрос, что делает система, независимо от того, как она работает. Основанием разделения на функциональные подсистемы служит общность функций, выполняемых группами элементов.

Декомпозиция по жизненному циклу. Признак выделения подсистем – изменение закона функционирования подсистем на разных этапах цикла существования системы «от рождения до гибели». Рекомендуется применять эту стратегию, когда целью системы является оптимизация процессов и когда можно определить последовательные стадии преобразования входов в выходы.

Декомпозиция по физическому процессу. Признак выделения подсистем – шаги выполнения алгоритма функционирования подсистемы, стадии смены состояний. Хотя эта стратегия полезна при описании существующих процессов, результатом ее часто может стать слишком последовательное описание системы, которое не будет в полной мере учитывать ограничения, диктуемые функциями друг другу. При этом может оказаться скрытой последовательность управления. Применять эту стратегию следует, только если целью модели является описание физического процесса как такового.

Декомпозиция по подсистемам (структурная декомпозиция). Признак выделения подсистем – сильная связь между элементами по одному из типов отношений (связей), существующих в системе (информационных, логических,

иерархических, энергетических и т.п.). Силу связи, например, по информации можно оценить коэффициентом информационной взаимосвязи подсистем:

$$k=N/N_0,$$

где N – количество взаимопользуемых информационных массивов в подсистемах, N_0 – общее количество информационных массивов.

Для описания всей системы должна быть построена составная модель, объединяющая все отдельные модели. Рекомендуется использовать разложение на подсистемы, только когда такое разделение на основные части системы не изменяется. Нестабильность границ подсистем быстро обесценит как отдельные модели, так и их объединение.

На этапе анализа, обеспечивающем формирование детального представления системы, осуществляются:

1. *Функционально-структурный анализ* существующей системы, позволяющий сформулировать требования к создаваемой системе. Он включает уточнение состава и законов функционирования элементов, алгоритмов функционирования и взаимовлияний подсистем, разделение управляемых и неуправляемых характеристик, задание пространства состояний Z , задание параметрического пространства T , в котором задано поведение системы, анализ целостности системы, формулирование требований к создаваемой системе.

2. *Морфологический анализ* – анализ взаимосвязи компонентов.

3. *Генетический анализ* – анализ предыстории, причин развития ситуации, имеющих тенденций, построение прогнозов.

4. *Анализ аналогов*.

5. *Анализ эффективности* (по результативности, ресурсоемкости, оперативности). Он включает выбор шкалы измерения, формирование показателей эффективности, обоснование и формирование критериев эффективности, непосредственно оценивание и анализ полученных оценок.

6. *Формирование требований к создаваемой системе*, включая выбор критериев оценки и ограничений.

Этап синтеза системы, решающей проблему, представлен в виде упрощенной функциональной диаграммы на рис. 3. 10.

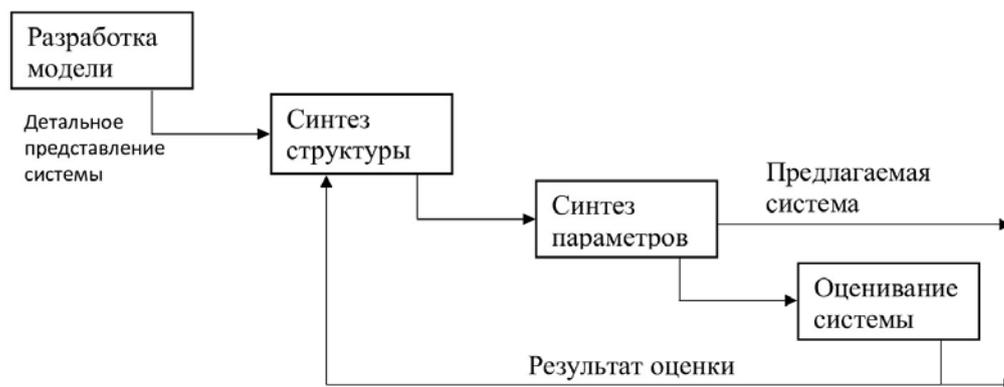


Рисунок 3.10. Упрощенная функциональная диаграмма этапа синтеза системы, решающей проблему

На этом этапе осуществляются:

1. Разработка модели требуемой системы (выбор математического аппарата, моделирование, оценка модели по критериям адекватности, простоты, соответствия между точностью и сложностью, баланса погрешностей, многовариантности реализаций, блочности построения).
2. Синтез альтернативных структур системы, снимающей проблему.
3. Синтез параметров системы, снимающей проблему.
4. Оценивание вариантов синтезированной системы (обоснование схемы оценивания, реализация модели, проведение эксперимента по оценке, обработка результатов оценивания, анализ результатов, выбор наилучшего варианта).

Оценка степени снятия проблемы проводится при завершении системного анализа.

Наиболее сложными в исполнении являются этапы декомпозиции и анализа. Это связано с высокой степенью неопределенности, которую требуется преодолеть в ходе исследования.

Вопросы о классификации разновидностей системного анализа еще разрабатываются в науке. Довольно часто виды системного анализа сводят к методам системного анализа или к специфике системного подхода в системах различной природы. Бурное развитие системного анализа приводит к дифференциации его разновидностей по многим основаниям, в качестве которых выступают: назначение системного анализа; направленность вектора анализа; способ его осуществления; время и аспект системы; отрасль знания и характер отражения жизни системы.

Классификация по этим основаниям приведена в табл. 3.1.

Таблица 3.1. – Классификация методов системного анализа

Основание классификации	Виды системного анализа	Характеристика
Назначение системного анализа	Исследовательский системный	Аналитическая деятельность строится как исследовательская деятельность, результаты используются в науке
	Прикладной системный	Аналитическая деятельность представляет собой специфическую разновидность практической деятельности, результаты используются в практике
Направленность вектора анализа	Дескриптивный или описательный	Анализ системы начинается со структуры и идет к функциям и цели
	Конструктивный	Анализ системы начинается с ее цели и идет через функции к структуре
Способ осуществления анализа	Качественный	Анализ системы с точки зрения качественных свойств, характеристик
	Количественный	Анализ системы с точки зрения формального подхода, количественного представления характеристик
Время системы	Ретроспективный	Анализ систем прошлого и их влияния на прошлое и историю
	Актуальный (ситуационный)	Анализ систем в ситуациях настоящего и проблем их стабилизации
	Прогностический	Анализ систем будущего и путей их достижения
Аспекты системы	Структурный	Анализ структуры
	Функциональный	Анализ функций системы, эффективности ее функционирования
	Структурно-функциональный	Анализ структуры и функций, а также их взаимозависимости

Основание классификации	Виды системного анализа	Характеристика
Масштаб системы	Макросистемный	Анализ места и роли системы в более крупных системах, которые ее включают
	Микросистемный	Анализ систем, которые включают в себя данную и воздействуют на свойства данной системы
Отрасль знания	Общий системный	Опирается на общую теорию систем, осуществляется с общих системных позиций
	Специальный системный	Опирается на специальные теории систем, учитывает специфику природы систем
Отражение жизни системы	Витальный	Предполагает анализ жизни системы, основных этапов ее жизненного пути
	Генетический	Анализ генетики системы, механизмов наследования

Данная классификация позволяет диагностировать каждую конкретную разновидность системного анализа. Для этого надо «пройти» по всем основаниям классификации, выбирая ту разновидность анализа, которая наилучшим образом отражает свойства применяемой разновидности анализа.

3.5.1. Методы системного анализа. Практические аспекты

Методы исследования систем по способу обработки информации могут быть поделены на две группы:

- *количественные (формализованные)* – в основе цифровая информация, а также способы получения цифровых данных, их анализ и оценивание;
- *качественные (эвристические)* – в основе оценка на основе суждений, жизненного опыта и знаний.

<p>Количественные методы</p> <p><i>Аналитические методы</i></p> <p><i>Статистические методы</i></p> <p><i>Теоретико-множественные методы</i></p> <p><i>Лингвистические методы</i></p> <p><i>Семиотические методы</i></p> <p><i>Графические методы</i></p>	<p>Формальные методы</p> <p><i>Методы формализованного представления систем</i></p>
<p>Метод решающих матриц</p> <p>Морфологический подход</p> <p>Методы структуризации: «дерева целей», «прогнозного графа» и др.</p> <p>Методы «Дельфи»</p> <p>Методы экспертных оценок</p> <p>Методы «сценариев»</p> <p>Методы мозгового штурма (атаки)</p> <p>Диагностические методы</p> <p>Сетевые методы</p>	<p>Эвристические методы</p> <p>Методы, направленные на активизацию использования интуиции и опыта специалистов</p>

Рисунок 3.11. Методы системного анализа с различной степенью формализации

Деление методов системного анализа на качественные и количественные имеет относительный, условный характер. В некоторых качественных методах используется прием перевода качественной информации в количественные показатели (например, шкала ранжирования при экспертной оценке качества), а в количественных методах допускается выбор на основе субъективного предпочтения, предположения. Поэтому важно понять основополагающий принцип деления – степень формализации.

Любой метод системного анализа имеет не только свои преимущества, но и недостатки, ограничения. Это определяет необходимость для решения поставленных целей, проблем использовать параллельно или в сочетании на разных этапах исследования разнообразные методы анализа. Так, для анализа систем в экономической сфере деятельности человека такой интегральный подход позволяет рассматривать проблемы более объективно, и, следовательно, решения, принятые на основе сочетания разных методов, будут эффективнее.

Следует заметить, что количественные методы успешно применяются в условиях большей определенности, что, как правило, соответствует простым (нижний уровень иерархии) экономическим системам. При переходе к более сложным структурам количественная определенность системы уменьшается и

приобретает более качественные характеристики, уровень риска и неопределенности повышается, соответственно более востребованными становятся субъективные, качественные методы анализа, а формализованные методы и их элементы уходят на вспомогательный план.

3.6. Формирование представления системы

Рассмотрим процесс формирования общего и детального представления системы, включающий девять основных стадий.

Формирование общего представления системы

Стадия 1. Выявление главных функций (свойств, целей, предназначения) системы. Формирование (выбор) основных предметных понятий, используемых в системе. На этой стадии речь идет об уяснении основных выходов в системе. Именно с этого лучше всего начинать ее исследование.

Должен быть определен тип выхода: материальный, энергетический, информационный, они должны быть отнесены к каким-либо физическим или другим понятиям (выход производства – *продукция (какая?)*, выход системы управления – *командная информация (для чего? в каком виде?)*, выход автоматизированной информационной системы – *сведения (о чем?)* и т.д.).

Стадия 2. Выявление основных функций и частей (модулей) в системе. Понимание единства этих частей в рамках системы. На этой стадии происходит первое знакомство с внутренним содержанием системы, выявляется, из каких крупных частей она состоит и какую роль каждая часть играет в системе. Это стадия получения первичных сведений о структуре и характере основных связей. Такие сведения следует представлять и изучать при помощи структурных или объектно-ориентированных методов анализа систем, где, например, выясняется наличие преимущественно последовательного или параллельного характера соединения частей, взаимной или преимущественно односторонней направленности воздействий между частями и т.п. Уже на этой стадии следует обратить внимание на так называемые системообразующие факторы, т.е. на те связи, взаимообусловленности, которые и делают систему системой.

Стадия 3. Выявление основных процессов в системе, их роли, условий осуществления; выявление стадийности, скачков, смен состояний в функционировании; в системах с управлением – выделение основных управляющих факторов. Здесь исследуется динамика важнейших изменений в системе, ход событий, вводятся параметры состояния, рассматриваются факторы, влияющие на эти параметры, обеспечивающие течение процессов, а также условия начала и конца процессов. Определяется, управляемы ли процессы и способствуют ли они осуществлению системой своих главных функций. Для управляемых систем уясняются основные управляющие воздействия, их тип, источник и степень влияния на систему.

Стадия 4. Выявление основных элементов «не системы», с которыми связана изучаемая система. Выявление характера этих связей. На этой стадии

решается ряд отдельных проблем. Исследуются основные внешние воздействия на систему (входы). Определяются их тип (вещественные, энергетические, информационные), степень влияния на систему, основные характеристики. Фиксируются границы того, что считается системой, определяются элементы «несистемы», на которые направлены основные выходные воздействия. Здесь же полезно проследить эволюцию системы, путь ее формирования. Нередко именно это ведет к пониманию структуры и особенностей функционирования системы. В целом данная стадия позволяет лучше уяснить главные функции системы, ее зависимость и уязвимость или относительную независимость во внешней среде.

Стадия 5. Выявление неопределенностей и случайностей в ситуации их определяющего влияния на систему (для стохастических систем).

Стадия 6. Выявление разветвленной структуры, иерархии, формирование представлений о системе как о совокупности модулей, связанных входами-выходами.

Стадией 6 заканчивается формирование общих представлений о системе. Как правило, этого достаточно, если речь идет об объекте, с которым мы непосредственно работать не будем. Если же речь идет о системе, которой надо заниматься для ее глубокого изучения, улучшения, управления, то нам придется пойти дальше по спиралеобразному пути углубленного исследования системы.

Формирование детального представления системы

Стадия 7. Выявление всех элементов и связей, важных для целей рассмотрения. Их отнесение к структуре иерархии в системе. Ранжирование элементов и связей по их значимости.

Стадии 6 и 7 тесно связаны друг с другом, поэтому их обсуждение полезно провести вместе. Стадия 6 – это предел познания «внутри» достаточно сложной системы для лица, оперирующего ею целиком. Более углубленные знания о системе (стадия 7) будет иметь уже только специалист, отвечающий за ее отдельные части. Для не слишком сложного объекта уровень стадии 7 – знание системы целиком – достижим и для одного человека. Таким образом, хотя суть стадий 6 и 7 одна и та же, но в первой из них мы ограничиваемся тем разумным объемом сведений, который доступен одному исследователю.

При углубленной детализации важно выделять именно существенные для рассмотрения элементы (модули) и связи, отбрасывая все то, что не представляет интереса для целей исследования. Познание системы предполагает не всегда только отделение существенного от несущественного, но также акцентирование внимания на более существенном. Детализация должна затронуть и уже рассмотренную в стадии 4 связь системы с «несистемой». На стадии 7 совокупность внешних связей считается проясненной настолько, что можно говорить о доскональном знании системы.

Стадии 6 и 7 подводят итог общему, цельному изучению системы. Дальнейшие стадии уже рассматривают только ее отдельные стороны. Поэтому важно еще раз обратить внимание на системообразующие факторы, на роль

каждого элемента и каждой связи, на понимание, почему они именно таковы или должны быть именно таковыми в аспекте единства системы.

Стадия 8. Учет изменений и неопределенностей в системе. Здесь исследуются медленное, обычно нежелательное изменение свойств системы, которое принято называть «старением», а также возможность замены отдельных частей (модулей) на новые, позволяющие не только противостоять старению, но и повысить качество системы по сравнению с первоначальным состоянием. Такое совершенствование искусственной системы принято называть развитием. К нему также относят улучшение характеристик модулей, подключение новых модулей, накопление информации для лучшего ее использования, а иногда и перестройку структуры, иерархии связей.

Основные неопределенности в стохастической системе считаются исследованными на стадии 5. Однако недетерминированность всегда присутствует и в системе, не предназначенной работать в условиях случайного характера входов и связей. Добавим, что учет неопределенностей в этом случае обычно превращается в исследование чувствительности важнейших свойств (выходов) системы. Под чувствительностью понимают степень влияния изменения входов на изменение выходов.

Стадия 9. Исследование функций и процессов в системе в целях управления ими. Введение управления и процедур принятия решения. Управляющие воздействия как системы управления. Для целенаправленных и других систем с управлением данная стадия имеет большое значение. Основные управляющие факторы были уяснены при рассмотрении стадии 3, но там это носило характер общей информации о системе. Для эффективного введения управлений или изучения их воздействий на функции системы и процессы в ней необходимо глубокое знание системы. ***Именно поэтому мы говорим об анализе управлений только сейчас, после всестороннего рассмотрения системы.*** Напомним, что управление может быть чрезвычайно разнообразным по содержанию – от команд специализированной управляющей ЭВМ до министерских приказов.

Однако возможность единообразного рассмотрения всех целенаправленных вмешательств в поведение системы позволяет говорить уже не об отдельных управленческих актах, а о системе управления, которая тесно переплетается с основной системой, но четко выделяется в функциональном отношении.

На данной стадии выясняется, где, когда и как (в каких точках системы, в какие моменты, в каких процессах, скачках, выборах из совокупности, логических переходах и т.д.) система управления воздействует на основную систему, насколько это эффективно, приемлемо и удобно реализуемо. При введении управлений в системе должны быть исследованы варианты перевода входов и постоянных параметров в управляемые, определены допустимые пределы управления и способы их реализации.

После завершения стадий 6-9 исследование систем продолжается на качественно новом уровне – следует специфическая стадия моделирования.

О создании модели можно говорить только после полного изучения системы.

В настоящее время интенсивно развивается «цифровое моделирование», когда создается совокупность математических моделей какого-либо изделия, начиная от стадии проектирования, разработки конструкторской и технологической документации, эксплуатации и заканчивается стадией утилизации.

3.7. Исторические примеры развития ТС

Приведем примеры развития отдельных технических систем во времени: Замедления развития заметны во многих областях современной техники.

Укажем лишь на некоторые из них:

– расписание движения судов по Волге с 1901 до 1987 г. почти не изменилось, т.к. скорость еще в прошлом веке приблизилась к предельно возможной для данного типа судов;

– швейная машина Э.Хоу, изобретенная 150 лет назад, производила 300 стежков в минуту; производительность современных машин 3 – 3,5 тыс. стежков в минуту, если шить ткани из натуральных волокон; для синтетики такая скорость слишком велика, игла от трения нагревается и расплавляет полимеры;

– средняя скорость резания металла на токарных станках за 100 лет возросла с 2,8 м/мин. до 115 м/мин, но с 1965 г. практически не повышается;

– с 1965 г. не растет скорость движения поездов, производительность железнодорожных перевозок увеличивается за счет увеличения массы и длины составов;

– *остановился рост к.п.д. электрогенераторов, для ТЭЦ и АЭС он составляет примерно 30 %;*

– по утверждению специалистов невозможно и нецелесообразно создавать генераторы мощностью более 2,5 – 3 млн. кВт;

– приближаются к пределу своих возможностей ЛЭП, их напряжение не может превышать 2,2 – 2,5 тыс. кВ;

– достигнут предел повышения физико-химических свойств традиционных материалов (хлопок, шерсть, кожи, металлы, сплавы, железобетон и т.д.);

– близка к предельному уровню урожайность различных, прежде всего, зерновых культур;

– жесткие ограничения в части интенсификации технологических процессов поставлены природой в животноводстве.

Эти и многие другие признаки замедления свидетельствуют лишь о приближении периода ускоренного развития каждой из этих областей человеческой деятельности.

Трудности и противоречия будут преодолены, и новая техника, новые способы и технологии обеспечат рывок в ГПФ. Каждое увеличение ГПФ достигается за счет использования знаний, полученных в процессе развития ТС, извлеченных из запасников науки или целенаправленно (выполнение потребности), созданных «под данную задачу». С течением времени рост ГПФ замедлится и цикл повторится.

3.8. Девятиэкранная матрица развития систем

Системный оператор – еще один инструмент анализа развития систем. Системный оператор (или 9-экранная схема талантивого мышления) – это системный метод мышления, который сочетает эволюцию системы из прошлого через настоящее в будущее с организационной иерархией системы от компонентов до надсистемы (рис. 3.13).

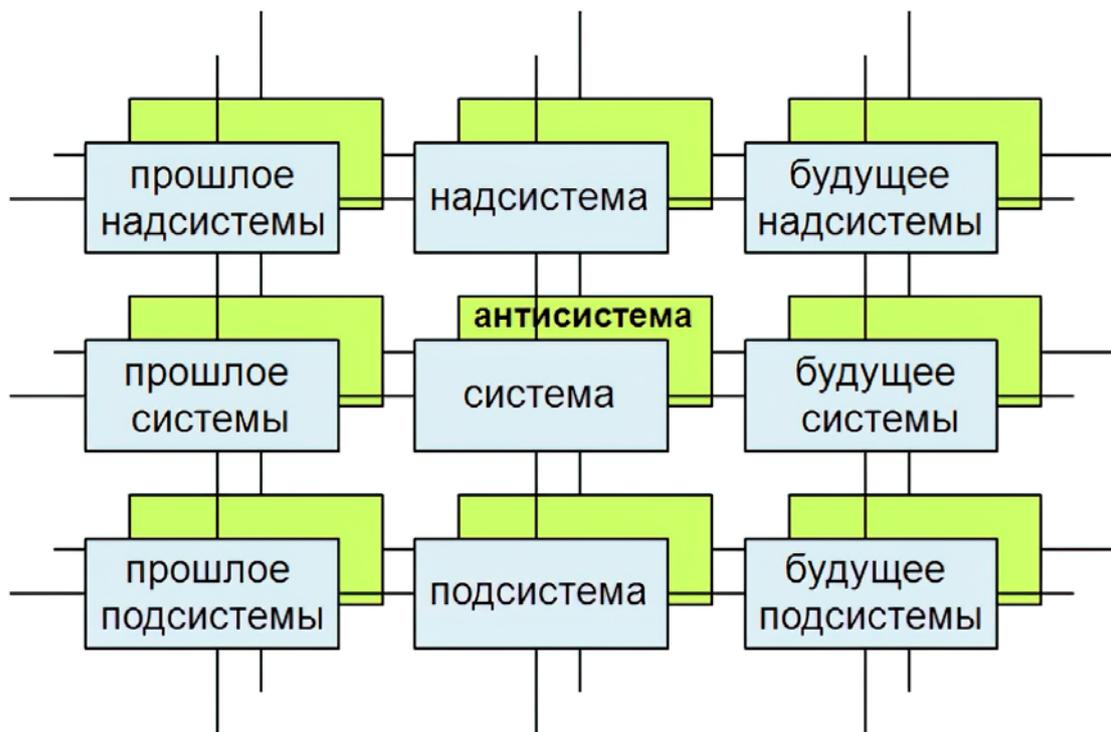


Рисунок 3.13. Девятиэкранная схема развития системы

Основная идея этого подхода состоит в том, что для улучшения системы можно изменить что-либо не только в самой системе, но в ее прошлом, будущем, в надсистеме или подсистеме и т. д.

Новые инновационные возможности появляются по мере того, как мы удаляемся от центрального экрана системного оператора.

Системный оператор в действительности имеет более девяти экранов. Например, каждый экран имеет более чем одну надсистему. Для каждой системы имеется также и *анти-система* (система, в которой один или несколько параметров, свойств или действий изменены на противоположное значение). Для каждой системы имеются также и подсистемы.

Достоинства метода:

- системный (алгоритмический) подход к решению задач и вообще к мышлению;
- преодолевает психологическую инерцию;

- значительное изменение в одном из экранов перерастает в значительное изменение в системном операторе;
- небольшое изменение в одном из экранов может перерасти в значительное изменение в системном операторе;
- скорее вероятны фундаментальные качественные изменения в системе, чем дополнительные качественные изменения.

Недостатки метода: анализ возможных последствий изменений для одного из экранов может отнять много времени; могут возникнуть трудности с мониторингом изменений в системном операторе вследствие изменений в одном из экранов.

«Картинки» на экранах системного оператора будут разные в зависимости от того, как, по какому направлению «приходить» к этому экрану. Например, к надсистеме в прошлом (верхний левый экран) можно «подойти» двумя путями. Если рассматривать этот экран как надсистему для изделия или для товара, то получим завод или магазин. Если рассматривать этот экран как прошлое локальной сети, то это может быть, например, внутренняя почта, пневмопочта или просто не связанные между собой компьютеры.

Таким образом, за каждым экраном в действительности много разных экранов, связанных с рассматриваемой системой. Если не учитывать эти связи, то легко допустить системную ошибку.

3.9. Четыре стадии развития техники по Митио Каку

«Удачное сочетание социальных перемен и овладения четырьмя типами фундаментальных взаимодействий вывело Европу на лидирующие позиции в мире. Но технологии динамичны, они то и дело меняются. Они рождаются, развиваются, расцветают и гибнут. Чтобы понять, как конкретные технологии в ближайшее время изменят мир, полезно посмотреть, как они подчиняются некоторым законам эволюции.

В развитии массовых технологий, как правило, можно выделить четыре основных этапа. В этом несложно убедиться, взглянув на историю бумаги, водопровода, электричества и компьютеров.

На *первом этапе* продукты этой технологии обходятся так дорого, что их неусыпно охраняют. Бумага в виде папируса, изобретённая древними египтянами, и позже бумага, придуманная китайцами, тысячи лет назад были настолько драгоценны, что один папирусный свиток могли охранять десятки жрецов. Эта технология, хотя и была примитивной, дала мощный толчок развитию древней цивилизации.

Второй этап для бумаги наступил около 1450 г., когда Гутенберг изобрёл способ печати подвижными литерами. Появились первые «личные книги»; человек мог приобрести для себя книгу, содержащую мудрость не одной сотни древних свитков.

До Гутенберга во всей Европе едва насчитывалось 30 000 томов, а

к 1500 г. книг было уже девять миллионов; доступные книги оживили интеллектуальную жизнь Европы и стали мощным стимулом для Возрождения.

Но около 1930 г. для бумаги *начался третий этап*, когда её стоимость упала невероятно. Возникли личные библиотеки, один человек мог владеть сотнями книг. Бумага превратилась в обычный потребительский товар, её стали продавать тоннами. На этом этапе бумага была везде и нигде, она невидима и вездесуща.

Теперь же мы находимся на *четвёртом этапе*, когда бумага стала вопросом моды. Мы украшаем свой мир бумагой всевозможных расцветок, форм и размеров. Огромную часть городской свалки составляет именно бумага.

Таким образом, *бумага, как товар*, прошла путь от тщательно охраняемой драгоценности до мусора.

Между тем компьютер и Интернет всё ещё развиваются. Экономист Джон Стил Гордон (JohnSteeleGordon) на вопрос о том, закончилась ли компьютерная революция, ответил: «О господи, конечно нет!»

Пройдёт ещё лет сто, пока она полностью исчерпает свои возможности, как это произошло с паровым двигателем. Сейчас Интернет примерно в том же положении, в каком были железные дороги в 1850 г. Это только начало». Следует отметить, что не все технологии достигают третьего и четвёртого этапов. К примеру, возьмём локомотивы. Для механизированных средств передвижения первый этап начался в начале XIX века с появлением паровозов. Один паровоз мог перевозить сотню человек. Второй этап начался в начале XX века с появлением «персонального локомотива», иначе известного как автомобиль.

Но и локомотив, и автомобиль (условно говоря, движущийся ящик на рельсах или колесах) за последние десятилетия принципиально не изменились. Появились лишь некоторые улучшения, такие как более мощный и эффективный двигатель или интеллектуальная система управления. Так что технологии, которые не могут вступить в третий и четвёртый этапы развития, будут просто улучшаться; во многих из них появятся чипы, которые сделают механизмы «разумными».

Тем не менее ясно, что *некоторые технологии проходят полный цикл развития, а другие останавливаются на промежуточной стадии, лишь продолжая потихоньку развиваться»*.

ТЕМА 4. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТРИЗ

Противоречия;

ИКР (идеальный конечный результат);

АРИЗ-85;

В ТРИЗ существуют понятия *изобретательская ситуация* и *изобретательская задача*.

Наиболее точно эти понятия сформулировал автор ТРИЗ Г. С. Альтшуллер:

«Исходную информацию, из которой предстоит выделить задачу, мы будем называть изобретательской ситуацией, или просто ситуацией. Ситуация – это описание устройства или процесса с указанием на какое-то недостающее качество.

Ситуации обычно лежат на виду, во всяком случае, они хорошо известны каждому специалисту. Но ситуации (в отличие от задач) ничего не говорят о том, что допустимо менять и что менять не допустимо.

Вот типичная ситуация: «Парусный корабль при слабом ветре развивает малую скорость. Как быть?»

Такая ситуация порождает множество разных задач: как увеличить площадь парусов? Как лучше использовать имеющиеся паруса? Как вообще обойтись без парусов? Как уменьшить сопротивление воды?

...Часто говорят, что правильная постановка задачи – половина решения. Мысль справедливая, но не завершенная. Нужно уточнить: поскольку правильная постановка задачи – половина решения, «выправлять» задачу должен сам изобретатель. Нельзя требовать: «Поставьте задачу правильно, тогда я ее решу». Выработка правильных условий задачи – это и есть процесс решения. Абсолютно правильно поставленная изобретательская задача перестает быть задачей, ее решение становится очевидным.

Поначалу задача спрятана в изобретательской ситуации. Нужно уметь ее выделить. Бывает и так, что изобретателю предлагают уже выделенную задачу, но выделенную неправильно. В таких случаях приходится возвращаться от неверной задачи к исходной ситуации и уже потом решать новую задачу».

Изобретательская ситуация – это нечеткое описание системы или ситуации с указанием цели, или недостатков (*нежелательных эффектов – НЭ*). Часто такое описание обладает неопределенностью формулировки. Одна изобретательская ситуация, как правило, содержит несколько разных изобретательских задач. Это могут быть **макси-задачи** или **мини-задачи**.

Задача 1. Защита данных

Как обеспечить защиту контакта?

Это типовая изобретательская ситуация, имеющая много направлений решения, например:

1) различными методами шифрования, например:

- ввод логина и пароля;
- ввод пин-кода
- и т. д.

- 2) использованием различных средств управления доступом на основе мандатов, например:
- использование паролей;
 - смарт-карт в качестве средств аутентификации или ключей шифрования
- и т. д.

Таким образом, из изобретательской ситуации получен ряд конкретных задач. Ситуация переводится в **максимальную (макси-)** или **минимальную (мини-) задачи**. При решении **макси-задачи** необходимо для определенной цели разработать принципиально новую ТС.

Макси-задача – это:

- задача, требующая создания принципиально новой системы, например, замены ее физического принципа функционирования для определенной цели;
- задача решается изменением надсистемы.

У **мини-задачи** другая цель: необходимо сохранить существующую систему, но обеспечить недостающее полезное действие или убрать имеющееся вредное свойство с минимальными изменениями.

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).***

Приведем определение изобретательской задачи Г. С. Альтшуллера:

«Задача становится изобретательской только после того, как ее не удалось решить известными способами...»

...задача конструктора сводится к тому, чтобы побольше «выиграть» и поменьше «проиграть»...

Необходимость в изобретении возникает в тех случаях, когда задача содержит дополнительное требование: «выиграть»... и ничего не «проиграть».

Таким образом, обычная задача переходит в разряд изобретательских, когда необходимым условием ее решения является устранение технического противоречия».

Изобретательская задача – это задача, содержащая противоречие.

Задача 2. Защита информации

Существует много видов защиты информации:

- физическая защита;
 - электромагнитная защита;
 - криптографическая защита;
 - человеческий фактор;
 - активная защита;
- и т. д.

Использовать все методы защиты для любой информации слишком дорого. Это типичная изобретательская ситуация.

Задача: как надежно защитить информацию не дорого.

Таким образом мы перевели изобретательскую ситуацию в изобретательскую задачу.

Одно из возможных решений – защита только той информации, которая может принести максимальный ущерб.

Различные технические средства создавались и создаются для удовлетворения тех или иных потребностей человека.

Потребности растут значительно быстрее возможностей их удовлетворения, что и является своего рода источником технического прогресса.

Проектирование новых объектов чаще всего подразумевает улучшение тех или иных технических параметров системы.

Сложные изобретательские задачи (неизвестных типов) требуют нетривиального подхода, так как улучшение одних параметров системы приводит к недопустимому ухудшению других параметров.

Возникают **противоречия**.

Противоречие – взаимодействие противоположных, взаимоисключающих сторон и тенденций предметов и явлений, которые вместе с тем находятся во внутреннем единстве и взаимопроникновении, выступая источником самодвижения и развития объективного мира и познания.

Противоречие – это одно из **основных понятий ТРИЗ**. Наиболее полно противоречия рассматриваются в Алгоритме Решения Изобретательских Задач (АРИЗ).

Решение задач по АРИЗ представляет собой последовательность по выявлению и разрешению противоречий, причин, породивших данные противоречия и устранению их использованием информационного фонда. Так определяются причинно-следственные связи, суть которых – выявление технического и физического противоречий.

Для этого в АРИЗ рассматриваются три вида противоречий:

- *административное противоречие;*
- *техническое противоречие;*
- *физическое противоречие.*

Решение математических задач и задач «на сообразительность» часто выполняют методом «от противного». Суть метода заключается в том, что решать задачу начинают с конца. Определяют конечный результат – ответ. Уяснив его, «прокладывают» дорогу к началу, то есть решают задачу.

Заманчиво было бы осуществить и решение технических задач аналогичным образом. *Но как же узнать ответ?*

Действительно, при решении технических задач ответ не известен, но можно пойти дальше... Можно представить идеал разрабатываемого устройства – идеальное устройство – **идеальный конечный результат (ИКР)**.

Напомним, что **идеальная техническая система** – это система, которой нет, а ее функции выполняются, т. е. цели достигаются без средств.

ИКР – маяк, к которому следует стремиться при решении задачи. Близость полученного решения к идеальному определяет уровень и качество решения.

ИКР – решение, которое мы хотели бы видеть в своих мечтах, выполняемое фантастическими существами или средствами («волшебная

палочка»). Например, дорога существует только там, где с ней соприкасаются колеса транспорта.

ИКР – это результат процесса увеличения степени идеальности.

Г. С. Альтшуллер указывал: *«Изобретательское мышление при работе по АРИЗ должно быть четко ориентировано на идеальное решение: «Есть вредный фактор, с которым надо бороться. Идеально, чтобы этот фактор исчез сам по себе. Пусть сам себя устраняет. Впрочем, его можно устранить, сложив с другим вредным фактором. Нет, пожалуй, самое идеальное – пусть вредный фактор начнет приносить пользу...».*

«Направленность на идеал отнюдь не означает отход от реальности решения. Во многих случаях идеальное решение полностью осуществляется. Скажем, идеальность машины обеспечивается тем, что ее функцию по совместительству начинает выполнять другая машина. Идеальность способа нередко достигается выполнением требуемого действия заранее, благодаря чему в нужный момент на это действие не приходится тратить ни времени, ни энергии».

Основные свойства ИКР:

1. Улучшить плохой параметр, не ухудшая хороший.
2. Улучшить параметры не усложняя систему.
3. Улучшить параметры, не вызывая вредных действий.
4. Улучшить параметры в нужный момент.
5. Улучшить параметры в нужном месте.
6. Все действия должны выполняться сами собой.

Задача 3. Зоопарк

Условия задачи: Зоопарку в Стокгольме не хватало бюджетных денег и денег, вырученных за билеты. Как получить дополнительные деньги?

Разбор задачи:

Идеальный конечный результат (ИКР): деньги сами появляются.

Способы решения: использование ресурсов.

Ресурсы: основной ресурс зоопарка – звери.

Решение: Стокгольмский зоопарк занимается довольно необычной деятельностью – продает картины. Дело в том, что написаны они шимпанзе и вырученные за них деньги идут в бюджет зоопарка.

Стоит упомянуть о старейшем примате Чита, игравшем в фильме Тарзан. Он живет в специальном питомнике для животных–кинозвезд и любит играть на пианино, смотреть телевизор, совершать поездки на машине, гулять, смотреть на фотографии в журналах и, самое главное, рисовать.

Он пишет абстрактные картины. Каждой картине выдается сертификат подлинности, они очень быстро раскупаются и эти деньги идут на содержание питомника.

Теперь ознакомимся с другими понятиями АРИЗ, например:

- модель задачи,
- конфликтующая пара,
- изделие,
- инструмент,

– *оперативные параметры т. д.*

Основная линия решения задачи по АРИЗ характеризуется тем, что неопределенность, имеющая место в изначальной ситуации, уменьшается постепенно, шаг за шагом. В то же время далеко не всегда из сформулированной изобретательской ситуации ясно, какую часть рассматриваемой системы необходимо анализировать.

В АРИЗ имеются следующие рекомендации:

В первую очередь необходимо выявить **конфликт** в технической системе (ТС), который формулируется в виде *технического противоречия*.

Конфликт может быть *между частями ТС* или ее свойствами. Иногда возникает «межранговый» конфликт: *системы с надсистемой* или *системы с подсистемой*.

Задача 4. Компьютер

Конфликт *между частями системы*.

Система – компьютер. Одна часть – батарея. Другая часть – монитор.

Компьютер тратит лишнюю энергию, когда не работает.

Задача 5. Пластырь

Конфликт *между системой и надсистемой*.

Система – пластырь. Надсистема – человек (части его тела).

Пластырем заклеивают рану, но когда его снимают, то образовавшаяся корочка (часть человека) срывается вместе с пластырем. Пластырь мешает коже (часть человека) дышать.

Конфликт проявляется только при взаимодействии не менее двух элементов, которые называются *конфликтующей парой*.

Конфликтующая пара – это два элемента, две системы, между которыми происходит конфликт – нежелательный эффект. В изобретательской ситуации, как правило, несколько (минимум одна) конфликтующих пар и ряд технических противоречий (ТП). Выбор одной пары и одного ТП соответствует переходу от изобретательской ситуации к задаче. Конфликтующая пара вместе с ТП образует модель задачи.

Задача 6. Автомат по разливу жидкостей

Конфликтующая пара: жидкость и бутылка.

Модель задачи – это мысленная, условная схема задачи, отражающая структуру конфликта в системе. Один из элементов конфликтующей пары является главным объектом рассмотрения, и его называют *изделием* или *объектом*, а второй элемент – *инструментом*.

Изделие – элемент ТС, который по условиям задачи надо обработать (изготовить, переместить, изменить, улучшить, защитить от вредного воздействия, обнаружить, проконтролировать, измерить и т. д.).

К изделию можно отнести обрабатываемый элемент, у которого измеряют параметры; обнаруживаемое электромагнитное поле и т.п. В задачах на обнаружение и измерение изделием может оказаться элемент, являющийся по своей основной (рабочей) функции инструментом.

Например, сигнал, воздействующий на элемент аппаратуры, обычно является инструментом, но при его измерении он является изделием; резец

токарного станка обычно является инструментом, но при его измерении он является изделием.

Инструмент – элемент, с которым непосредственно взаимодействует изделие (сигнал, а не блок, который вырабатывает этот сигнал; одна операция в алгоритме, а не весь алгоритм; резец, а не весь токарный станок; паяющий стержень (жало), а не паяльник; волна припоя при пайке волной; раскаленный газ в газовой горелке; пучок электронов или лазерный луч при электронно-лучевой или лазерной сварке). В частности, инструментом может быть окружающая среда, например, климатические воздействия на изделие – влага, туман, температура, давление. Иногда к инструменту относятся стандартные детали, используемые для сборки изделия: функциональные модули, микромодули, интегральные микросхемы (ИМС) – части для создания аппаратуры.

Примечание: В каждой подсистеме ТС – свои изделие и инструмент. Отнесение к этим категориям того или иного элемента зависит от сути взаимодействия. Например, резец токарного станка при взаимодействии с обрабатываемой деталью является инструментом, а при взаимодействии с элементами крепления самого резца – изделием.

Операцию выбора конфликтующей пары не всегда можно выполнить так легко. В более сложных случаях первоначально нужно выбрать изделие, нежелательный эффект и, если это возможно, желаемый результат, который мы хотим получить. Бывают случаи, когда трудно однозначно выбрать инструмент, особенно если приходится выбирать из нескольких. В этих случаях для выбора конфликтующей пары следует построить таблицу взаимодействий элементов, своего рода «турнирную» таблицу.

Задача 7.

Имеется установка для испытания длительного действия кислот на поверхность образцов сплавов. Установка представляет собой герметично закрытую металлическую камеру. На дно камеры устанавливают образцы (кубики). Камеру заполняют агрессивной жидкостью, создают необходимые температуру и давление. Агрессивная жидкость действует не только на кубики, но и на стенки камеры, вызывая их коррозию и быстрое разрушение. Приходится камеру изготавливать из благородных металлов, что чрезвычайно дорого. Как быть?

Перед нами изобретательская ситуация с четко видимым *поверхностным противоречием* (ПП): нужно как-то уменьшить стоимость системы, а как именно – неизвестно. В системе три части (элемента): камера (корпус камеры, стенки), агрессивная жидкость и кубик – образец. Из них нужно выбрать конфликтующую пару. Собственно, имеется три пары элементов (частей):

- 1) камера – агрессивная жидкость,
- 2) камера – кубик,
- 3) агрессивная жидкость – кубик.

Конфликт имеется только в первой и третьей парах. Между камерой и кубиком нет конфликта, поскольку нет вредного воздействия. Две конфликтующие пары – это две различные изобретательские задачи со своими *углубленными противоречиями* (УП).

Можно выбрать первую конфликтующую пару: камера – жидкость. Тогда задача – борьба с коррозией – весьма широкая и во многом исследовательская

задача, несоизмеримо более трудная, чем испытание образцов. Операцию выбора конфликтующей пары не всегда можно выполнить так легко. В более сложных случаях первоначально нужно выбрать изделие, нежелательный эффект и, если это возможно, желаемый результат, который мы хотим получить. Бывают случаи, когда трудно однозначно выбрать инструмент, особенно если их несколько. Для выбора инструмента следует построить таблицу взаимодействий элементов, своего рода «турнирную» таблицу, похожую на показанную ниже.

Элементы	1	2	3	...	п
1					
2					
3					
⋮					
п					

В таблице буквой «п» обозначено количество рассматриваемых элементов в задаче. В данной задаче изделие – это кубик. Нежелательный эффект – порча (коррозия) камеры. Желаемый результат – испытание кубика. Таблица взаимодействий элементов для данной задачи показана ниже.

Таблица взаимосвязей элементов

Элементы системы	1. Камера	2. Агрессивная жидкость	3. Кубик
1. Камера		+	-
2. Агрессивная жидкость			+
3. Кубик			

Примечание. В таблице обозначено:

"+"	-	наличие конфликта;
"-"	-	отсутствие конфликта;
	-	связь не рассматривается.

В таблице можно рассматривать или верхнюю, или нижнюю половину (относительно диагонали), так как прямое и обратное взаимодействия, как правило, одинаковы.

Итак, в системе две конфликтующие пары, которые мы описывали раньше. Как из них выбрать одну.

Первое правило – пара должна состоять из изделия и инструмента.

Изделие – кубик, значит, стоит рассматривать только столбец 3.

Отсюда следует, что конфликтующая пара: кубик – агрессивная жидкость.

Если это правило не выявило одну конфликтующую пару, то следует использовать еще одно правило – должна рассматриваться пара, в которой рассматриваются элементы, выполняющие полезную функцию (желаемый результат). Часто бывает полезно рассмотреть и пару, связанную с нежелательным эффектом.

Положительная функция – исследование кубика.

И это правило нас наталкивает на выбор той же конфликтующей пары. Отметим еще одно. Исходя из закона увеличения степени идеальности системы, в конфликтующую пару должны входить изделие и та часть инструмента, которая непосредственно обрабатывает изделие. Инструмент тем идеальнее, чем его меньше. Этим правилом мы должны ограничить количество инструмента – агрессивной жидкости.

Таким образом, уточненная конфликтующая пара – кубик и агрессивная жидкость – около кубика.

Реально это может существовать, если жидкость сама удерживается на кубике или кубик удерживает жидкость.

Жидкость может удержаться, если она не будет жидкостью, а гелем (мазь или пластилин) или льдом. Кубик может удержать жидкость за счет различных полей, например, электрического: жидкость заряжается одним знаком, а кубик – другим; магнитного – в жидкость добавляют ферромагнитные частицы, а кубик представляет собой магнит, но лучше всего использовать гравитационное поле – кубик должен быть полым.

Жидкость наливается в полый кубик и таким образом происходит испытание

4.1. Основная схема АРИЗ

Основа («изюминка») алгоритма: последовательное определение: УП, ИКР, ОП

УП – углубленное противоречие;

ИКР – идеальный конечный результат;

ОП – обостренное противоречие.

УП → ИКР → ОП → РЕШЕНИЕ (2)

Проиллюстрируем изложенное на примере.

Задача 8

Необходимо перевести весь газ из транспортного баллона в два пустых (рабочих). Емкость каждого из них равна половине емкости транспортного баллона.

Известны два способа перекачки газа (рис.4.1):

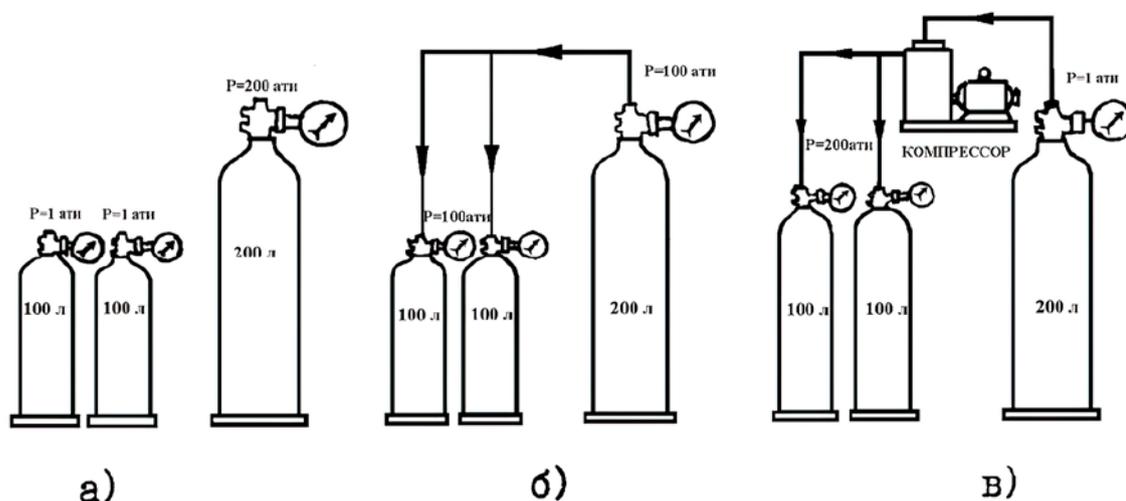


Рисунок 4.1. Перекачка газа:

а – исходное состояние; б – непосредственное соединение транспортного баллона с рабочим; в – соединение через компрессор

Первый способ (рис. 4.1 б) состоит в том, что транспортный баллон прямо подсоединяют к рабочим. В этом случае во всех баллонах устанавливается одинаковое давление, и половина газа останется в транспортном баллоне. *Второй способ* (рис. 4.1 в) намного сложнее: газ перекачивается из большого баллона в два других при помощи компрессора. Так можно перевести весь газ, но необходимо использовать специальное оборудование – компрессор высокого давления.

Задача заключается в том, чтобы: *найти способ полностью переводить газ из транспортного баллона в рабочие без применения дополнительного оборудования (компрессоров).*

С такой задачей приходится сталкиваться при «зарядке» баллонов глубоководных аппаратов на судне-базе. Сжатый воздух там, в частности, используется для продувки цистерн при всплытии.

Решение:

Если рабочие баллоны заполнить жидкостью, не смешивающейся с газом, поместить их выше транспортного баллона и соединить баллоны трубками, то газ (полностью и без компрессора) перейдет из транспортного баллона в рабочие. Идея изобретения найдена (рис.4.2):

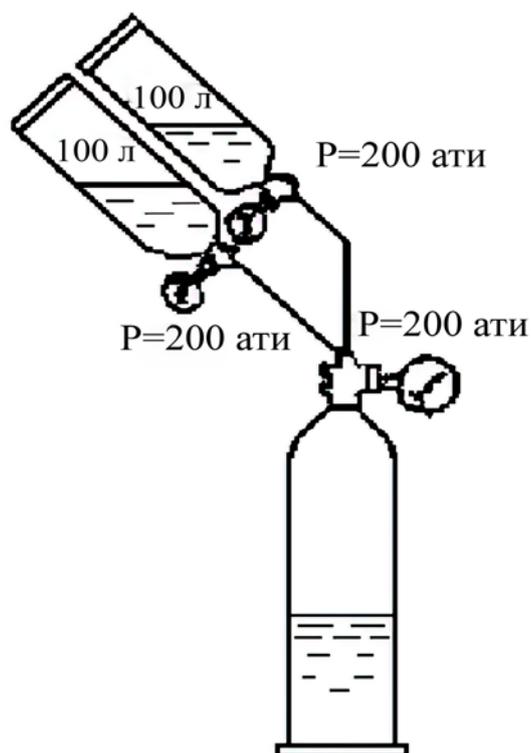


Рисунок 4.2. Перекачка газа (решение)

4.2. Оперативный параметр

Рассмотрим еще одно понятие АРИЗ – **оперативный параметр (ОП)**.

Оперативные параметры системы – параметры, которые следует изменить (или легче всего меняются) для решения задачи.

В качестве этих параметров могут быть части системы, физические величины, экономические, эстетические, эксплуатационные и пр.

Наиболее часто в качестве таких параметров используются **оперативная зона и оперативное время**.

Оперативная зона (ОЗ) – пространство, в котором происходит конфликт. Она может рассматриваться достаточно широко, включая в себя полностью изделие и инструмент, часть надсистемы и окружающей среды. Менее широко – только конфликтующую пару или узко – место взаимодействия инструмента с изделием. Целесообразность выбора широкой или узкой зоны определяется при решении конкретной задачи.

В выборе широкой или узкой оперативной зоны имеется свое противоречие. Если зона выбрана очень узкой, то это может привести к самой точной формулировке физического противоречия в том случае, если зона выбрана правильно, и к уходу от основного противоречия или не учету других противоречий в том случае, если зона выбрана неправильно. Если зона выбрана очень широкой, то мы не «выйдем» из зоны конфликта (или конфликтов) –

можем обнаружить куст противоречий, но не выявим главного из них и не сформулируем его точно.

На первых этапах обучения целесообразно выбирать более широкую оперативную зону, а затем в процессе решения и уточнения задачи ее сужать. Возможно, для этого придется несколько раз решать задачу, зато не будет упущено главное противоречие, и будут выявлены сопутствующие трудности. Обязательными элементами зоны должны быть изделие и инструмент.

Оперативное время (ОВ) – время, в которое совершается конфликтующее действие. Для разрешения конфликта может быть использовано время до конфликта (предварительная подготовка) или время после совершения конфликта (время исправления конфликта). Идеальнее использовать время до конфликта, тогда конфликт не возникнет, и не нужно будет терять время и средства на его устранение.

На этом мы закончим рассмотрение основных понятий АРИЗ. Остальные его особенности будут изложены по ходу рассмотрения структуры АРИЗ.

4.3. Структура АРИЗ-85-В

АРИЗ – пошаговая программа для анализа и решения изобретательских задач. Первая модификация появилась в 1956 г. (АРИЗ-56). Имелись модификации АРИЗ-61, АРИЗ-64, АРИЗ-71, АРИЗ-77, АРИЗ-82, АРИЗ-85-В. Последние модификации АРИЗ включали три основные компоненты:

- программу;
- информационное обеспечение;
- методы управления психологическими факторами.

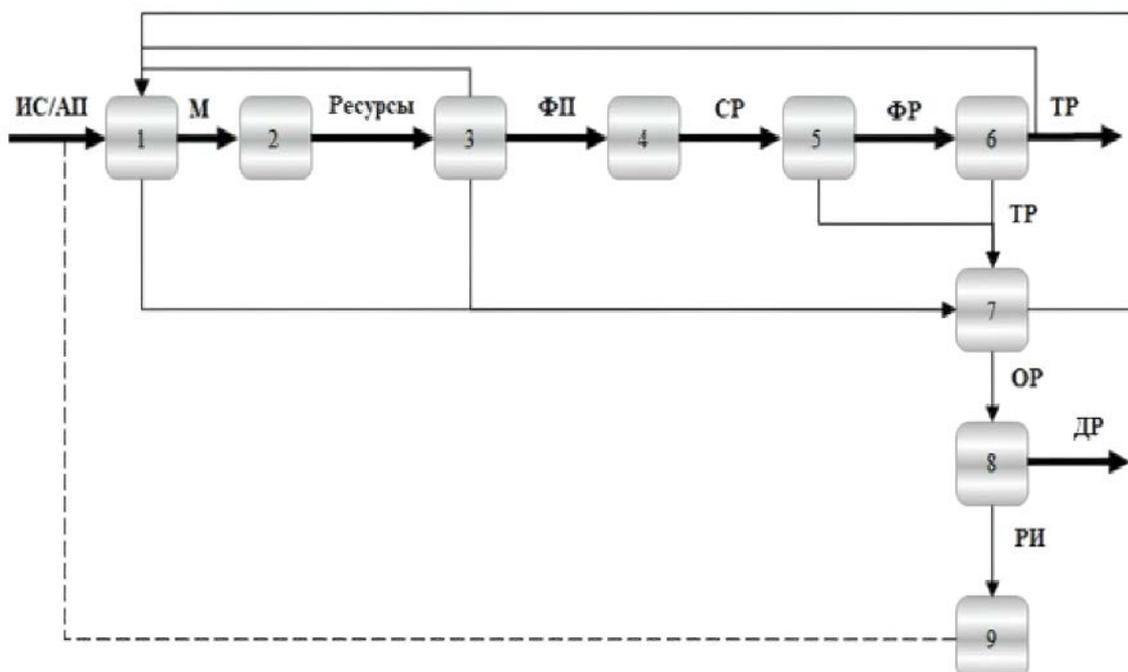
1. Программа АРИЗ представляет собой последовательность операций по выявлению и разрешению противоречий (см. основную линию АРИЗ), анализу исходной ситуации и выбору задачи для решения, синтезу решения, анализу полученных решений и выбору наилучшего из них, развитию полученных решений, накоплению наилучших решений и обобщению этого материала для улучшения способа решения других задач. Структура программы и правила ее выполнения базируются на законах и закономерностях развития техники.

2. Информационное обеспечение питается из **информационного фонда**, который включает систему *стандартов на решение изобретательских задач; технологические эффекты* (физические, химические, биологические, математические, в частности геометрические); *приемы устранения противоречий; способы применения ресурсов* природы и техники.

3. Методы управления психологическими факторами необходимы в связи с тем, что программа АРИЗ предназначена не для компьютера, и задачи решаются не автоматически, а человеком. Поэтому часто возникает психологическая инерция, которой необходимо управлять. Кроме того, эти методы позволяют развить творческое воображение, необходимое для решения сложных изобретательских задач.

Рассмотрим структуру модификации АРИЗ-85-В (рис 4.3). Текст алгоритма снабжен комплексом правил, пояснений и примеров, которые хотя и увеличивают объем методики, но зато упрощают ее использование.

Все вспомогательные комментарии и правила нужны лишь при освоении алгоритма, впоследствии (после освоения) становятся почти ненужными.

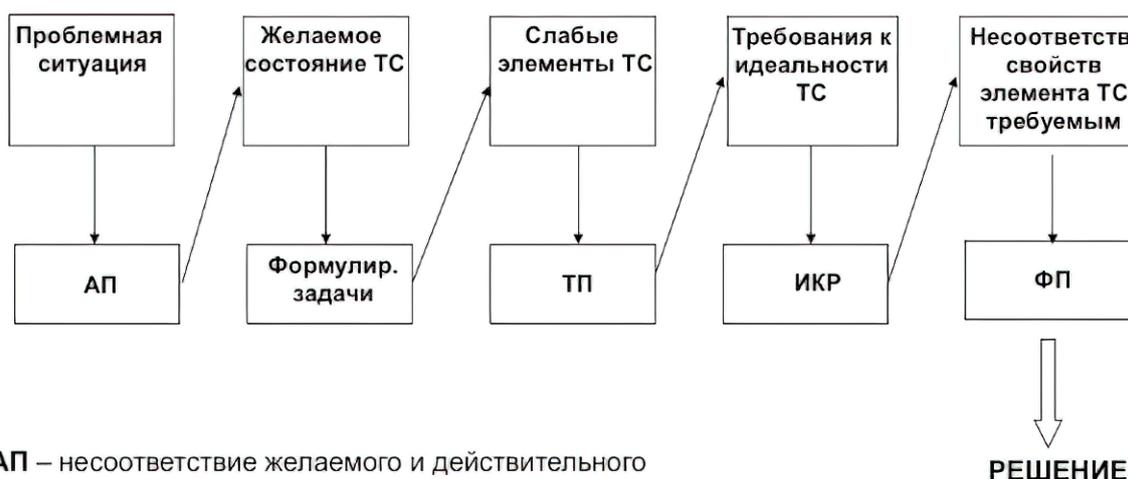


Название частей АРИЗ-85-В	Обозначения
1. Анализ задачи.	ИС – изобретательская ситуация;
2. Анализ модели задачи.	АП – административное противоречие;
3. Определение ИКР и ФП.	М – модель;
4. Мобилизация и применение вещественно-полевых ресурсов.	ОП – оперативные параметры;
5. Применение информационного фонда.	ФП – физическое противоречие;
6. Изменение и/или замена задачи.	СР – структурное решение;
7. Анализ способа устранения ФП.	ФР – физическое решение;
8. Применение полученного ответа.	ТР – техническое решение;
9. Анализ хода решения.	ОР – оценка решения;
	ДР – другие решения;
	РИ – развитие идеи.

Рисунок 4.3. Структурная схема АРИЗ-85-В, где 1–9 – части АРИЗ

На рисунке 4.4. изображена схема направленных действий на пути к решению с использованием средств, инструментов и методов ТРИЗ. Программа, позволяющая шаг за шагом продвигаться к ответу, созданная Г. С.Альтшуллером и его коллегами, называется «Алгоритм решения изобретательских задач».

Алгоритм направленных действий на пути к Решению



АП – несоответствие желаемого и действительного

ТП – появление нежелательных явлений в ТС

ИКР – идеальный конечный результат

ФП – несоответствие физического состояния элемента ТС требуемому

РЕШЕНИЕ

Ресурсы для решения:

- Знания
- Компетенции
- Достижения науки и техники
- ИНФО Фонд ТРИЗ

Рисунок 4.4 Алгоритм решения

Алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ) – механизм упорядочения процесса решения изобретательских задач в виде программы планомерно направленных действий. Первые модификации АРИЗ были опубликованы в 50-х годах прошлого века. В 80-х годах предложенный механизм превратился в глубоко разработанную методологию поиска новых решений (ТРИЗ), имеющую свою область исследований, свой язык, свои инструменты. АРИЗ – программа, использующая средства, инструменты и методы, разработанные в ТРИЗ.

Модификации АРИЗ по году публикации: АРИЗ-59, АРИЗ-61, АРИЗ-64, АРИЗ-68. Последняя модификация – АРИЗ-85В. Основой АРИЗ является совокупность последовательных операций по выявлению и устранению противоречий. Работа по АРИЗ позволяет преодолеть психологическую инерцию, стимулирует работу воображения, позволяет выходить за пределы специализации и ориентирует работу мыслей в наиболее перспективном направлении.

При правильной работе по АРИЗ каждый последующий шаг следует из предыдущего. Беспорядочным попыткам при решении задач по методу проб и ошибок АРИЗ противопоставляет высокую организованность мышления и сознательное использование знаний о закономерностях развития. Регулярное применение аналитического аппарата АРИЗ вырабатывает диалектический стиль мышления, опирающийся на всеобщие законы диалектики и закономерности развития систем.

4.4. Алгоритм решения изобретательских задач АРИЗ-85-В

АРИЗ – инструмент для решения нестандартных задач.

АРИЗ – инструмент для мышления, а не вместо мышления.

1. Технология выявления модели задачи

Цель – переход от расплывчатой изобретательской ситуации к четко построенной и предельно простой модели задачи.

Общая последовательность шагов:

- на шаге 1.1 из административного противоречия (АП) формулируется мини-задача (МЗ);
- на шаге 1.2 – выявляют конфликтующую пару (КП);
- на шаге 1.3 – определяют техническое противоречие (ТП);
- на шаге 1.4 – выбирают состояние конфликта (СК);
- на шаге 1.5 – усиливают конфликт (УК);
- на шаге 1.6 – вводится икс-элемент и формулируют модель задачи (М);
- на шаге 1.7 – строят структурную (вепольную) модель задачи (СМ) и применяют стандарты.

2. Анализ модели задачи

Цель – выявление и учет имеющихся ресурсов, которые можно использовать при решении задачи: ресурсов веществ, полей пространства и времени.

Функция второй части АРИЗ – переход от модели задачи (М) к ее вещественно-полевым ресурсам (ВПР).

Название шагов 2 части:

- 2.1. Определить оперативную зону (ОЗ).
- 2.2. Определить оперативное время (ОВ).
- 2.3. Определить ВПР.

3. Определение идеального конечного результата (ИКР) и физических противоречий (ФП).

Цель третьей части АРИЗ – формулировка ФП, которое получают из модели задачи с учетом ее оперативных параметров (ОЗ, ОВ и ВПР).

Название шагов 3 части:

- 3.1. Формулировка ИКР-1.
- 3.2. Усиление ИКР-1.
- 3.3. Формулировка ФП на макроуровне.
- 3.4. Формулировка ФП на микроуровне.
- 3.5. Формулировка ИКР-2.
- 3.6. Применение стандартов.

4. Мобилизация и применение ВПР

Цель четвертой части АРИЗ – повышение эффективности использования ВПР.

Название шагов 4 части:

- 4.1. Метод моделирования маленькими человечками (ММЧ).
- 4.2. Шаг назад от ИКР.
- 4.3. Применение смеси ресурсных веществ.

4.4. Замена веществ пустотой или смесью ресурсных веществ с пустотой.

4.5. Применение веществ, производных от ресурсных (или применение смеси этих производных веществ с «пустотой»).

4.6. Использование ресурсных полей и их сочетаний.

4.7. Поле и отзывчивое вещество.

Четвертая часть АРИЗ часто приводит к решению задачи.

5. Применение информфонда ТРИЗ

Цель пятой части АРИЗ – использование опыта, сконцентрированного в информационном фонде ТРИЗ.

Название шагов 5 части:

5.1. Применение стандартов.

5.2. Применение задач-аналогов.

5.3. Приемы разрешения ФП.

5.4. Применение эффектов.

5.5. Применить физ. эффекты из Указателя «Физ. Эффектов».

6. Изменение или замена задачи

Цель шестой части – перейти от структурного решения (СР) или физического решения (ФР) к техническому (ТР).

Название шагов 6 части:

6.1. Переход от ФР к ТР.

6.2. Проверка формулировки задачи на сочетание нескольких задач.

6.3. Изменение задачи.

6.4. Переформулирование мини-задачи.

7. Анализ способа устранения ФП

Цель седьмой части – оценка качества полученного решения.

Название шагов 7 части:

7.1. Контроль решения.

7.2. Предварительная оценка полученного решения.

7.3. Проверка формальной новизны.

7.4. Определение подзадач.

8. Применение полученного ответа

Цель восьмой части – это максимальное использование ресурсов найденной идеи.

Название шагов 8 части:

8.1. Изменение надсистемы.

8.2. Новое применение системы (надсистемы).

8.3. Использование полученного решения при решении других задач.

9. Анализ хода решения

Цель девятой части – совершенствование навыков пользования АРИЗ. Каждая решенная по АРИЗ задача должна повышать творческий потенциал человека. Но для этого необходимо тщательно проанализировать ход решения. Такая операция проводится путем сопоставления идеального хода решения **ИХР** задачи по всем шагам АРИЗ с реальным ходом решения (**РХР**).

9.1. Сравнение хода задачи с теоретическим.

9.2. Сравнение результата с данными информационного фонда.

ТЕМА 5. ПРИЕМЫ УСТРАНЕНИЯ ПРОТИВОРЕЧИЙ. ДИВЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ

5.1. Возникновение противоречий как следствие развития технических систем

В ТРИЗ рассматривается три вида противоречий: административное противоречие (АП), техническое противоречие (ТП) и физическое противоречие (ФП).

Административное противоречие (АП) – несоответствие желаемого и действительного.

При постановке задачи обычно описывается необходимость создания новой или модернизации существующей продукции для удовлетворения определенной потребности, приводится соответствующая аргументация этой необходимости, описываются функции, которые должна выполнять эта продукция; требования, которые к ней предъявляются.

Каждый потребитель той или иной продукции характеризуется определенными свойствами. Анализ свойств потребителей позволяет определить некоторый набор требований, которым должна удовлетворять продукция, предназначенная для удовлетворения возникшей потребности.

Каждый вид продукции можно охарактеризовать набором определенных свойств. Часть этих свойств определяют потребительские свойства продукции (рис.5.1).

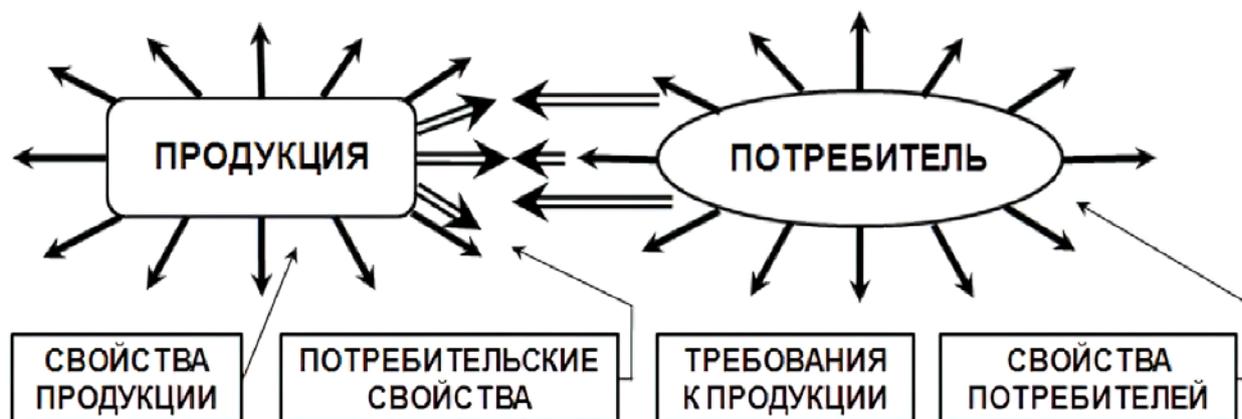


Рисунок 5.1. Возникновение проблемной ситуации

Поэтому, прежде чем создавать тот или иной продукт, необходимо, с одной стороны, сформулировать требования, которым он должен удовлетворять. С другой стороны, оценить технические возможности создания продукта с требуемыми свойствами.

Если есть потребность в создании продукции с определенными потребительскими свойствами, но неизвестно, как ее удовлетворить, то возникает **проблемная ситуация (ПС)**.

Описание ПС – это формулирование потребностей, функций, которые нужно выполнить. Проблема заключается в том, что на этом этапе не видно путей как реализовать выполнение этой функции.

Проблемная ситуация возникает, если нет соответствия между требованиями, предъявляемыми потребителями, и имеющимися техническими возможностями. Например, создание телевизора с объемным изображением, создание искусственного спутника Земли со сроком активного существования 10 лет и др. То есть первоначальная формулировка проблемы часто носит социально-технический характер и в общем случае выражается в терминах: цель, потребность, функция, нежелательные эффекты.

Анализ ПС выявляет административное противоречие, которое только обозначает проблему, но не дает ответа как ее решить.

Преодоление АП связано с проведением ситуационного анализа, поиска первопричины проблемы. Результатом анализа проблемы является **постановка** и формулировка **задачи**, которую нужно решать. От **правильности** формулирования задачи зависит **быстрота** и **уровень** ее решения.

Преодолев административное противоречие и выйдя на задачу, мы сталкиваемся с новым противоречием, так называемым **техническим противоречием (ТП)**.

Техническое противоречие (ТП) – ситуация, когда попытки улучшить одну характеристику (элемент) системы приводят к недопустимому ухудшению другой ее характеристики (элемента).

Техническое противоречие возникает между параметрами системы, ее узлами или группами деталей. Оно диктует: «Если ты улучшишь одно, то произойдет ухудшение другого!» Мы знаем, какое устройство нужно создавать для выполнения полезной функции (ПФ), но при этом появляются нежелательные эффекты. Это – нежелательный эффект (НЭ), связанный с тем, что за реализацию ПФ, которую он должен выполнять, надо платить, или нежелательный эффект, проявляющийся в виде вредных свойств (функций), которые возникают при функционировании улучшенного технического объекта.

Варианты возникновения ТП:

1. На начальных этапах развития ТС, когда требования относительно невысоки, а система обладает большими ресурсами, такие противоречия разрешаются путем компромисса – отыскиваются варианты конструкции, обеспечивающие приемлемые значения обеих конкурирующих характеристик.

Количественный рост продолжается, происходит накопление и обострение противоречий. Эти противоречия разрешаются в результате качественных скачков – создания принципиально новых технических решений.

2. Если технический объект уже существует, то весьма часто ставится задача улучшения его ПФ (улучшение свойства одного из элементов ТС). Однако при усилении одних свойств элемента нарушается взаимодействие (согласованность) с другими элементами ТС, возникает ТП.

Процесс формулирования технических противоречий – это построение модели задачи, в которой раскрываются положительные и нежелательные эффекты в рассматриваемой ТС при ее развитии.

Формулирование ТП позволяет провести анализ причин появления нежелательных эффектов, и тем самым активизирует мышление на поиск возможных направлений решения проблемы. Обычная задача переходит в разряд изобретательских, когда необходимым условием ее решения является устранение ТП. Создание нового изобретения всегда сводится к разрешению (полному или частичному) технического противоречия. **Это одно из основных положений ТРИЗ.**

Стремясь убрать конфликтующие, противоречивые отношения *между элементами* технической системы, получаем противоречие *на уровне внутреннего функционирования* системы. Такое противоречие, в отличие от технического, называется физическим противоречием (ФП).

Физическое противоречие (ФП) – ситуация, когда к объекту по условиям задачи предъявляются **противоположные, несовместимые** по физическому состоянию **требования**.

ФП возникает *не между параметрами* ТС, а *внутри* какого-либо *одного элемента*. Например, один и тот же элемент должен быть тяжелым и легким, или горячим и холодным, или магнитным и немагнитным и т. п.

Порядок выявления физического противоречия:

1. При формулировании ТП формулируются частные задачи, в которых предъявляются несовместимые требования к свойствам отдельных компонентов или взаимодействию между компонентами рассматриваемого объекта (т.е. ФП).

2. Выходя в оперативную зону задачи (а она всегда лежит в месте возникновения первопричины), находят элемент, не выполняющий нужную функцию или порождающий нежелательное явление, и предъявляют к нему требования с позиции идеала.

Если в оперативной зоне такого элемента технической системы нет, то предъявляют требования идеальности к ближайшему элементу окружающей среды.

3. И вот здесь, как правило, возникает, на первый взгляд, непреодолимое физическое противоречие. На этом этапе окончательно формулируется собственно задача, которую нужно решать, применяя свои знания по физике, химии и другим наукам.

Физическое противоречие отражает философский «Закон единства и борьбы противоположностей» и включает два вида отношений: отношение борьбы и отношение единства.

Отношение единства включает, в свою очередь, единство места (пространства), времени, структуры, различных свойств. Разрешить противоречие – значит найти такую составляющую единства, которая допускает разделение.

Сформулируем основные признаки и условия разрешения противоречий при решении изобретательских задач:

Административное противоречие

Основные признаки:

- несоответствие в производственной ситуации желаемого и действительного;
- возникновение противоречий между технической системой и человеком или природой;
- обострение старых и появление многих новых технических и социальных задач на уровне надсистемы.

Причины: отсутствие новой или исчерпание возможностей старой технической системы для удовлетворения повышенной или вновь возникшей потребности.

Последствия: торможение развития ТС. Повышение вредного влияния на надсистему, природу, человека.

Условия разрешения: анализ ситуации. Локализация нежелательного явления, перевод в подсистему и выявление технического противоречия.

Техническое противоречие

Основные признаки: ухудшение каких-либо частей системы при улучшении других. Возникновение нескольких новых технических задач на уровне системы.

Причины: исчерпание возможностей технической системы для дальнейшего развития. Неверный выбор места изменения системы. Борьба со следствием, а не с причиной.

Последствия: усложнение системы и надсистемы, резкое повышение материальных и экономических затрат.

Условия разрешения: проведение причинно-следственного анализа, выявление первопричины возникновения нежелательного явления и микрозадачи в подсистеме. Для того, чтобы разрешить ТП, формулируются частные задачи, в которых предъявляются несовместимые требования к свойствам отдельных компонентов или к взаимодействию между компонентами рассматриваемого объекта (т.е. ФП).

Физическое противоречие

Основные признаки: возникновение противоречивых требований к физическому состоянию одного элемента подсистемы. Выявление новой физической задачи на уровне подсистемы. Необходимость внесения изменений в один элемент или в часть его.

Причины: несоответствие состояния вещества элемента или вида энергии требуемому.

Последствия: усложнение системы, введение новых элементов и новых видов энергий.

Условия разрешения: уточнение физических требований по времени и пространству. Использование ранее незадействованных веществ и энергий, имеющих в системе, подсистеме и надсистеме. Использование знаний законов природы.

Отметим, что задача может быть удовлетворительно решена на любом этапе ее обработки. Это зависит от имеющегося опыта и знаний. Но чаще всего

приходится уточнять задачу, добираясь до одного-единственного противоречия на физическом уровне.

Противоречие – неотъемлемый признак изобретательской задачи. Ее эффективное решение возможно как на стадии технического, так и на стадии физического противоречия. Наиболее часто применяемые типовые приемы устранения физических противоречий приведены в разделе 5.2

5.2. Типовые приемы устранения технических противоречий. Матрица Альтшуллера

Опыт, накопленный поколениями новаторов, реализуется в технике и технологиях. Он собирается и описывается в патентах, хранящихся в патентных библиотеках.

Легенд на тему неожиданного и счастливого нахождения оригинальных решений «по аналогии» в среде изобретателей ходит множество. Как использовать этот бесценный багаж?

1. Рассказывают, что принцип строения конструкций висячих мостов («Вантовый мост») был открыт после того, как их создатель, английский инженер Сэмюэль Браун, задумался о строении паутины.

2. Спустя много лет после машиностроителей принцип сборки на конвейере (принцип разделения процесса работы на простые операции) открыли для себя банки, создав систему, в которой каждый сотрудник специализируется на одной операции. Обеспечили при этом огромную экономию. *И опять принцип ждет, когда кто-то его изобретет в совершенно новой области деятельности.*

Ключевой недостаток отсутствия планомерной работы по выявлению и широкому использованию принципов, заложенных в сильных изобретениях: **непредсказуемость, трудоемкость** получения эффективных решений.

Важнейшая задача ТРИЗ – снятие этой непредсказуемости и необходимости в «озарениях».

Сопоставление своей задачи с другими найденными техническими решениями активизирует мышление, позволяет «сработать» аналогиям.

Г. С. Альтшуллер пришел к выводу, что изобретатели пользуются в основном ограниченным набором изобретательских приемов. На основе анализа свыше 40 тысяч изобретений (не ниже второго уровня) создателям ТРИЗ удалось выделить действительно сильные приемы, которые использовались не менее, чем в 80 – 100 изобретениях для устранения одного и того же ТП. Так было выявлено 40 типовых приемов (Приложение 1). Использование случайным образом собранных подсказок предлагается **заменить** на использование *массивов систематически* собранной и обработанной информации.

Для организации их использования была разработана специальная Таблица. В таблице по вертикали располагаются характеристики ТС, которые по условиям задачи необходимо улучшить, а по горизонтали – характеристики,

которые недопустимо при этом ухудшаются. Таблица выбора приемов устранения ТП получила название: «*Матрица Альтшуллера*».

Сразу же возникает мысль, а нельзя ли заложить эти приемы в ЭВМ и доверить ей решение изобретательских задач. Пробовали это делать, но обнадеживающих результатов получить не удалось. Приемы указывают лишь общее направление и область, где могут быть сильные решения. А найти эти решения может только человек.

5.2.1. Описание и правила пользования таблицей выбора приемов устранения технических противоречий

1. Столбцы и строки таблицы тождественны друг другу и включают 39 ключевых характеристик ТС.

2. На пересечении строк и столбцов этой таблицы находятся рекомендуемые номера приемов, позволяющие с наибольшей вероятностью устранить ТП.

3. Прежде чем выбрать прием, нужно сформулировать ТП.

4. Улучшаемая и ухудшаемая характеристики, описанные в техническом противоречии, адаптируются к характеристикам на осях таблицы.

5. Приемы указывают лишь общее направление поиска и область, где могут быть сильные решения. Сами приемы не несут в себе конкретных решений. Приемы – это подсказка. Найти идею, превратить ее в конкретное решение на основе предлагаемого принципа или подсказки должен сам решающий задачу.

6. Приемы в каждой клетке даны не в порядке возрастания их порядкового номера, а по частоте их применения в исследованном массиве изобретений.

7. Если необходимо сделать как можно более простое и быстро внедряемое решение, то приемы следует использовать, начиная с первого из рекомендованных.

8. Если же необходимо решение как можно более оригинальное, неожиданное, революционное, то приемы следует использовать, начиная с последнего из рекомендованных.

9. Работа с каждым приемом не может быть простой и быстрой. На прием надо настроиться, внимательно и скрупулезно просмотреть возможности использования заложенных в нем рекомендаций под самыми разными углами зрения. Даже в самом экономном, ускоренном режиме работа с одним приемом занимает в процессе реального решения задач не менее получаса. Со временем каждый прием отложится в вашей памяти и выбор наиболее подходящего не будет составлять труда.

10. Пользоваться приемами можно двумя способами:

– исследовать приемы в порядке рекомендаций Матрицы;
– просматривая все приемы подбирать наиболее эффективный для решения данной задачи.

11. Если в клетке на пересечении столбцов и строк нет приемов, это значит, что для этого противоречия типовые приемы еще не определены.

5.2.2. Порядок использования Матрицы Альтшуллера

Формулировка ТП представляется в виде противоречия между формализованными характеристиками ТС.

Например, противоречие: мы хотим улучшить ФОРМУ, или улучшить ВЛИЯНИЕ ВРЕДНЫХ ФАКТОРОВ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ОБЪЕКТ, но при этом ухудшаем ПОТЕРИ ВЕЩЕСТВА.

Затем в Матрице Альтшуллера выбираем строчку, соответствующую улучшаемому параметру и колонку, соответствующую параметру, который при этом ухудшается (рис. 5.3).

Улучшаемый Параметра	ХАРАКТЕРИСТИКИ					Ухудшаемый Параметра
	1. ВЕС подвижного объекта	2. ВЕС неподвижного объекта	3. ДЛИНА подвижного объекта	4. ДЛИНА неподвижного объекта	5. ПЛОЩАДЬ подвижного объекта	
1. ВЕС подвижного объекта		-	15,8 29,34	-	29,17, 38,34	35,3, 24,37
2. ВЕС неподвижного объекта	-		-	10,1, 29,35	-	1,28, 15,35
3. ДЛИНА подвижного объекта	8,15, 29,34	-		-	15,17, 4	14,4, 28,29
4. ДЛИНА неподвижного объекта	-	35,28, 40,29	-		-	30,14, 7,26
5. ПЛОЩАДЬ подвижного объекта	2,17, 29,4	-	14,15, 18,4	-		10,26, 34,2
■ ■ ■						
39. ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ	35,26, 24,37	28,27, 15,3	18,4, 28,38	30,7, 14,26	10,26, 34,31	

Рисунок 5.3. Определение позиции параметров

Если мы хотим улучшить ФОРМУ (строка 12), но при этом ухудшаем ПОТЕРИ ВЕЩЕСТВА (колонка 23), то в ячейке Матрицы находятся номера Приемов, которые рекомендуется использовать (рис. 5.4.).

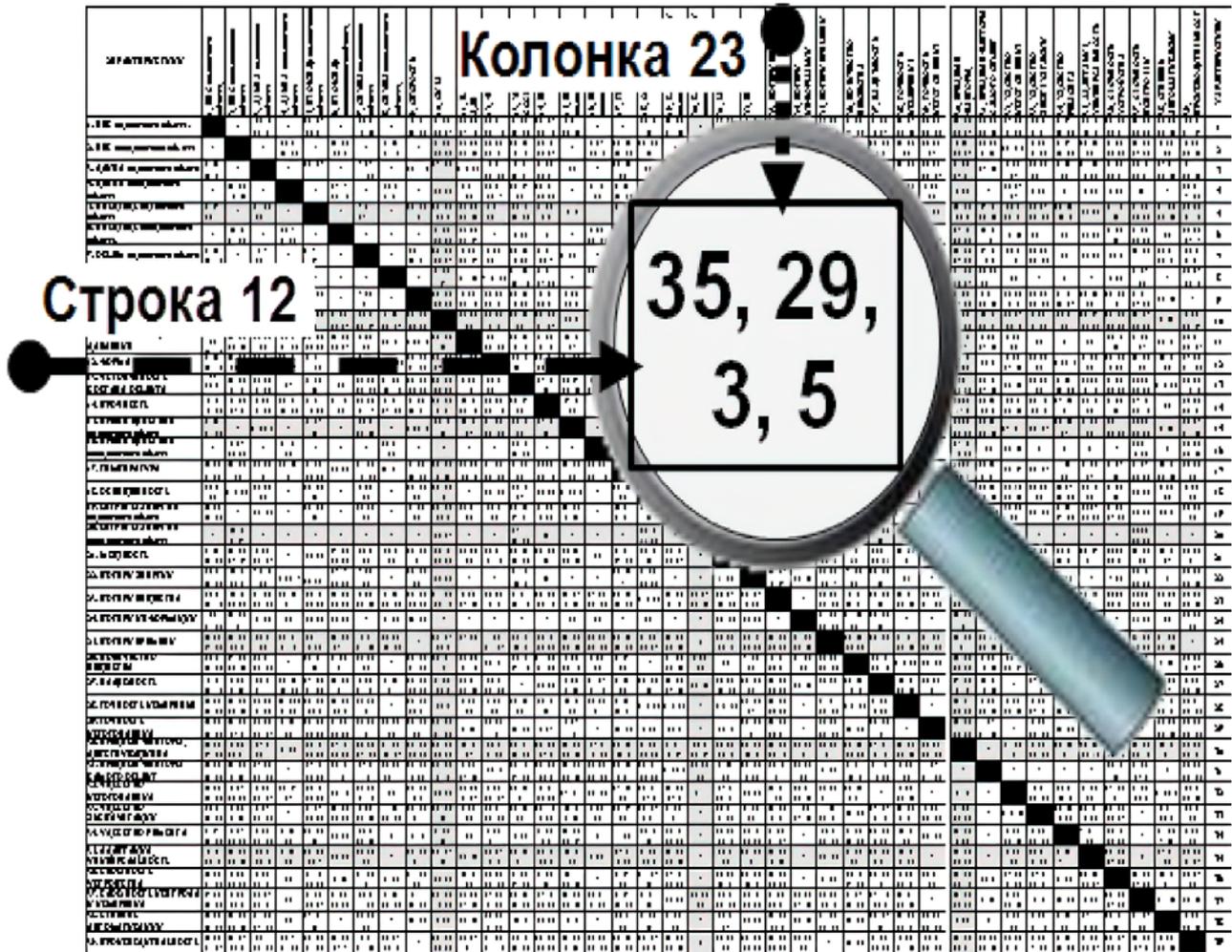


Рисунок 5.4. Определение Приемов устранения ТП

5.3. Типовые приемы разрешения физических противоречий

Четкая локализация и предельная обостренность самого конфликта при ФП (свойство «А» должно быть и свойства «А» не должно быть) придают ФП высокую «подсказывательную» ценность. Если ФП сформулировано правильно, задачу – даже сложную – можно считать в значительной мере решенной. Дальнейшее продвижение не вызывает значительных трудностей.

Наиболее часто употребляемые из них:

1. Разделение противоречивых свойств в пространстве.
2. Разделение противоречивых свойств во времени.
3. Разделение ФП в отношениях между элементами ТС.
4. Использование физических эффектов.
5. Объединение однородных и неоднородных систем в надсистему.
6. Переход к системе, работающей на микроуровне.
7. Фазовые переходы.
8. Переход от системы к антисистеме или к сочетанию системы с антисистемой.
9. Физико-химический переход: возникновение–исчезновение вещества за счет разложения – соединения, ионизации, рекомбинации.
10. Использование ферромагнитных частиц (феполей).
11. Переход к системе, работающей на микроуровне.

Если не удастся разрешить ФП, нужно искать решение, при котором противоречие не возникает вообще. Например, корпус корабля должен быть узким, чтобы сопротивление воды было малым, и широким, чтобы иметь хорошую устойчивость. Противоречие невозможно решить до конца: противоречивые требования должны удовлетворяться в одно и то же время и в одном и том же месте. Решение для этой проблемы: судно на подводных крыльях или судно на воздушной подушке.

Способы устранения ФП, дающие идею решения, могут быть конкретизированы для получения технического решения с помощью приемов устранения ТП.

Пути разрешения ФП

Использование ТП в изобретениях является недостаточно эффективным. Это связано с тем, что ТП противоречие является вспомогательной, промежуточной стадией решения задачи. Однако стадия формулировки ТП является обязательной. Основой и причиной ТП является ФП.

ТП характеризует конфликт в целой системе и представляет собой конфликт технических характеристик (производительность, скорость).

ФП характеризует столкновение более глубоких физических свойств объекта (объект горячий и холодный, твердый и жидкий). ФП относится к определенной части системы, которую необходимо изменить. Это изменение должно отвечать требованиям ИКР результата.

ТП показывает наличие противоречия в системе, а ФП предъявляет к системе более четкие противоречивые требования.

Существуют 3 пути разрешения ФП:

1. Разделение противоречивых требований.
2. Обход противоречивых требований за счет системного перехода.
3. Удовлетворение противоречивых требований (в одном месте и в одно время) за счет изменения физико-химических параметров системы.

Оперативная зона (ОЗ) – это место, где возникает рассматриваемое противоречие (конфликт).

Операционное время (ОВ) – это промежуток времени, в котором происходит рассматриваемое противоречие (конфликт).

Выбор способа решения ФП

Определяем Оперативную Зону (ОЗ) – это место, где возникает рассматриваемое противоречие, и Операционное Время (ОВ) – это промежуток времени, в котором происходит рассматриваемое противоречие (конфликт).

1. Разделение противоречивых требований в пространстве и времени.
2. Обход противоречивых требований за счет системного перехода.
3. Удовлетворение противоречивых требований (в одном месте и в одно время) за счет фазовых переходов и изменения физико-химических параметров системы.

ТЕМА 6. СТАНДАРТЫ НА РЕШЕНИЕ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ

Мы уже начали построение многоэтажной пирамиды приемов: простые приемы, парные приемы, комплексы приемов... Усложняется структура, увеличивается сила приемов, начинает проявляться их специализация, «привязанность» к тому или иному классу задач. На четвертом этаже должны быть еще более сложные приемы, отличающиеся особой силой и четко специализированные. Такие приемы удалось обнаружить, они составляют *фонд стандартов на решение изобрета-тельских задач*.

Несколько слов о названии. В нем есть некоторая *демонстра-тивность*. Конечно, можно было бы заменить слово «стандарты» словами «решение типовых задач» или «некоторые характерные классы задач и их типовые решения». Но в слове «стандарт» короче и точнее отражена *основная идея: есть комплексные приемы, которые надо применять обязательно, потому что для своих классов задач они гарантируют решение высокого уровня*.



Рисунок 6.1. Структурная схема ТРИЗ

Итак, основные особенности стандартов состоят в том, что:

- в их состав входят не только приемы, но и физические эффекты;
- приемы и эффекты, входящие в стандарт, образуют определенную систему (т. е. соединены не «как попало», а в определенной последовательности);
- система приемов и эффектов отчетливо направлена на устранение физических противоречий, типичных для данного класса задач;
- хорошо видна связь стандартов с основными законами развития технических систем.

Широта, идентичность решения и эффективность – абсолютно необходимые требования к любому «кандидату» в стандарты. Изобретательские решения, основанные на использовании одного физического эффекта, быстро становятся тривиальными: применение электрогидравлического эффекта в конце 40-х годов давало сильные изобретательские решения, а через 10 лет этот прием стал тривиальным. В стандартах указан не какой-то конкретный физический эффект, а тип эффекта, поэтому стандарты имеют значительно большую продолжительность жизни: в некоторых из них могут быть использованы и те физические эффекты, которые будут открыты в дальнейшем.

Описание каждого стандарта включает подробное его обоснование и многочисленные примеры, отражающие нюансы применения. Мы коротко рассмотрим только суть первых десяти стандартов (разработано уже около 50 стандартов, но многие из них еще не завершили свой «испытательный срок»).

Стандарт 1. Если объект трудно обнаружить в какой-то момент времени и если можно заранее ввести в него добавки, то задача решается предварительным введением в объект добавок, которые создают легко обнаруживаемое (чаще всего электромагнитное) поле или легко взаимодействуют с внешней средой, обнаруживая себя, и, следовательно, объект. Аналогично решаются задачи на измерение, если их можно представить в виде последовательности задач на обнаружение.

Стандарт 2. Если нужно сравнить объект с эталоном, чтобы выявить отличия, то задача решается оптическим совмещением изображения объекта с эталоном или с изображением эталона, причем изображение объекта должно быть противоположно по окраске эталону или его изображению. Аналогично решаются задачи на измерение, если есть эталон или его изображение.

Стандарт 3. Если два подвижных относительно друг друга вещества должны соприкоснуться и при этом возникает вредное явление, то задача решается введением между ними третьего вещества, являющегося видоизменением одного из веществ, данных по условиям задачи.

Стандарт 4. Если нужно управлять движением объекта, в него следует ввести ферромагнитное вещество и использовать магнитное поле. Аналогично решаются задачи на обеспечение деформаций вещества, на обработку его поверхности, дробление, перемешивание, изменение вязкости, пористости и т. п.

Стандарт 5. Если нужно увеличить технические показатели системы (массу, размеры, скорость и т. д.) и это наталкивается на принципиальные препятствия (запрет со стороны законов природы, отсутствие в современной технике необходимых веществ, материалов, мощностей и т. д.), система должна войти в качестве подсистемы в состав другой, более сложной системы. Развитие исходной системы прекращается, оно заменяется более интенсивным развитием сложной системы. Примером может служить создание газотеплозащитного скафандра.

Стандарт 6. Если трудно выполнить операцию с тонкими хрупкими и легкодеформируемыми объектами, то на время выполнения этих операций объект надо объединить с веществом, делающим его твердым и прочным, а затем это вещество удалить растворением, испарением и т. д.

Стандарт 7. Если надо совместить два взаимоисключающих действия (или два взаимоисключающих состояния объекта), то каждое из этих действий надо сделать прерывистым и совместить таким образом, чтобы одно действие совершалось в паузах другого. При этом переход от одного действия

(состояния) к другому должен осуществляться самим объектом, например, за счет использования фазовых переходов, происходящих при изменении внешних условий.

Стандарт 8. Если невозможно непосредственно определить изменение состояния (массы, размеров и т. д.) механической системы, то задача решается возбуждением в системе резонансных колебаний, по изменению частоты, которых можно определить происходящие изменения.

Стандарт 9. Если нужно увеличить технические показатели системы (точность, быстродействие и т. д.) и это наталкивается на принципиальные препятствия (запрет со стороны законов природы, резкое ухудшение других свойств системы), то задача решается переходом с макро- на микроуровень: система (или ее часть) заменяется веществом, способным при взаимодействии с полем выполнять требуемые действия.

В стандарте 5 речь шла о переходе от системы к надсистеме; суть стандарта 9 заключается в переходе от системы к подсистеме.

Большое значение для применения стандартов имеет возможность или невозможность вводить добавки – в соответствии с требованиями стандартов 1, 3, 4 и 6. До сих пор мы пользовались словами «можно менять объект», «нельзя менять объект». Теперь эти слова наполняются конкретным физическим смыслом, что позволяет применить более точные определения: «можно вводить добавки» и «нельзя вводить добавки». Степень трудности задачи во многом зависит от этих «можно» и «нельзя». Поэтому стандарт 10 специально относится к переводу «нельзя» в «можно».

Стандарт 10. Если нужно ввести добавки, а это запрещено условиями задачи, следует использовать обходные пути:

- 1) вместо вещества вводится поле;
- 2) вместо «внутренней» добавки используется «наружная»;
- 3) добавка вводится в очень малых дозах;
- 4) добавка вводится на время;
- 5) в качестве добавки используют часть имеющегося вещества, переведенную в особое состояние или уже находящуюся в таком состоянии;
- 6) вместо объекта используют его копию (модель), в которую допустимо введение добавок;
- 7) добавки вводят в виде химического соединения, из которого они потом выделяются.

6.1. Обзор основных условий для стандартов

«Стандарт на решение изобретательских задач – это правило (или совокупность правил), позволяющее на высоком уровне однозначно решать достаточно широкий класс изобретательских задач.

Таким образом, стандарт должен удовлетворять трем условиям:

- 1) *он должен относиться к широкому классу задач;*
- 2) *эти задачи должны решаться совершенно одинаково и*
- 3) *решения должны быть обязательно высокого уровня».*

Г. С. Альтиуллер:

Известные типы изобретательских задач решаются использованием, прежде всего, типовых решений – стандартов на решение изобретательских

задач, которые разработаны Г. С. Альтшуллером в 1975 году. Они представляют собой взаимосвязанный комплекс приемов, физических или других эффектов, имеющих определенную вепольную структуру. Это своего рода формулы, по которым решаются задачи.

Классификация стандартов основана на законах эволюции технических систем и, прежде всего, на законе увеличения степени вепольности.

Система стандартов, разработанная Г. С. Альтшуллером, содержит 76 стандартов. Она состоит из классов, подклассов и конкретных стандартов. Эта система включает 5 классов.

Структура системы 76 стандартов показана на рис. 6.2. С помощью этой системы можно не только решать, но выявлять новые задачи и прогнозировать развитие технических систем. Общее направление изложения системы стандартов 1-го, 2-го и 4-го классов описывается законом увеличения степени вепольности. Пятый класс стандартов помогает идеализировать решение.

Для решения задач можно использовать алгоритм применения стандартов.

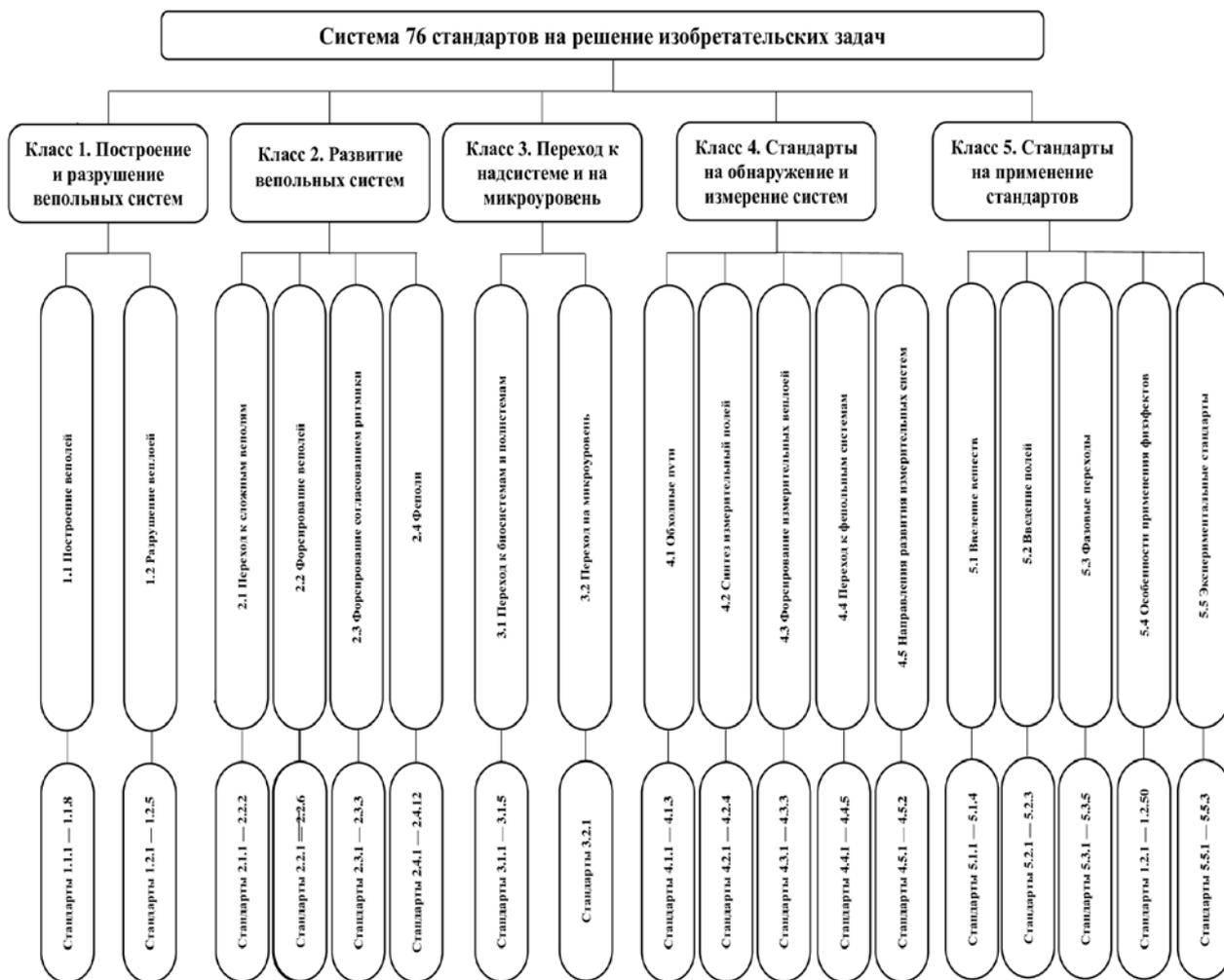


Рисунок 6.2. Структура системы 76 стандартов на решение изобретательских задач

Класс 1 – построение и разрушение вепольных моделей – включает ряд конкретных преобразований по достройке и разрушению веполь в зависимости от тех или иных ограничений, приведенных в условиях исходных задач.

Класс 2 – развитие вепольных моделей – описывает способы, позволяющие путём сравнительно небольших усложнений существенно повысить эффективность работы соответствующей модели технической системы.

Класс 3 – переход к надсистеме и на микроуровень – продолжает линию стандартов класса 2 на форсирование вепольных моделей. Стандарты классов 2 и 3 базируются на использовании законов развития технических систем, в т.ч. законов развёртывания – свёртывания, повышения динамичности и управляемости, перехода на микроуровень, согласования – рассогласования и т.д.

Класс 4 – стандарты на обнаружение и измерение систем – составляют особый комплекс, поскольку решение таких задач имеет ряд характерных особенностей. Но в целом направление развития измерительных систем соответствует общим законам развития ТС, вследствие чего стандарты этого класса имеют много общего со стандартами классов 1, 2 и 3.

Класс 5 – стандарты на применение стандартов – имеет важное значение для получения эффективных решений изобретательских задач.

Типовые изобретательские задачи решаются в два хода также такими инструментами ТРИЗ, как приёмы разрешения технических (40 типовых приёмов, сведенных в таблицу) и разрешения физических противоречий (11 приёмов, сведенных в таблицу) – приложение 2.

6.2. Алгоритм применения стандартов

Алгоритм применения стандартов показан на рис. 6.3.

Первоначально определяют, к какому классу относится задача, – на изменение или измерение (обнаружение).

Если задача на изменение, то определяют, рассматриваемая система имеет вепольную или не вепольную структуру. Если структура не вепольная, то рассматривают первый класс стандартов. Далее определяют, имеются ли вредные связи. Если нет, то рассматривают подкласс 1.1. Если имеются вредные связи, то рассматривают подкласс 1.2. После завершения работы по первому классу переходят ко второму и третьему или сразу к 5-му классу.

Если система вепольная, то переходят ко 2-му, а затем к 3-му классам. Далее переходят к 5-му классу.

Если задача на измерение, то рассматривается 4-й класс. Если можно использовать обходные пути, то рассматривают подкласс 4.1. Рассмотрев стандарт 4.1.1, желательно рассмотреть задачу, начиная с класса 1 или воспользоваться стандартами 4.1.2–4.1.3. После этого можно перейти к подклассам 4.2–4.5. Если невозможно использовать обходные пути, то сразу переходят к подклассам 4.2–4.5.

По завершении работы по классу 4 переходят к 5-му классу.

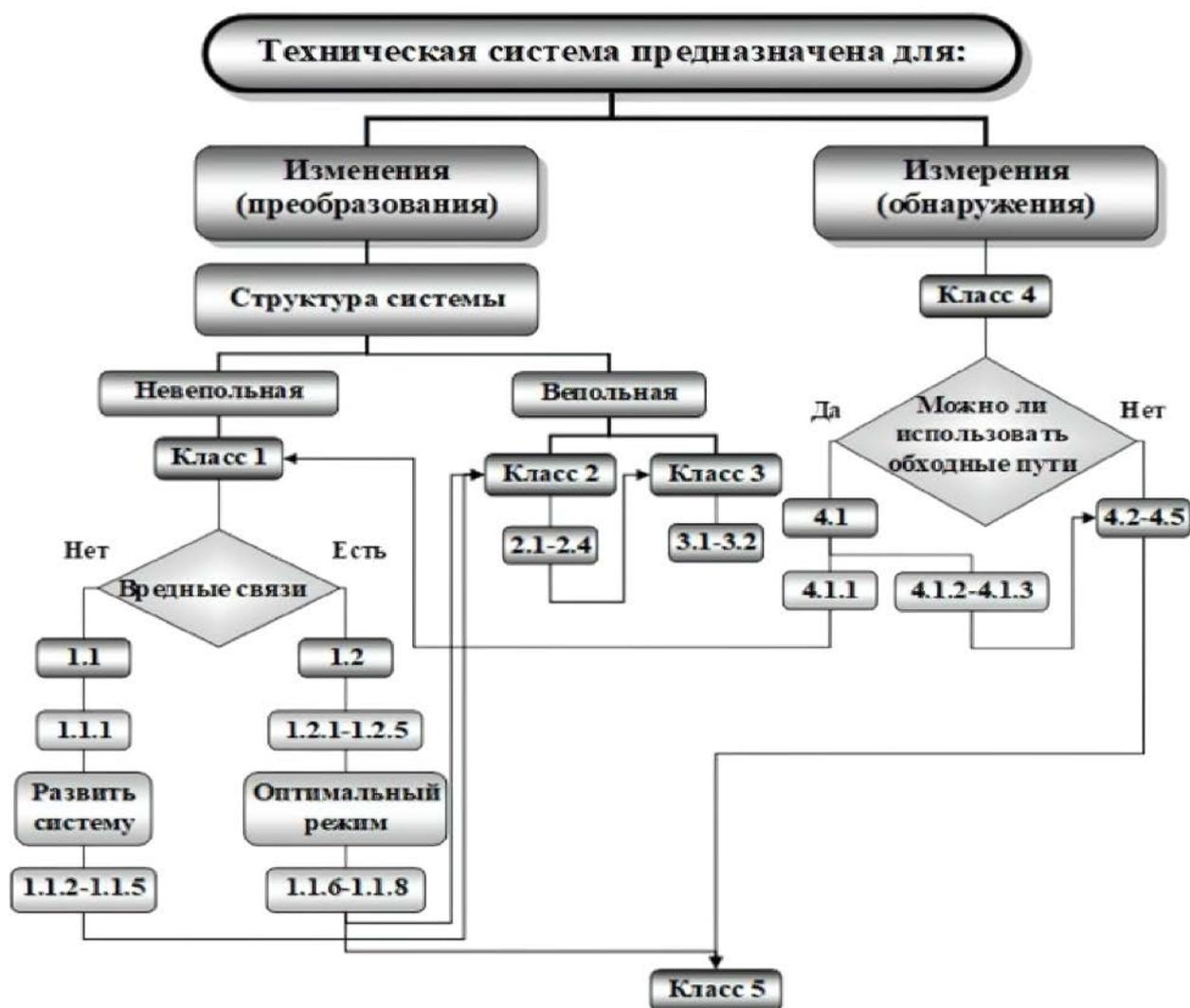


Рисунок 6.3. Алгоритм применения 76 стандартов на решение изобретательских задач

6.3. Рекомендации по использованию системы стандартов

С самого начала разработки ТРИЗ было ясно, что необходимо иметь мощный информационный фонд, включающий, прежде всего, типовые приемы устранения технических противоречий. Работа по его созданию велась много лет: было проанализировано свыше 40000 изобретений, выявлено **40 типовых приемов** (вместе с подприемами – более 100) – *приложение 2*.

В глубине технических противоречий – противоречия физические. По самой своей сути физические противоречия (ФП) предъявляют двойственные требования к объекту: быть подвижным и неподвижным, горячим и холодным и т.п. Неудивительно, что изучение приемов устранения ФП привело к выводу, что должны существовать парные (двойственные) приемы, более сильные, чем одинарные. Информационный фонд ТРИЗ пополнился списком парных приемов (дробление – объединение и т. д.).

В дальнейшем выяснилось, что решение сложных задач обычно связано с применением комплексных приемов, включающих несколько обычных (в том числе и парных) приемов и физические эффекты. Наконец, были выделены особо сильные сочетания приемов и физэффектов – они и составили первую, еще немногочисленную группу стандартов на решение изобретательских задач.

Первые стандарты были найдены эмпирически: некоторые сочетания приемов и физэффектов встречались в практике столь часто и давали решения столь сильные, что сама собой напрашивалась мысль о превращении их в стандарты.

Итак, стандарты – это правила синтеза и преобразования технических систем, непосредственно вытекающие из законов развития этих систем.

Поначалу стандарты не были упорядочены: они включались в фонд по мере выявления. Число их быстро увеличивалось: 5, 9, 11, 18... В 1979 году была составлена первая система, включающая 28 стандартов. Система-тизация велась с позиций вепольного анализа. Определились основные классы стандартов:

- 1) стандарты на изменение систем (и изменения в системах);
- 2) стандарты на обнаружение и измерение систем (и в системах);
- 3) стандарты на применение стандартов.

К концу 1984 года в большинстве школ ТРИЗ применялись системы, включающие 54, 59 и 69 стандартов. Практика показала, что стандарты – весьма сильный инструмент ТРИЗ. Наметилась перспектива: основная часть задач должна решаться по стандартам, в то время как АРИЗ следует использовать преимущественно для анализа нестандартных задач и получения информации, помогающей формировать новые стандарты. Кроме того, появилась надежда, что при дальнейшем усовершенствовании система стандартов превратится в отличие от АРИЗ в инструмент прогнозирования развития технических систем.

В 1983–1986 годах велась интенсивная работа по изучению законов развития технических систем. По современным представлениям развитие систем идет по линии: неполные вепольные системы – полные веполи – сложные веполи – форсированные веполи – комплексно-форсированные веполи. В любом звене этой цепи возможен как переход <вверх> – на следующий системный уровень, так и переход <вниз> – на более низкий системный уровень. Удалось вскрыть некоторые механизмы, реализующие эту общую схему: переход к би- и полисистемам, операции свертывания, переход на микроуровень и т. д. Новые знания о законах развития технических систем позволили внести коррективы в структуру системы стандартов, пополнить ее новыми сильными стандартами. Нововведения были опробованы на семинарах в 1984–1986 годах. Оказалось возможным перейти к системе, включающей *76 стандартов*.

Отличия новой системы:

1. Классификация стандартов приведена в соответствие с общей схемой развития технических систем: простые веполи – сложные веполи –

форсированные веполы – комплексно-форсированные веполы – переход в надсистему и к подсистемам.

2. Введен ряд новых стандартов. Появление некоторых из них обусловлено углублением знаний о законах развития технических систем, подсказано логикой самой системы стандартов (заполнение <пустых> клеток).

3. Значительно увеличено число типичных примеров на стандарты. Примеры дополняют общую формулу стандарта практически важными тонкостями и нюансами. С этой же целью в текст стандартов включены 15 учебных задач.

Стандарты – истребители технических и физических противоречий. Их цель: преодоление противоречий, в крайнем случае, их обход. Победить противоречие, совместить несовместимое, осуществить невозможное – в этом смысл стандартов.

Хочется верить, что знакомство с системой 76 стандартов даст новатору сильные инструменты творческого решения практических производственных задач.

Рекомендации по использованию системы стандартов:

1. В простейшем случае стандарты можно применять "индиви-дуально" (не в системе). При пользовании стандартами (или после 3 – 4-кратного прочтения текста) многие стандарты запоминаются и при ознакомлении с задачей нужный стандарт невольно «всплывает» в памяти. Это, конечно, не самый лучший способ их применения: требуемый стандарт может и не вспомниться, а главное – не используются возможности системы стандартов. Но управлять памятью трудно, памяти не прикажешь, и, если вспомнился подходящий стандарт, можно им воспользоваться. При решении простых задач это вполне допустимо.

2. Разумеется, целесообразнее использовать стандарты в совокупности с АРИЗ-85-В. В тексте АРИЗ есть шаги, указывающие, когда именно надо задействовать систему стандартов. При анализе задачи по АРИЗ ее условия претерпевают значительные изменения: так, модель задачи весьма существенно проясняет первоначальные смутные, а иногда просто неверные условия. И потому применение стандартов к модели задачи заведомо сильнее, чем применение их к необработанной изобретательской ситуации – есть гарантия того, что решение начато с мини-задачи (направлено на минимальное изменение исходной системы).

Еще более упрощается задача (а значит, и применение стандартов для ее решения) после уточнения вещественно-полевых ресурсов (ВПр). Учет и использование ВПр дает решения, близкие к ИКР.

3. Независимо от того, каким образом решена задача (по стандартам или по АРИЗ), к решению ее для форсирования и дальнейшей идеализации необходимо применить стандарты как систему. Расположение стандартов не хаотично, оно согласуется с общей схемой развития систем. Поэтому систему стандартов следует использовать и как прогностический инструмент, даже в том случае, когда в условиях задачи нет такого требования.

Итак, в общем случае последовательность действий подчинена простой логике:

- надо без спешки, грамотно и четко построить модель задачи,
- определить вещественно-полевые ресурсы,
- затем подобрать подходящий стандарт (обходя, если надо, запреты на введение добавок),
- форсировать измененную систему (даже если это не требуется условиями задачи),
- убрать "лишние" поля и вещества и, наконец,
- максимально использовать полученный принцип.

6.4. Примеры применения стандартов на решение изобретательских задач

Известные типы изобретательских задач решаются использованием, прежде всего, типовых решений – стандартов на решение изобретательских задач. Они представляют собой взаимосвязанный комплекс приемов, физических или других эффектов, имеющих определенную вепольную структуру. Это своего рода формулы, по которым решаются задачи.

Система стандартов состоит из классов, подклассов и конкретных стандартов. Эта система включает 76 стандартов. Последовательность их построения основана на вепольном анализе и законах развития технических систем. С помощью этой системы можно не только решать, но выявлять новые задачи и прогнозировать развитие технических систем.

Рассмотрим один из стандартов на разрушение вредных связей.

Стандарт указывает, что **если два вещества V_1 и V_2 вредно взаимодействуют между собой, то между ними необходимо вставить третье вещество V_3 , являющееся их видоизменением V'_1 и V'_2 или ими же самими V_1 и V_2 .** Вепольная структура в этом случае представлена формулой (6.1) на рисунке 6.4.

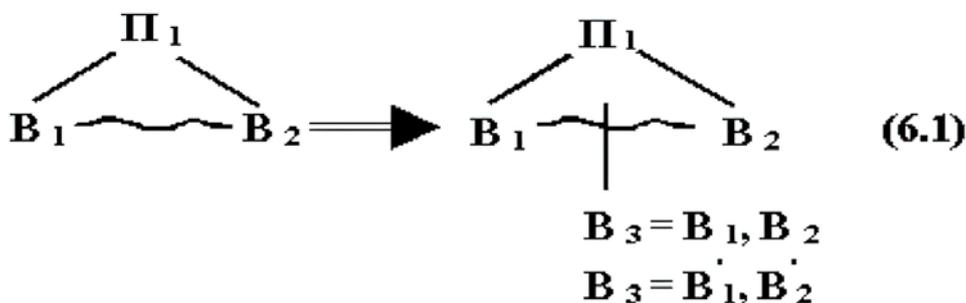


Рисунок 6.4. Вепольная структура

Задача 1. Аппарат для абразивной обработки деталей сложной формы представляет собой коаксиально расположенные две трубы. По внутренней трубе движется воздух, а по наружной – частицы абразива. На конце наружной трубы расположено сопло, формирующее струю абразива (см. рис. 6.5). Сопло

быстро изнашивается, и его приходится менять. Как сделать неизнашиваемое сопло?

Обычно стараются сопло делать из более износостойких материалов, но даже и они изнашиваются, а стоимость таких материалов значительно больше.

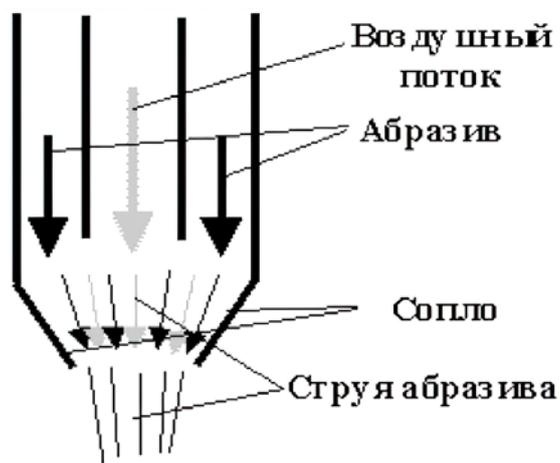
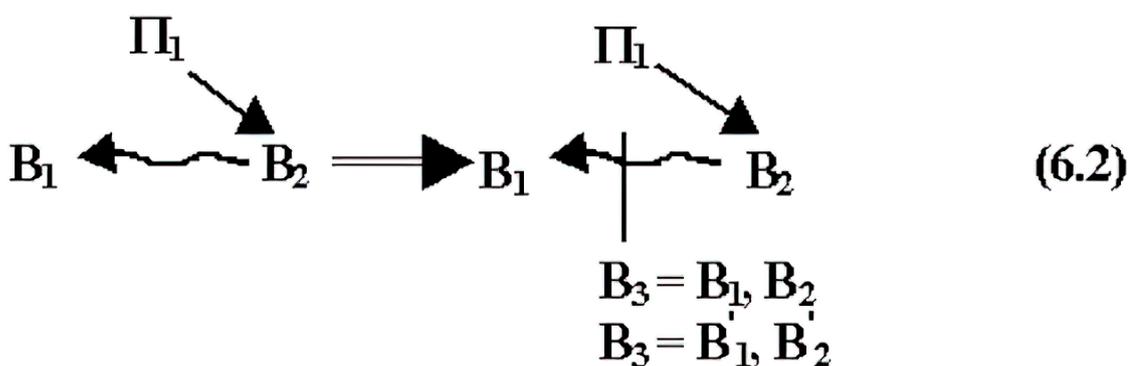


Рисунок 6.5.

В данном случае необходимо применить группу стандартов на разрушение вредных связей.

Вепольную структуру можно представить формулой (6.2). В данном примере V_1 – сопло, V_2 – абразив, Π – струя воздуха.

В соответствии со стандартом в качестве V_3 мы должны выбрать абразив, воздух, сопло или их видоизменения.



Чаще всего в качестве третьего вещества используют вещество инструмента (рабочего органа), особенно если его много.

Инструмент в нашей задаче – струя абразива (абразив и воздух).

Опишем некоторые из возможных решений.

Таким образом, имеется два направления решения:

1. Сопло должно удерживать на внутренней поверхности частицы абразива.

1.1. Частички удерживаются с помощью вакуума.

Пример 1.

Сопло представляет собой сетку, на которой создается отсос (вакуум). Частицы абразива притягиваются к сетке (рис.6.6). Теперь сопло (сетка) «защищены» частичками абразива. Когда эти частички изнашиваются, на их месте появляются новые из потока.

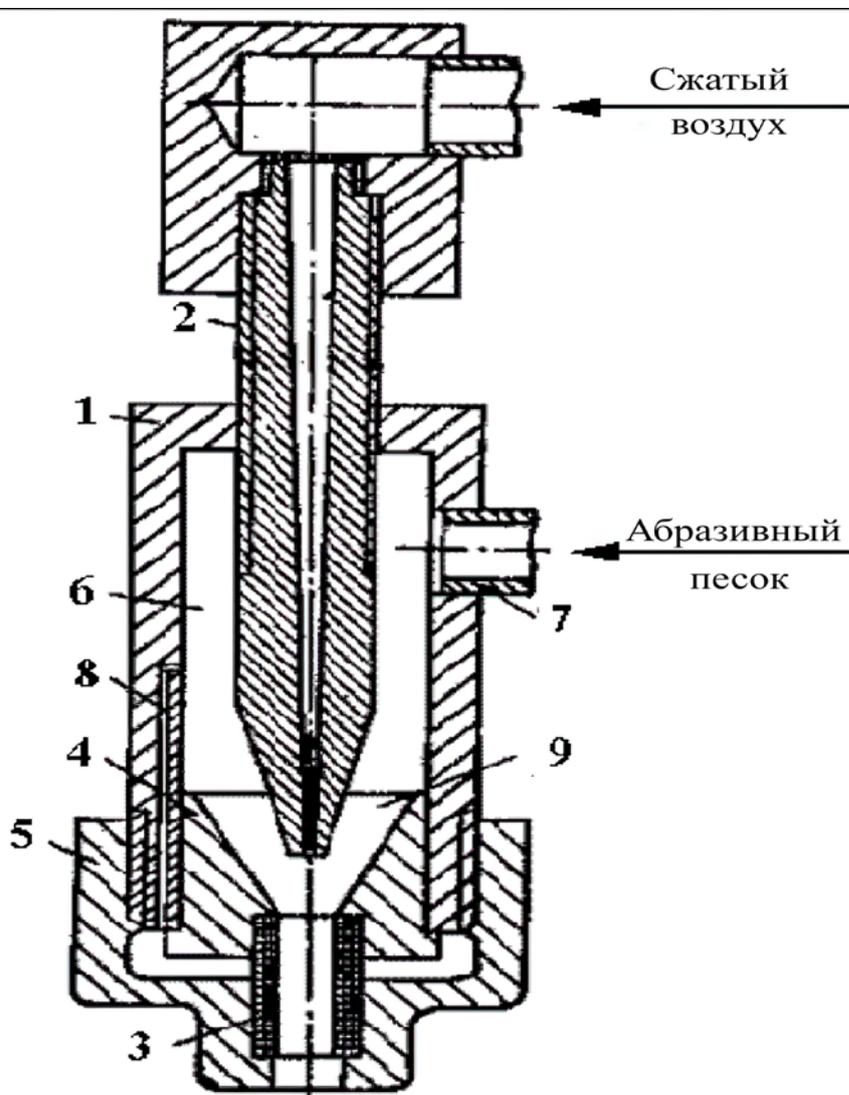


Рисунок 6.6:

1 – корпус, 2 – воздушное сопло, 3 – вставка (выполнена из сетки), 4 – втулка, 5 – гайка, 6 – камера разряжения, 7 – трубопровод, 8 – канал, 9 – смесительная камера.

Вакуум в данном изобретении создается за счет имеющегося потока воздуха. Для этого сделан канал 8. Схема действия этого физического явления показана на рис. 6.7. Поток газа или жидкости, проходящий перпендикулярно концу трубки, создает в ней отсос (вакуум).

Поток газа или жидкости

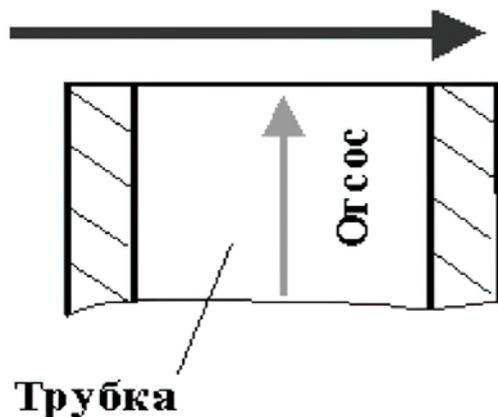


Рисунок 6.7.

1.2. Частички удерживаются с помощью магнитного поля.

Пример 2. Абразив может быть выполнен ферромагнитным, например, спечен с ферромагнитными частицами. Сопло выполняется магнитным. Частички притягиваются к соплу. Остальное аналогично п.1.1.

1.3. Частички удерживаются за счет сил гравитации и трения.

Пример 3. В сопле могут быть сделаны «кармашки» 10 для абразива (рис. 6.8). Тогда струя абразива будет тереться о частицы застрявшего абразива, и застрявшие частицы будут предохранять сопло от истирания (рис. 6.9). Остальное аналогично п.1.1.

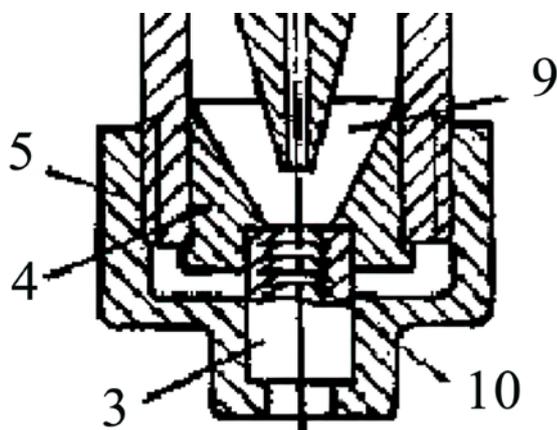


Рисунок 6.8.

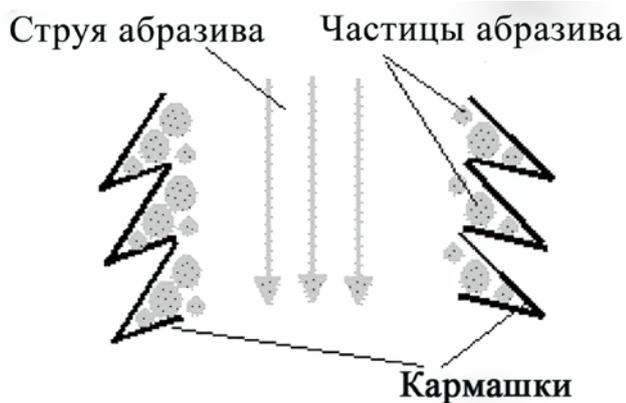


Рисунок 6.9.

2. Частички абразива не должны допускаться к стенкам сопла или отталкиваться от него.

Пример 4. В стенках сопла имеются направляющие для сжатого воздуха. Они расположены тангенциально с наклоном к выходу сопла (рис. 6.10).

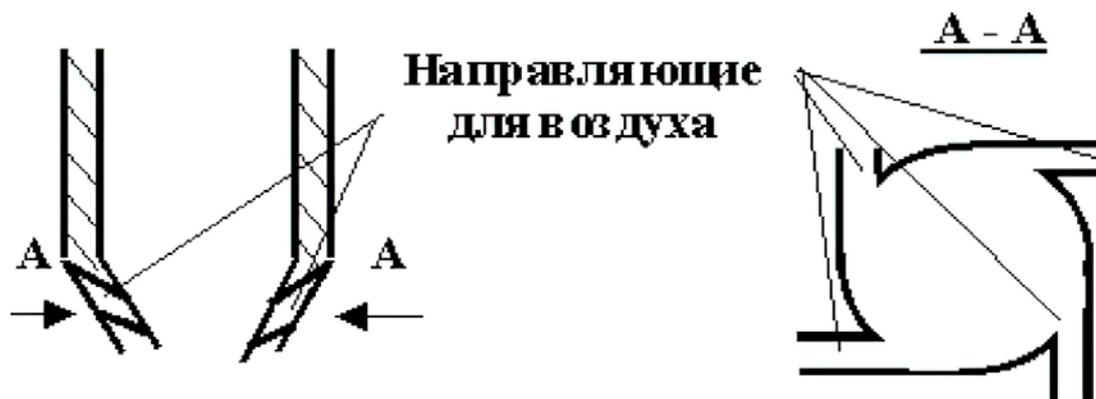


Рисунок 6.10.

Через направляющие подается сжатый воздух, который отталкивает частички абразива от стенок сопла.

Кроме того, струи воздуха закручивают поток абразива и формируют струю. При определенной конструкции и давлении воздуха можно отказаться от основной струи воздуха.

Пример 5. Проще всего поменять местами воздух и абразив (рис.6.11). Проиллюстрируем этот стандарт еще одной задачей.

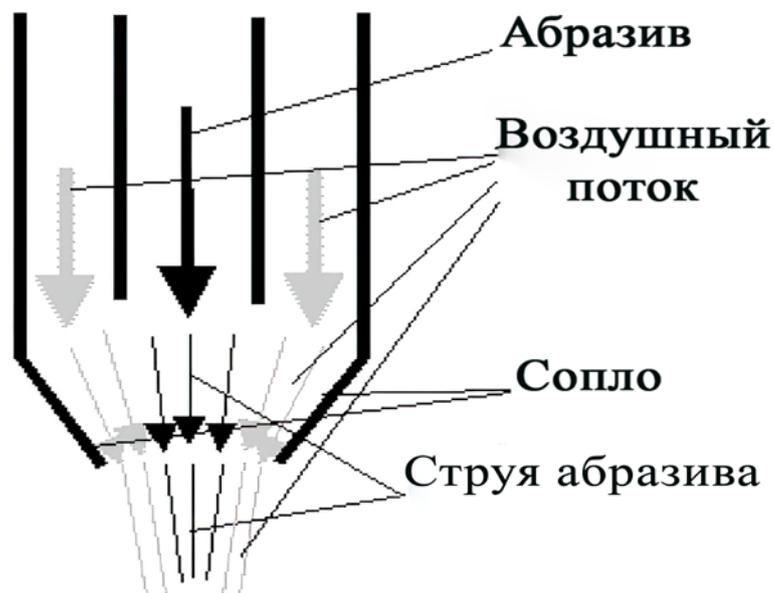


Рисунок 6.11.

Задача 2. При движении судна на подводных крыльях, на крыле, вследствие кавитации, образуется эрозия (разъедание материала) и крыло теряет свою эффективность (рис.6.12). Как быть?

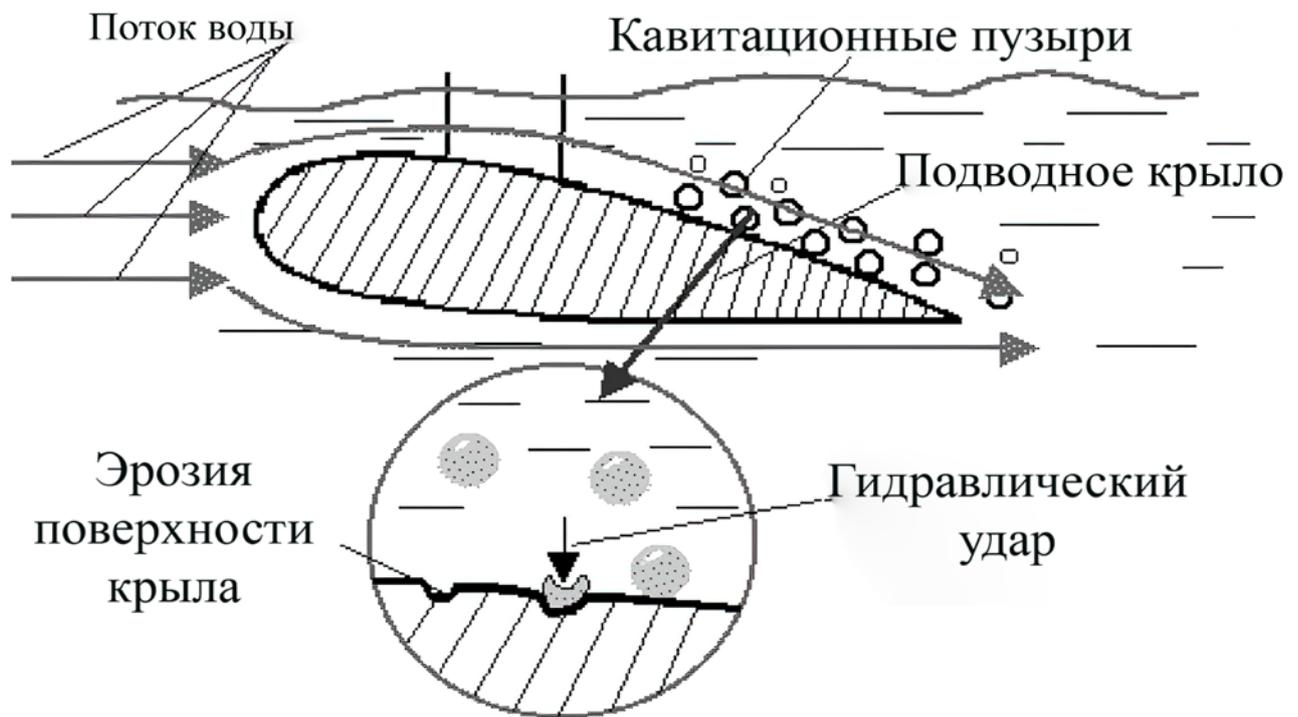
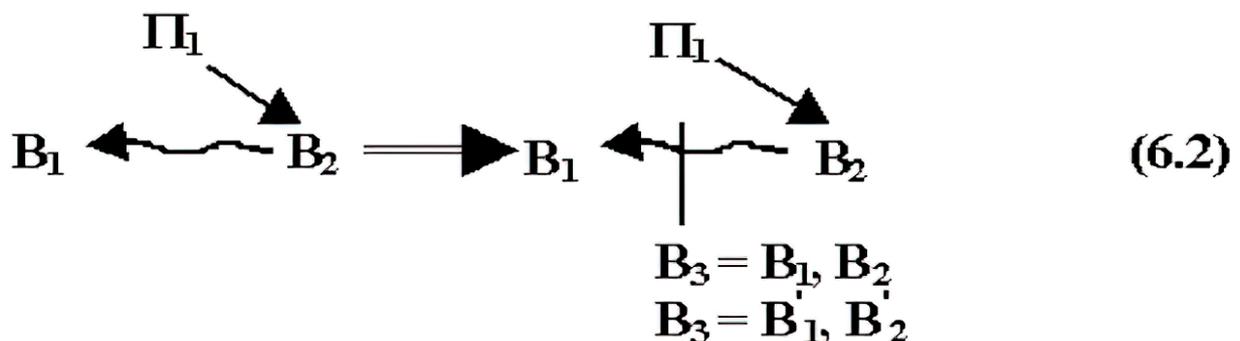


Рисунок 6.12.

Задача имеет ту же вепольную структуру (6.2), что и в предыдущей задаче.



Где V_1 – крыло, V_2 – вода, Π – движение.

В качестве V_3 мы можем выбрать воду или ее видоизменения.

Пример 6. В качестве видоизменения воды выберем лед.

Для предупреждения кавитационной эрозии гидродинамических профилей, например, подводных крыльев, защитный слой создают непрерывным намораживанием на поверхности корки льда (рис. 6.13). По мере ее разрушения от кавитации толщина защитного слоя поддерживается в установленных пределах, исключающих оголение поверхности и ее эрозию под действием кавитации.

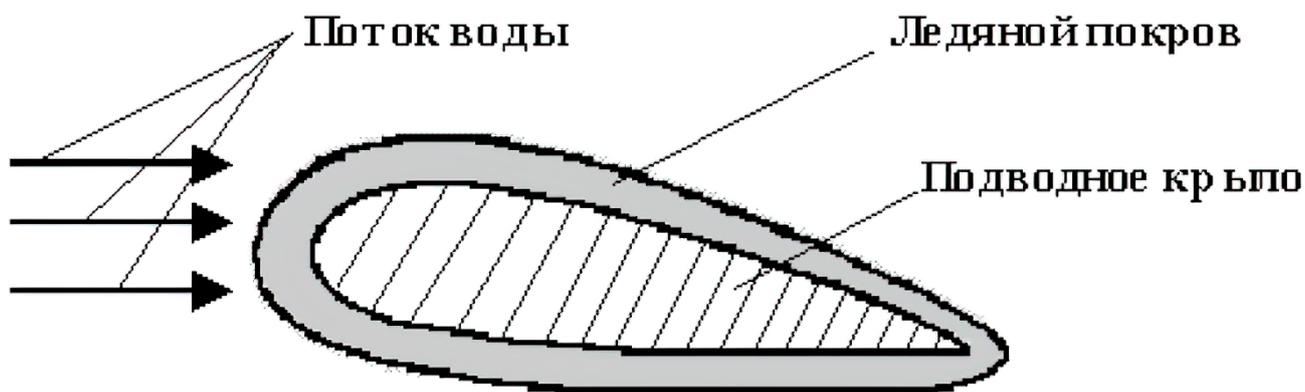


Рисунок 6.13.

Пример 7. В качестве другого видоизменения воды выберем пар.

Крыло будем нагревать (рис. 6.14). Вокруг него будет образовываться паровой пузырь (паровая каверна). Каверна позволит не только предохранить крыло от эрозии, но и позволит уменьшить сопротивление движению крыла в воде.

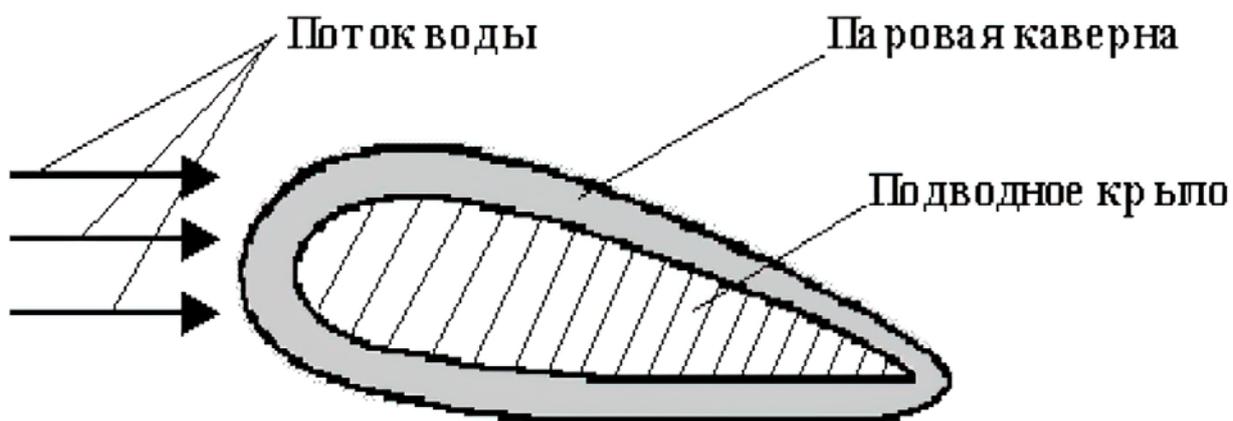


Рисунок 6.14.

Пример 8. Может быть использована сама вода. В крыле можно сделать сквозные вертикальные каналы (рис. 6.15). За счет разности давлений на верхней P_1 и нижней P_2 поверхностях крыла вода поднимается по каналам и обтекает крыло, «смывая» кавитационные пузыри.

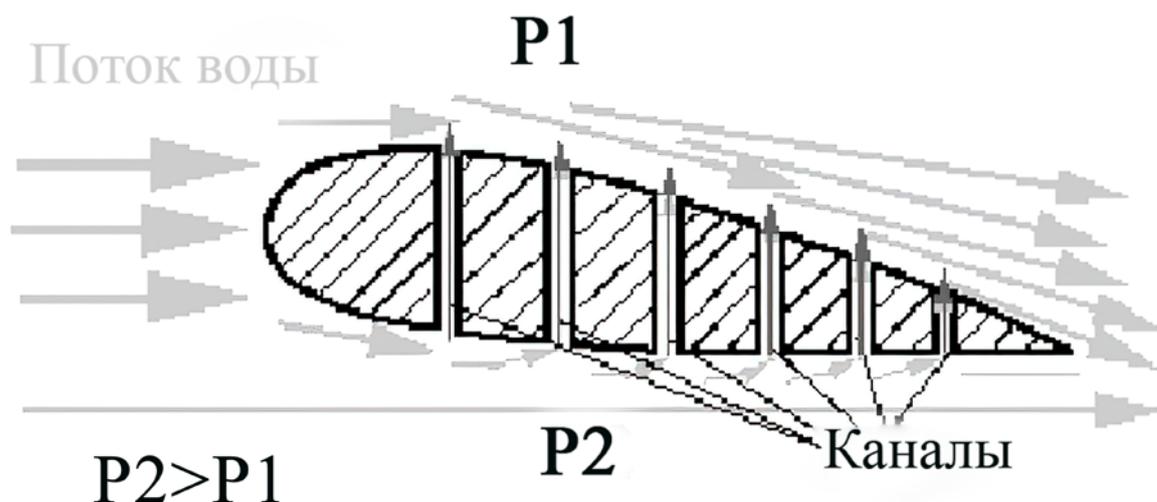


Рисунок 6.15.

Пример 9. Можно на поверхности крыла сделать лунки (рис. 6.16). Поток воды будет закручиваться в них, и образуемый слой воды не будет допускать кавитационные пузыри к поверхности крыла.

В качестве V_3 по формуле (6.2) можно выбирать V_1 , V_2 или их видоизменения V'_1 и V'_2 . Пока мы показали только некоторые использования V_2 и его видоизменений V'_2 . Рассмотрим, как можно применить V_1 (крыло) и его видоизменения V'_1 .

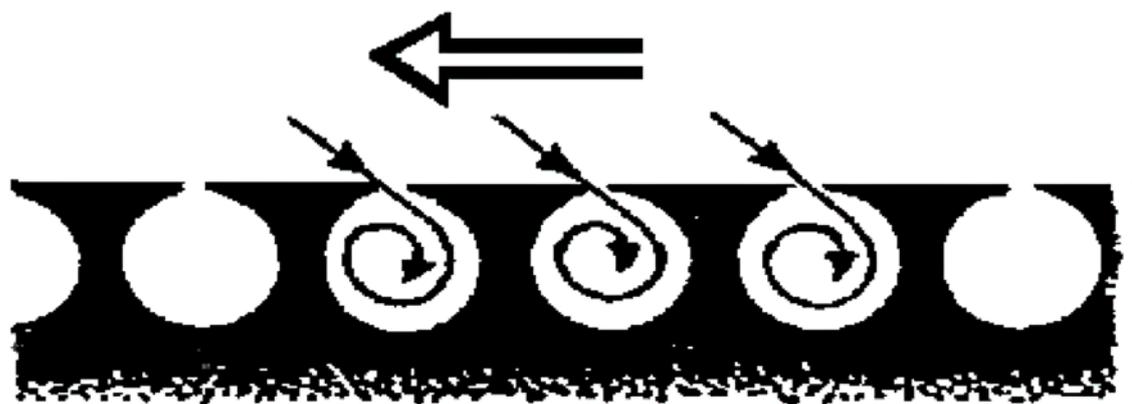


Рисунок 6.16.

Пример 10. Можно изменить форму крыла, так, чтобы кавитационные пузыри образовывались только на задней кромке, крыла и потоком воды выносились за его пределы. Таким образом, всхлопывание пузырей будет происходить не на крыле (рис. 6.17).

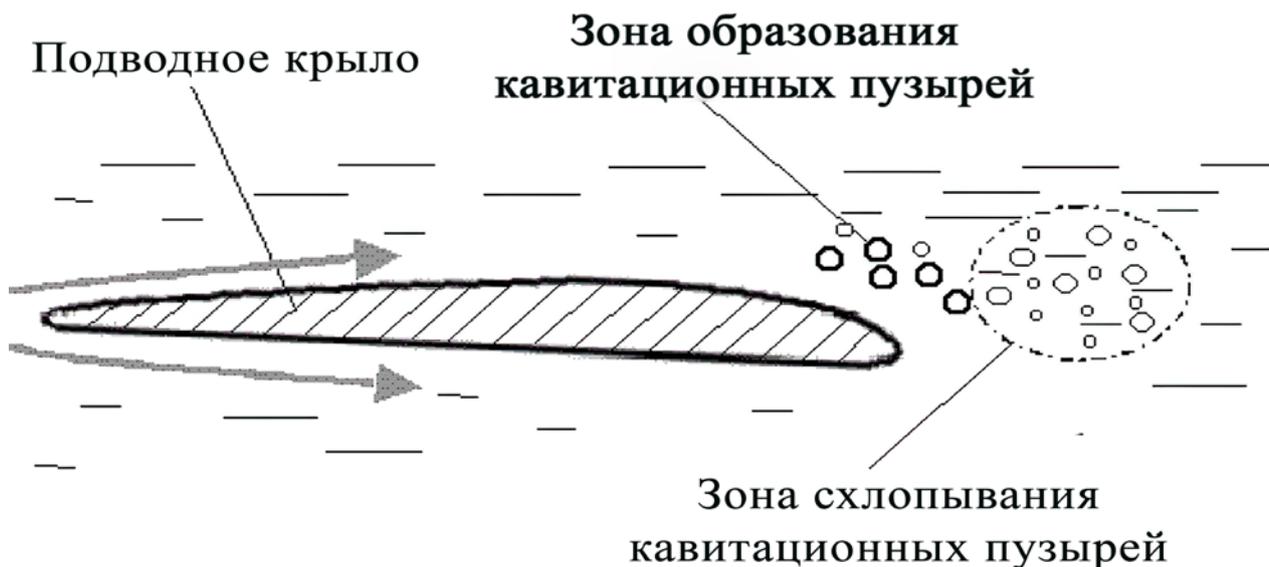


Рисунок 6.17.

Пример 11. Можно изменить форму крыла, так, чтобы оно само создавало воздушную каверну. Это осуществляется за счет создания суперкавитации. Передняя часть крыла делается тупой. Возникает удар, который разбивает поток воды, и он как бы обходит крыло (рис. 6.18).

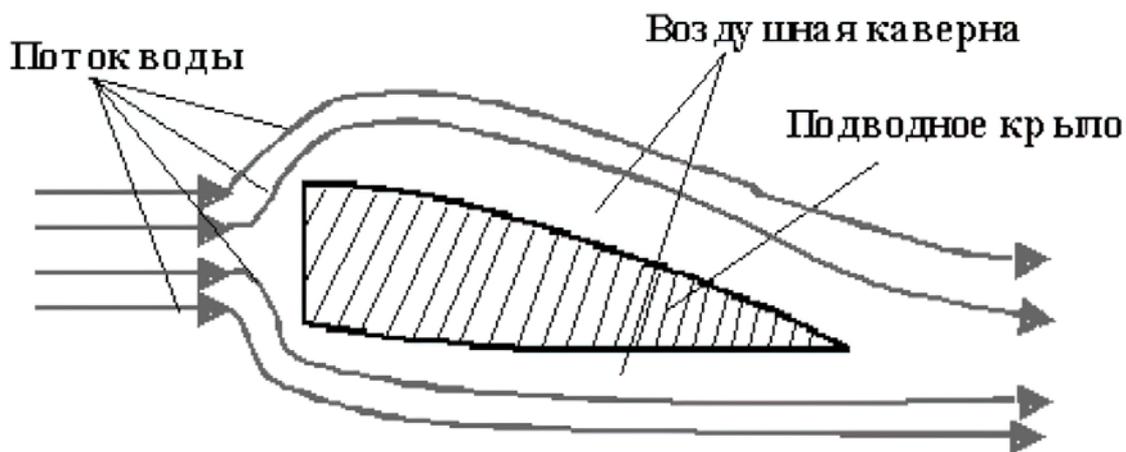


Рисунок 6.18.

Пример 12. Такое же решение применяется в быстро идущих торпедах (рис. 6.19). Они делаются "тупорылыми" или к ним на нос приделывается специальная "тарелка", которая создает суперкавитацию и вода как бы расступается.

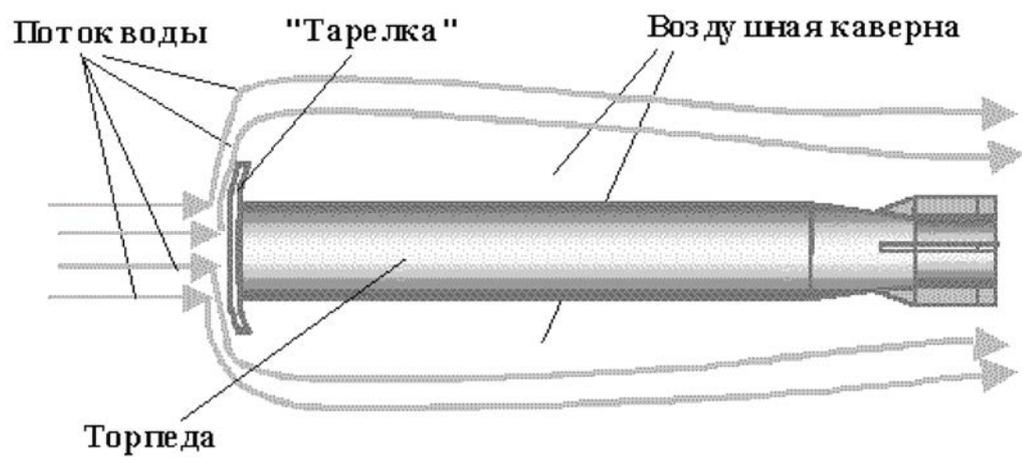


Рисунок 6.19.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Альтшуллер, Г. С. Алгоритм изобретения [Текст] / Г.С. Альтшуллер. – М.: Московский Рабочий, 1973. – 296с.
2. Гин, А. А. Теория решения изобретательских задач: учебное пособие I уровня [Текст] / А. А. Гин, А. В. Кудрявцев, В. Ю. Бубенцов, А. Серединский. – М.: КТК Галактика, 2017. – 89 с.
3. Теория решения изобретательских задач (ТРИЗ) [Текст] : курс лекций / В. С. Черняк, О. В. Колосова, Е. А. Золотова. – СПб.: Политехнический университет, 2019.
4. Алексеев, Г. В. Основы защиты интеллектуальной собственности [Текст] : учебное пособие. / Г. В. Алексеев, М. И. Боровков, М. И. Дмитриченко, А. А. Тыртышный. – СПб.: Интермедия, 2012. – 265 с.
5. Колосова, О. В. Методы системного анализа и синтеза, лекции ТРИЗ [Текст] / О. В. Колосова. – СПб.: Политехнический университет, 2020.
6. Петров, В. М. Основы ТРИЗ. Теория решения изобретательских задач [Текст] / В. М. Петров. – изд. 2-е, исправл. и доп.. – СПб. 2019.
7. Петров Н. И. Рубежи внедрения. Серия „Техника” – 1985. № 1.– С. 46 – 52
Электронные ресурсы
8. [Электронный ресурс] – URL: <https://altshuller.ru/11> (дата обращения: 5.05.21).
9. [Электронный ресурс] – URL: <https://METODOLOG.RU>. (дата обращения: 5.05.21).
10. [Электронный ресурс] – URL: <https://vikent.ru/enc//6962/> (дата обращения: 5.05.21).
11. [Электронный ресурс] – URL: <https://ru.wikipedia.org> (дата обращения: 5.05.21).
12. [Электронный ресурс] – URL: <https://vikent.ru/> (дата обращения: 5.05.21).

40 приемов устранения технических противоречий



сайт на корейском <http://www.qmeinno.com> Сайт на русском www.triz-solver.com

Альбом А. Селюцкого.

Электронное издание QM&E Innovation

Альбом был создан по материалам примеров А.Селюцкого. Фамилия художника иллюстратора, конструктора на одном из предприятий г.Петрозаводска не сохранилась. Предположительно, умер в 2001ом году. А Селюцкий в 2019ом находится в добром здравии, проживает там же.

Примеры в альбоме **не совпадают** с примерами на сайте фонда Альтшуллера, но они были им одобрены.

Ссылка на источник : издание В.Титова на сайте WWW.SERENDIP.NAROD.RU

40 приёмов по ГСА библиографическая редкость "Альбом А. Селюцкого"

https://word-view.officeapps.live.com/ww/WordViewer/request.pdf?WOPIsrc=https%3A%2F%2Fms%2Eattachmail%2Eru%2Fwopi-view%2Ffiles%2FzcxwSBgEFBh3M2UevSUjNpadqwrKMYUWtq5KQ8HQ3nL&access_token=qMN5sKn8vLcAXvVQFgvdKqYr2bFH3kMvWbqtdnKuPZe7MmyWmGP63&access_token_id=1500545383000&size=4ZKRXGOKgWdY4hpZWt%2FAIkeO82%2BvTmP%2FQVeb88%2D&type=#8a548372-67e3-411e-b0a0-3252244eaa45&build=18.0.8417.3701&wacclustere=HK1



Слева А.Селюцкий, справа Г.Альтшуллер
<https://create.me/AboutProject/MastersGallery>

Альбом Селюцкого на ФБ

- https://www.facebook.com/yury.danilovsky/media_set?set=a.2594686890549240&type=3&uploaded=88
- Альбом был создан по материалам примеров А.Селюцкого. Фамилия художника иллюстратора, конструктора на одном из предприятий г.Петрозаводска не сохранилась. Предположительно, умер в 2001ом году. А Селюцкий в 2019ом находится в добром здравии, проживает там же.
Примеры в альбоме не совпадают с примерами на сайте фонда Альтшуллера, но они были им одобрены.
можно сравнить с первоисточником <https://www.altshuller.ru/triz/technique1.asp>.
Альбомов, подобных публикуемому, издано в культуре нашей компании пока что 6, на выходе ещё 4 https://vk.com/photo4222562_456240504
- 8 минутный фильм «Что такое программа 40 плюс»
- <https://www.youtube.com/watch?v=RDqgf5Qgjow&feature=youtu.be>
- Альбом компании QM&E Innovation, в котором для каждого приёма выявлены дополнения по материалам выполненных проектов <https://www.youtube.com/watch?v=loa0QT9wlll&feature=youtu.be>

1. ПРИНЦИП ДРОБЛЕНИЯ

а) Разделить объект на независимые части

б) Выполнить объект разборным

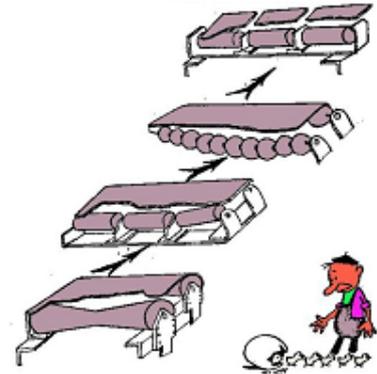
в) Увеличить степень дробления (измельчения) объекта

Поворотный участок газохода большого сечения (например, для котельных агрегатов) для равномерного распределения газового потока разделяют на несколько рукавов малого сечения



Светофор, стойка которого с целью быстрого опускания и поднятия выполнена из составных шарнирно соединенных между собой элементов, фиксируемых относительно друг друга пальцем

Развитие роликовых конвейеров



2. ПРИНЦИП ВЫНЕСЕНИЯ

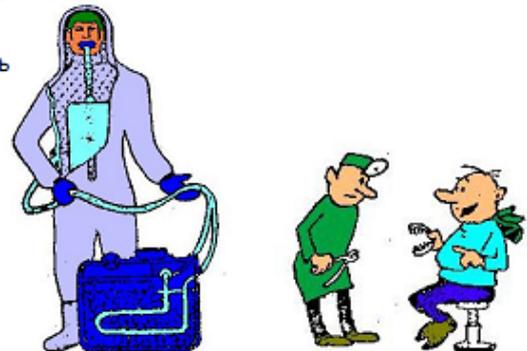
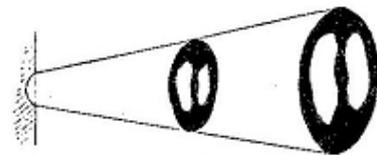
Отделить от объекта «мешающую» часть (мешающее свойство) или, наоборот, выделить единственную нужную часть (нужное свойство).

Вместо того, чтобы поднимать на аэростате все осветительные устройства, поднимают только пленочный отражатель, а прожектор остаются внизу

При рентгенографии легких поток лучей обычно затрагивал и другие части грудной клетки. Диафрагма выделяет из потока лучей только ту часть, которая соответствует форме легких.



Раньше горноспасатель носил ранец с холодильным устройством. Теперь этот ранец помещен в отдельный контейнер, который при работе можно поставить на пол.



«Нижний слева побаливает»

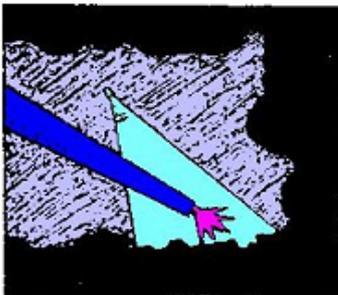
3. ПРИНЦИП МЕСТНОГО КАЧЕСТВА

а) Перейти от однородной структуры объекта (или внешней среды, внешнего воздействия) к неоднородной.

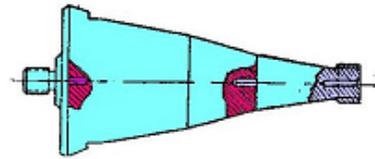
б) Разные части объекта должны иметь разные функции.

в) Каждая часть объекта должна находиться в условиях, наиболее соответствующих ее работе

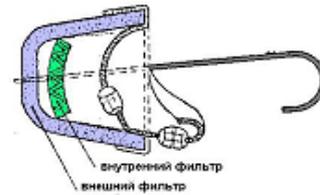
Способ подавления пыли в горных выработках. Вместо однородного потока воды – поток с определенной структурой: вокруг конуса тонкодиспергированной воды создают слой грубодисперсной воды, что исключает опасность туманообразования



Противопылевой респиратор. Фильтрующая часть выполнена из двух пористых оболочек. Внешняя имеет более грубые поры и служит для предварительной очистки. Внутренняя оболочка с мелкими порами предназначена для окончательной тонкой очистки.



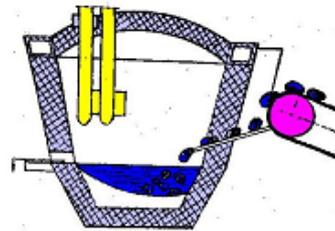
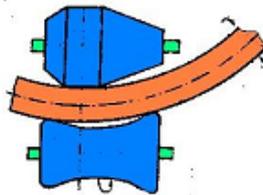
Устройство для ультразвуковой обработки отверстий. Для уменьшения нагрева средняя часть выполнена из теплопроводного материала. А концевые части для уменьшения износа выполнены из износостойкого материала



4. ПРИНЦИП АСИММЕТРИИ

Перейти от симметричной формы объекта к асимметричной

Машина для правки круглого проката, отличающаяся тем, что валки выполнены асимметричными относительно поперечной оси сечения с укороченным крайним участком со стороны входа и удлиненным – со стороны выхода.



Дуговая печь выполнена асимметричной, благодаря чему созданы условия для непрерывной загрузки шихты.

Винтовые барабаны снегохода установлены «косо», что заметно увеличивает их сцепление со снегом

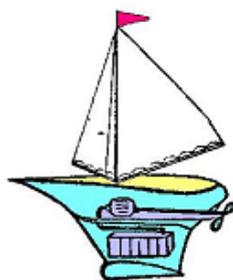
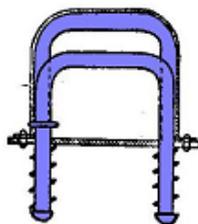


6. ПРИНЦИП УНИВЕРСАЛЬНОСТИ

Объект выполняет несколько разных функций, благодаря чему отпадает необходимость в других объектах.



Шляпа - сумка



Утюг - ручка

Ручка для портфеля одновременно может использоваться в качестве эспандера.

Вместо сплошного тяжелого кия судну придает устойчивость легкий пустотелый киль, внутри которого размещены электрические аккумуляторы. Когда яхта идет под парусом с большой скоростью, гребной винт работает как турбина и заряжает аккумулятор. В штиль аккумулятор приводит в действие электромотор.

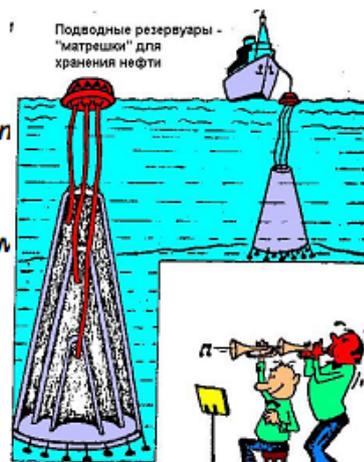
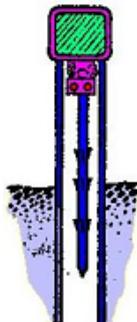


7. ПРИНЦИП «МАТРЕШКИ»

а) Один объект размещен внутри другого объекта, который, в свою очередь, находится внутри третьего, и т.д.

б) Один объект проходит сквозь полость в другом объекте.

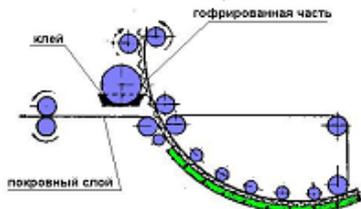
Чтобы погрузить в грунт пустотелую железобетонную сваю, внутри сваи устанавливают вибратор.



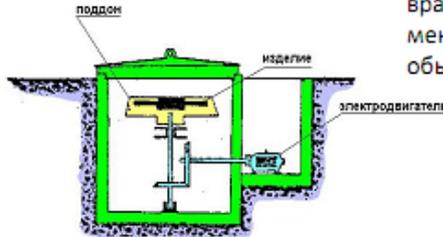
Ультразвуковой концентратор выполнен в виде «матрешки», что позволяет уменьшить его длину.

9. ПРИНЦИП ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ

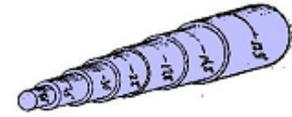
Заранее придать объекту изменения, противоположные недопустимым или нежелательным рабочим изменениям



При изготовлении гофрированного картона гофрированная часть изгибают в сторону, противоположную приклеиваемому покрывному материалу. При высыхании покрывного материала из-за его усадки картон принимает плоскую форму.



Застывающее изделие вращают. При этом в нем возникают сжимающие напряжения, как в предварительно напряженном железобетоне. Благодаря этому изделия выдерживает большие растягивающие усилия.



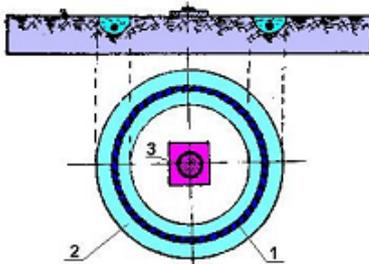
В составном вале трубы предварительно закручивают в направлении, обратном вращению. Такой вал весит вдвое меньше обычного при той же прочности.



10. ПРИНЦИП ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ИСПОЛНЕНИЯ

- а) Заранее выполнить требуемое изменение объекта (полностью или хотя бы частично).
б) Заранее расставить объекты так. Чтобы они могли вступить в действие без затрат времени на их доставку и с наиболее удобного места.*

- 1 - детонирующий шнур
2 - лоток или канава с водой
3 - основной заряд



При открытых взрывных работах одновременно с подрывом заряда создают тоже взрывным способом - водяную завесу. Предложено создавать эту завесу на 0,1-0,2 секунды раньше основного взрыва, что увеличивает эффективность завесы.



Дерево окрашивают до того, как его спилить. Это позволяет получить красивую окраску внутренних слоев.



Способ снятия гипсовых повязок. Пилку помещают в полиэтиленовую трубку и загипсовывают при наложении повязки. Благодаря этому распиливать гипс можно от тела во внешнюю сторону, не рискуя повредить ногу.



11. ПРИНЦИП «ЗАРАНЕЕ ПОДЛОЖЕННОЙ ПОДУШКИ»

Компенсировать относительно невысокую надежность объекта заранее подготовленными аварийными средствами.

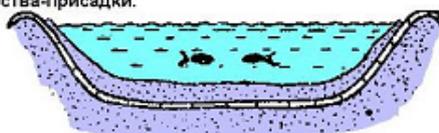
На крутых поворотах в целях безопасности ставят использованные автомобильные покрышки.



На одну из страниц книги наклеена магнитная пластинка. В кассе пластинку размагничивают. Если покупатель не заплатил за книгу, на выходе срабатывает сигнализатор.



В ядовитые химические вещества заранее - еще при изготовлении - добавляют лекарства-присадки.

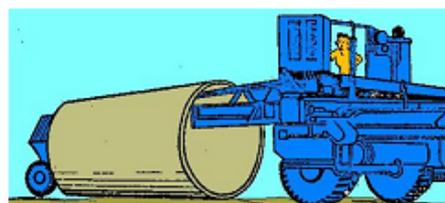


Для предотвращения фильтрации воды на дне строящегося водохранилища укладывают полиэтиленовую пленку



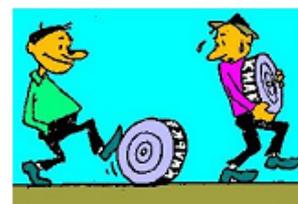
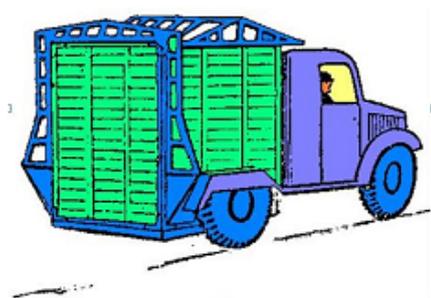
12. ПРИНЦИП ЭКВИПОТЕНЦИАЛЬНОСТИ

Изменить условия работы так, чтобы не приходилось поднимать или опускать объект.



Контейнер не грузится в кузов, а слегка приподнимается гидроприводом и устанавливается на опорную скобу.

Машина для перевозки крупногабаритных железобетонных труб. Трубу не нужно грузить краном, трубовоз «пролезает» внутрь секции трубы, чуть-чуть приподнимает ее домкратами и в таком положении перевозит



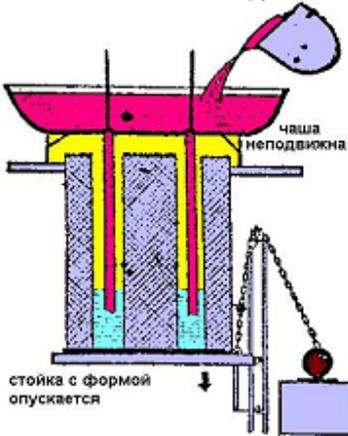
13. ПРИНЦИП «НАОБОРОТ»

а) Вместо действия, диктуемого условиями задачи, осуществить обратное действие (например, не охлаждать объект, а нагревать).

б) Сделать движущуюся часть объекта (или внешней среды) неподвижной, а неподвижную – движущиеся.

в) Перевернуть объект «вверх ногами».

Отливка крупногабаритных тонкостенных деталей. При отливке форма движется, а чаша остается неподвижной



Радиационная горелка расположена над сковородой. Обогрев идет вдвое быстрее: сверху - от горелки, снизу - от металла сковороды. Переворачивать котлеты не надо!



Устройство для тренировки пловцов. Пловец остается на месте, движется вода.

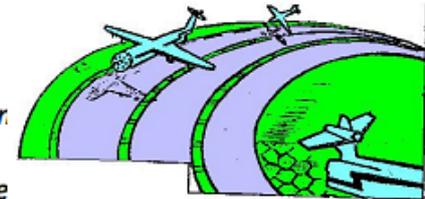


Вот теперь Вы стоите правильно!

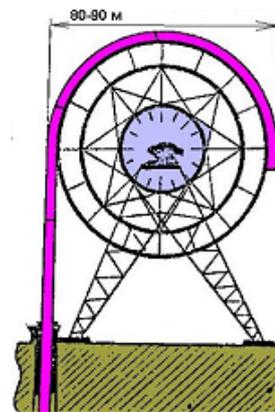
14. ПРИНЦИП СФЕРОИДАЛЬНОСТИ

а) Перейти от прямолинейных частей объекта криволинейным, от плоских поверхностей к сферическим, от частей, выполненных в виде или параллелепипеда, к шаровым конструкциям.

б) Использовать ролики, шарики, спирали.



Плуг на роликовом ходу. Вместо скользящих пластин плуг имеет ролики. Таким плугом можно пахать вдвое быстрее.



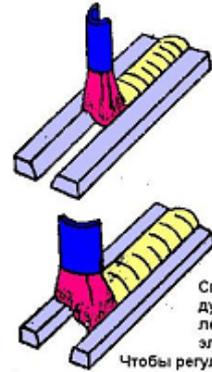
Проект бурового колеса. Такое колесо позволяет поднимать бурильную колонну не разворачивая, за счет изгиба труб. скорость спуско-подъемных операций увеличивается в 6 раз.

Проект кольцевого аэродрома. Площадь сокращается в двое. Взлетная дорожка приобретает новое свойство: она теперь кончается.



15. ПРИНЦИП ДИНАМИЧНОСТИ

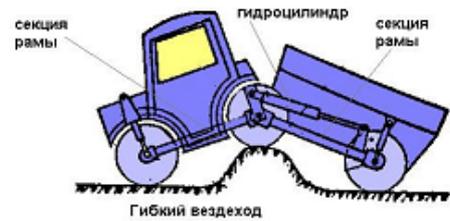
- а) изменить характеристики объекта (или внешней среды) так, чтобы они были оптимальными на каждом этапе работы.*
- б) Разделить объект на части, способные перемещаться относительно друг друга.*



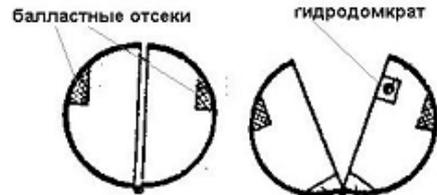
Способ дуговой сварки ленточным электродом. Чтобы регулировать форму и размеры сварочной ванны, изгиб электрода меняют в процессе работы.



Вращающаяся юбка для танцевальных трюков



Гибкий вездеход

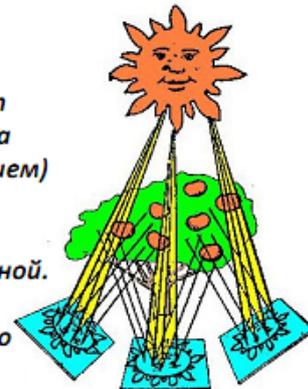


Подводное транспортное судно, состоящее из двух раскрывающихся частей

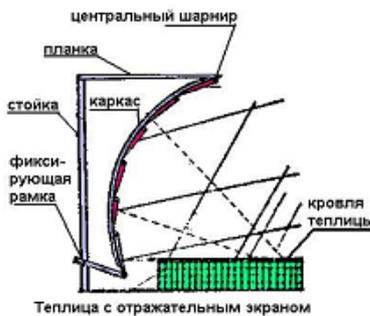


17. ПРИНЦИП ПЕРЕХОДА В ДРУГОЕ ИЗМЕРЕНИЕ

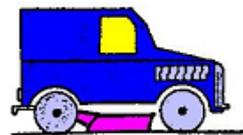
- а) Трудности, связанные с движением (или размещением) объекта по линии устраняются, если объект приобретает возможность перемещаться в двух измерениях (то-есть на плоскости); задачи, связанные с движением (или размещением) объектов в одной плоскости, упрощаются при переходе к пространству трех измерений.*
- б) многоэтажная компоновка объектов вместо одноэтажной.*
- в) использование обратной стороны данной площади.*
- г) использование световых потоков, падающих на соседнюю площадь или обратную сторону имеющейся площади.*



Светоотражательные щиты под деревьями



Теплица с отражательным экраном



Устройство для выравнивания льда катков расположено под автомобилем

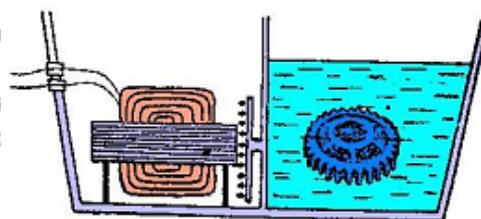


Вертикальное хранение бревен



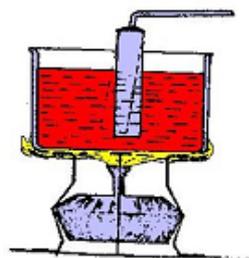
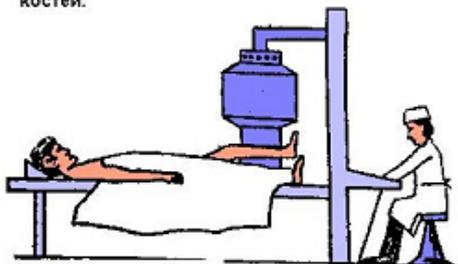
18. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ

- а) Привести объект в колебательное движение
 б) если такое движение уже совершается, увеличивать его частоту (вплоть до ультразвука)
 в) Применить вместо механических вибраторов пьезовибраторы.
 г) использовать ультразвуковые колебания в сочетании с электромагнитным полем.



Детали очищают, сообщая раствору, в котором находится деталь, ультразвуковые колебания.

Применение ультразвуковой сварки костей при переломах костей, при пластических операциях на костях и при заболеваниях костей.



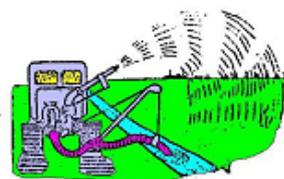
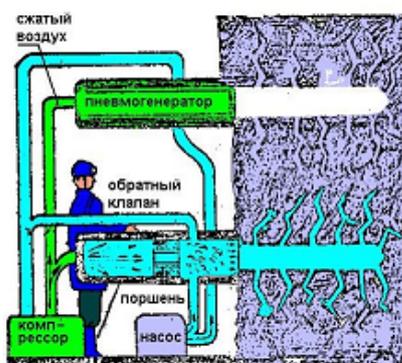
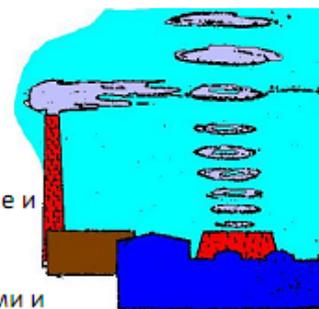
Для ускорения варки варенья в его массе создают турбулентное движение и используют низкочастотные акустические колебания.



19. ПРИНЦИП ПЕРЕОДИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ

- а) Перейти от непрерывного действия к периодическому (импульсному).
 б) Если действие уже осуществляется периодически, изменить периодичность.

Вместо высоких труб – короткие и широкие, работающие в импульсном режиме. Дым выходит кольцами и поднимается на высоту до 3000 м (у обычных труб – только 700-800 м.)



Импульсный дождеватель подает воду в виде капель. При непрерывной (струйной) подаче воды разрушается структура почвы.



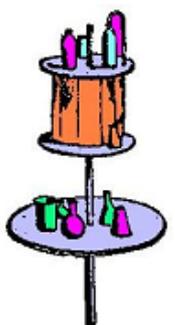
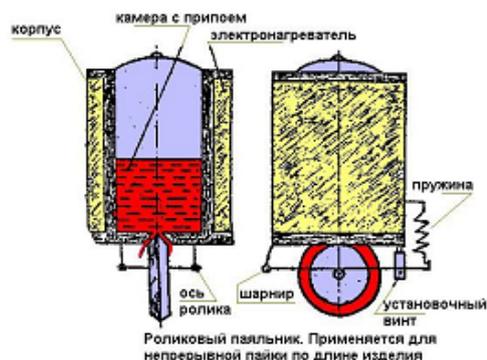
20. ПРИНЦИП НЕПРЕРЫВНОСТИ ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСВИЯ

а) Вести работу непрерывно (все части объекта

должны все время работать с полной нагрузкой).

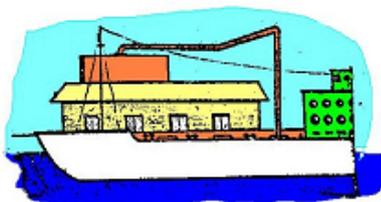
б) Устранить холостые и промежуточные ходы.

в) Перейти от возвратно-поступательного движения к вращательному.



Вращающийся лабораторный стол

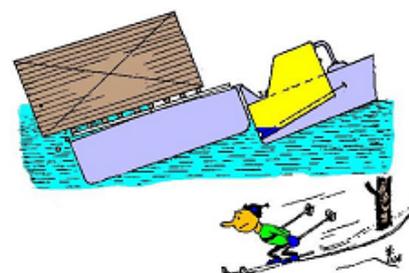
Чтобы избежать холостых пробегов нефтеналивных судов, на обратном пути после очистки танков их используют для транспортировки сахара-сырца.



21. ПРИНЦИП ДРОБЛЕНИЯ

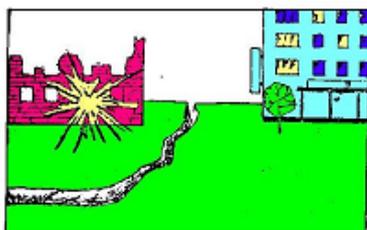
Преодолевать вредные или опасные стадии процесса на большой скорости.

Чтобы разгрузить лесовоз, приходится его сильно наклонять, а это трудно и опасно. Предложено наклон осуществлять быстро, рывком, за 5-6 секунд. Тогда уже при небольшом наклоне штабель по инерции скатывается за борт. Рывок осуществляют, быстро выпуская воду из цистерн судна-кренователя



22. ПРИНЦИП «ОБРАТИТЬ ВРЕД В ПОЛЬЗУ»

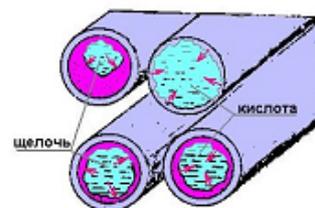
- А) Использовать вредные факторы (в частности, вредные воздействия среды) для получения положительного эффекта.**
Б) Устранить вредные факторы за счёт сложения с другим вредным фактором.
В) Усилить вредный фактор до такой степени, что бы он перестал быть вредным.



Как сносят взрывом старый дом, что бы не повредить стоящие рядом новые дома? Вырывают траншею, производят взрыв. Взрывная волна достигнув траншеи, отражается и сама себя гасит.



Способ удаления родимых пятен: красный цвет пятна компенсируют зеленым цветом вводимого под кожу пигмента.



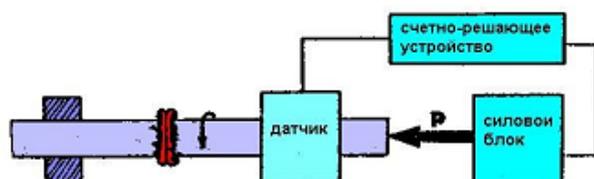
Если по трубам подавать щелочную жидкость, трубы зарастают. Если подавать кислотную жидкость, то кислота разъедает трубы. Предложено поочередно подавать по трубам то щелочную, то кислотную жидкость. В результате кислота растворит осадок, создаваемый щелочью.



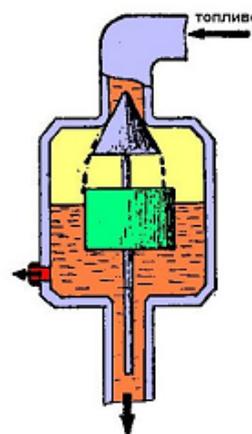
23. ПРИНЦИП ОБРАТНОЙ СВЯЗИ

- А) Ввести обратную связь**
Б) Если обратная связь уже есть, изменить ее.

Уровень топлива в карбюраторе регулируется при помощи запорного клапана, помещенного на поплавке.

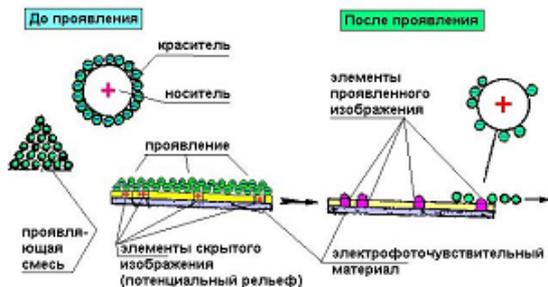


При сварке трением давление изменяют в зависимости от мгновенных значений коэффициента трения между свариваемыми поверхностями.



24. ПРИНЦИП ПОСРЕДНИКА

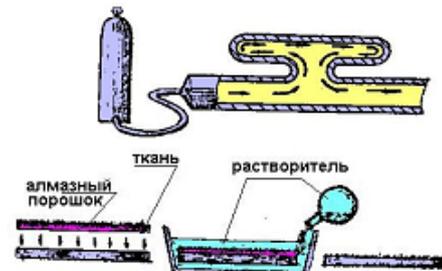
Использовать промежуточный объект - переносчик



СУХОЕ ПРОЯВЛЕНИЕ В ЭЛЕКТРОФОТОГРАФИИ.

Сухой проявитель состоит из шариков диэлектрика с положительным зарядом (носитель), поверхность которых покрыта частицами красителя с отрицательным зарядом. При проявлении частицы красителя покидают шарики под действием положительного заряда элементов скрытого изображения фотослоя.

Чтобы нанести слой консервирующего вещества на сложной внутренней поверхности, сквозь деталь продувают горячий воздух, насыщенный парами консервирующего вещества.



Чтобы изготовить однослойный алмазный круг, алмазный порошок наносят на ткань, а ткань наносят на основу круга и затем удаляют ткань, растворяя её в ацетоне.



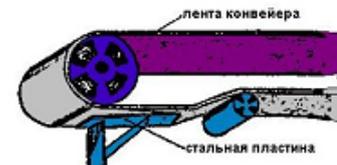
25. ПРИНЦИП САМООБСЛУЖИВАНИЯ

А) Объект должен сам себя обслуживать, выполняя вспомогательные и ремонтные операции.

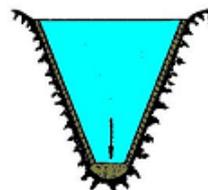
Б) Использовать отдых (энергии, вещества,...)



В баллонах акваланга – воздух, сжатый до 200 атм. Пред подачей на дыхание давление воздуха уменьшают до 3-4 атм. Предложено использовать перепад давления для привода движителя в виде гибкого плавника. Дальность плавания увеличивается в 7 раз.



Скрепки, очищающие ленточные конвейеры, быстро изнашиваются. Предложен вечный скребок: в зазор между лентой и стальной пластиной попадают частицы транспортируемого материала, они трутся о ленту, выполняя функции вечно возобновляемого скребка.

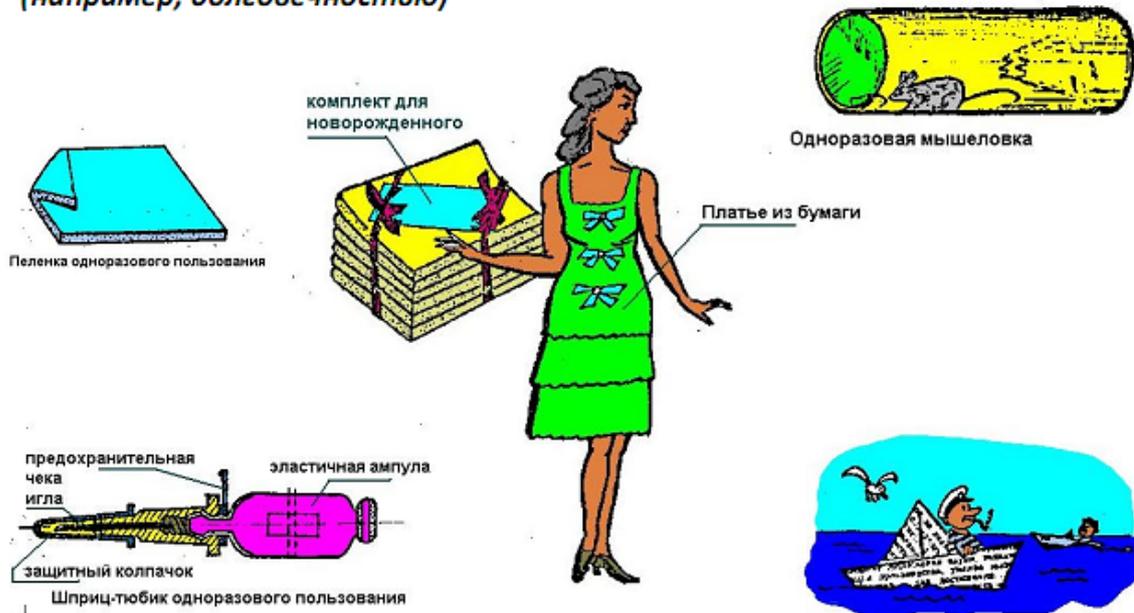


Самоуплотняющиеся плотина. Под Платиной – слой гравия. Если берега подвинутся (например, при землетрясении), клиновидное тело плотины опустится вниз, сохранив



27. ПРИНЦИП НЕДОЛГОВЕЧНОСТИ ВЗАМЕН ДОРОГОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ

Заменить дорогой объект набором дешевых объектов, поступившись при этом некоторыми качествами (например, долговечностью)



29. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПНЕВМОКОНСТРУКЦИИ И ГИДРОКОНСТРУКЦИИ

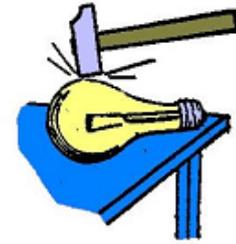
Вместо твёрдых частей объекта использовать газообразные и жидкие: Надувные и гидронаполняемые, воздушную подушку.



30. Принцип использования гибких оболочек и тонких пленок:

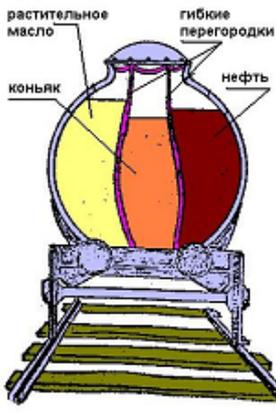
А) Вместо объемных конструкций использовать гибкие оболочки и тонкие пленки.

Б) Изолировать объекта от внешней среды с помощью гибких оболочек и тонких плёнок.



Лампа, с покрытая тонким слоем прозрачной резины, не разбивается даже при сильных ударах.

Цистерна с гибкими перегородками



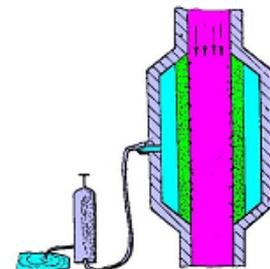
Зеркало с переменными фокусным расстоянием. За гибкой оболочкой находится полость, в которую подаётся сжатый воздух. При этом меняется кривизна оболочки.



31. ПРИМЕНЕНИЕ ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

А) Выполнить объект пористым или использовать дополнительные пористые элементы (вставки, покрытия, и т.д.)

Б) Если объект уже выполнен пористым, заполнить предварительно поры каким то веществом.



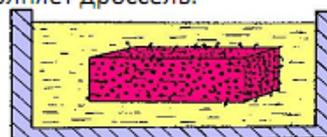
Чтобы избежать отложений твёрдых и вязких частиц на стенках сосуда, его стенки делают пористыми и через эти поры под давлением пропускают другую жидкость, смывающую частицы со стенок.

Цистерна с гибкими перегородками



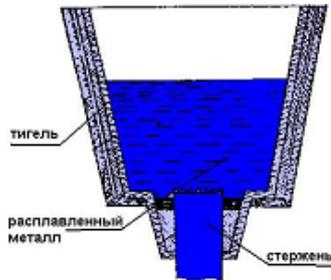
Добавки в жидкий металл вносят с помощью пористого огнеупора, пропитанного материалом добавки.

В гидростатические направляющие масло подаётся через пористую пластину, которая выполняет дроссель.

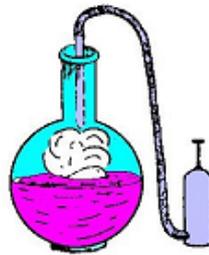


33. Принцип однородности:

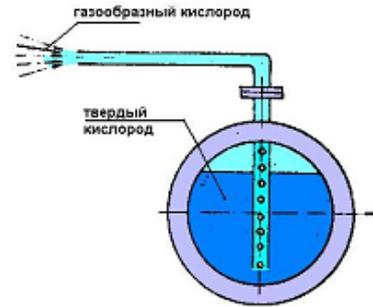
Объекты, взаимодействующие с данным объектом, должны быть сделаны из того же материала (или близкого к нему по свойствам).



Стержень вибратора, передающий расплавленному металлу ультразвуковые колебания, постепенно разрушается. Чтобы частицы стержня не загрязняли расплав, стержень делают из того же материала, что и расплав.



Способ подвода тепла в зону эндотермической реакции: вводят пары исходных продуктов, которые конденсируясь выделяют тепло, необходимое для реакции.



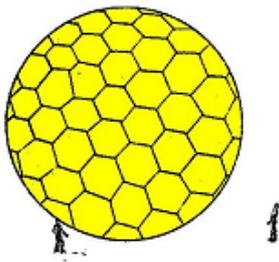
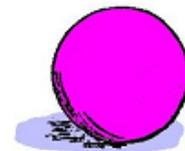
Способ плавления криогенного вещества нагретым паром того же вещества.



34. ПРИНЦИП ОТБРОСА ИЛИ РЕГЕНЕРАЦИИ ЧАСТЕЙ

А) Выполнившая своё назначение или ставшая ненужной часть объекта должна быть отброшена (растворена, испарена, и т.п.)

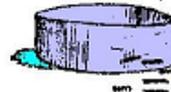
Б) Расходуемые части объекта должны восстанавливаться непосредственно в ходе работы



Спутник связи из проволоки. После вывода на орбиту включается устройство, надувающего шар. Принимая сферическую форму, шар расправляет проволочную сетку антенну. Солнечные лучи разрушают поверхность шара и в космосе остается только антенна, предназначенная для отражения посылаемых с земли радиоволн.



Саморазрушающаяся бутылка сделана из пластмассы, разлагающейся под воздействием солнечных лучей и кислот, содержащихся в грунте.



Способ изготовления резиновых шаров: изготавливают формы из смеси мела с водой, вулканизируют на этой форме резиновую оболочку, а потом растворяют форму и удаляют ее.

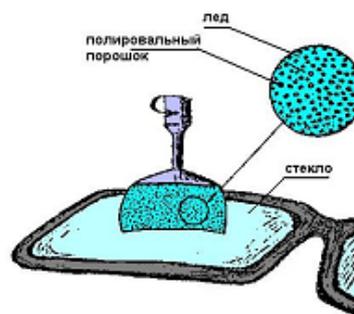
Микро пружины изготавливают, навивая проволоку на отправку, которую потом удаляют, погружая в состав, растворяющий материал оправки.



36. ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕКТА

Использовать явление, возникающие при фазовых переходах, например, изменение объема, выделение или поглощение тепла, и т.д.

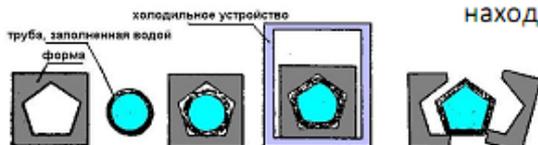
Испарение части слоев оболочки космического аппарата предотвращает его перегрев при прохождении атмосферы.



Чтобы полировать оптические стекла, изготавливают суспензию из воды и полировального порошка и замораживают в форме, которая имеет обрабатываемая поверхность.



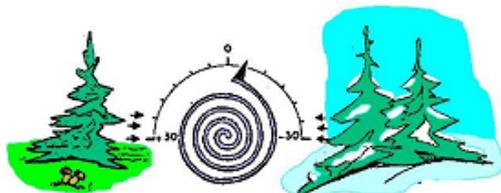
Формование металлических поверхностей путем замораживания находящиеся под давлением воды



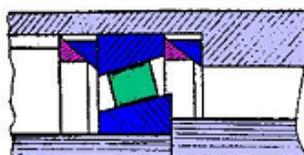
37. ПРИМЕНЕНИЕ ТЕРМИЧЕСКОГО РАСШИРЕНИЯ

А) Использовать термическое расширение (или сжатие) материалов.

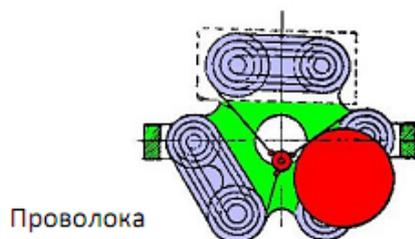
Б) Если термическое расширение уже используется, применить несколько материалов с разными коэффициентами термического расширения.



Применение биметаллической пластины в качестве термометра.

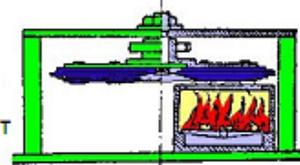


Зазор в подшипниках при термическом расширении компенсируют при помощи колец из разных металлов с коническими.



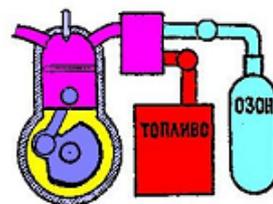
Проволока

Тепловой двигатель. Движение осуществляется за счёт термического расширения и сжатия проволоки.

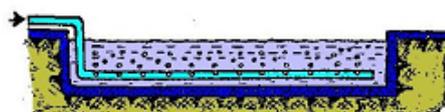


38. ПРИМЕНЕНИЕ СИЛЬНЫХ ОКИСЛИТЕЛЕЙ

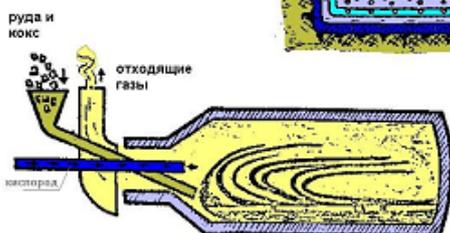
- А) Заменить обычный воздух обогащённым.
- Б) Заменить обогащённый воздух кислородом.
- В) Воздействовать на воздух или кислород ионизирующим излучением.
- Г) Использовать озонированный кислород.
- Д) Заменить озонированный (или ионизированный) кислород озоном.



Для интенсификации действия бактерий в очистных водоемах через сточные воды продувают воздух.



Для более полного окисления в двигателях внутреннего сгорания подводных лодок в качестве окислителя используется озон.

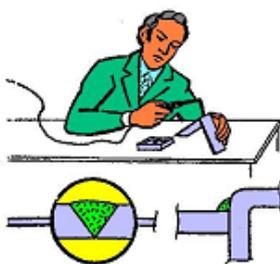


Для прямого получения чугуна из руды в печь подаётся чистый кислород.

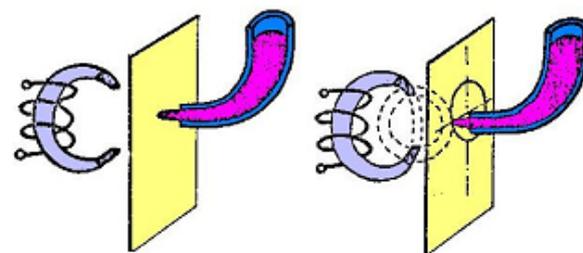
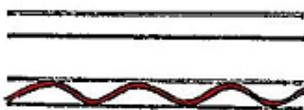


40. ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Перейти от однородных материалов к композиционным



Композиция из тонкой гофрированной бумаги, склеенной с картоном, позволяет изготавливать прочную упаковку.



Для усиления припоя в холодном состоянии подмешивают волоски из тугоплавкого металла, которые, частично сплавляясь с металлом, играют роль арматуры.

Изображение наносят с помощью магнитных чернил (смесь краски и ферромагнитного порошка), на которые воздействуют магнитным полем.



Глоссарий к теме «Основные понятия ТРИЗ»

**«Глоссарий ТРИЗ» подготовлен коллективом специалистов по ТРИЗ: Рубин М., Курьян А, Рубина Н., Щедрин Н., Экардт О. При составлении «Глоссария ТРИЗ» были использованы публикации Альтшуллера Г.С., материалы проекта «Онтология ТРИЗ», Глоссарий Сушкова В. и другие источники материалов по ТРИЗ, а также словари и энциклопедии.*

Альтшуллер Генрих Саулович. Основоположник ТРИЗ, писатель-фантаст Генрих Альтов. Родился 15.10.1926, умер 24.09.1998. Жил в Баку, с 1990 года жил в Петрозаводске. Автор всех основных инструментов ТРИЗ, автор ТРТЛ и курса РТВ. Создатель движения ТРИЗ в мире, первый президент Международной Ассоциации ТРИЗ (Москва).

Теория решения изобретательских задач (ТРИЗ) – это область знаний о законах и тенденциях развития технических систем, методах и инструментах прогнозирования, выявления, анализа и решения противоречий развития систем. В основе ТРИЗ лежат законы диалектики, используется эволюционный, системный, функциональный, модельный и другие фундаментальные научные подходы. Модель ТРИЗ включает в себя связи моделей изобретательских задач с моделями их решения, а также модели систем с моделями их развития.

ТРИЗ-анализ – это комплексный метод анализа систем методами ТРИЗ с целью выявления и решения задач в рассматриваемой системе (система КАК ЕСТЬ). Особенностью ТРИЗ-анализа является то, что в начале исследования могут быть не сформулированы или не верно сформулированы исходные задачи. В комплекс ТРИЗ-анализа входят методы формирования моделей системы КАК ЕСТЬ (функциональный, вепольные и другие виды анализа) и преобразования их в модели системы КАК НАДО (методы разрешения противоречий, АРИЗ, линии развития и др.) для разработки концепций развития системы. Особенностью ТРИЗ-анализа является комплексный, многоаспектный и системный подход к рассмотрению систем: технический, экономический, управленческий, социально-психологический, с учетом системных переходов и прогнозирования.

Анализ вепольный. Вепольный анализ – это метод ТРИЗ по формированию модели материальной системы (модель системы КАК ЕСТЬ) и преобразованию ее в модель материальной системы КАК НАДО с использованием вепольных схем и вепольных преобразований (анализ вещественно-полевых структур при синтезе и преобразовании материальных систем). При этом модель системы КАК ЕСТЬ может содержать модель задачи в вепольной форме, а модель системы КАК НАДО может содержать модель решения этой задачи.

АРИЗ и его модификации. «Алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ) – комплексная программа алгоритмического типа, основанная на законах развития технических систем и предназначенная для анализа и решения изобретательских задач». АРИЗ относится к комплексным методам с инструментами перехода от системы КАК ЕСТЬ к моделям системы КАК ЕСТЬ, затем происходит переход моделей системы КАК ЕСТЬ к моделям

системы КАК НАДО и далее применяются инструменты перехода к системе КАК НАДО. Логика АРИЗ отражается в логике Модели ТРИЗ и соответствует компонентам изобретательского мышления: *анализ – синтез – оценка*.

Комплекс АРИЗ содержит: модели системы и их изменения, правила преобразования моделей, методические примечания, ссылки на информационные фонды, инструменты борьбы с психологической инерцией, инструменты анализа и развития найденных решений. Некоторые шаги АРИЗ могут выполняться циклически по несколько раз. С 1956 года было разработано более 20 модификаций АРИЗ с постоянным увеличением уровня изобретательского потенциала этого комплекса инструментов ТРИЗ.

Вепольная формула (или вепольная схема) – это символическая запись модели задачи в вепольном виде или вепольных преобразований, используется при описании стандартов на решение изобретательских задач, при описании схем типичных конфликтов, в вепольных преобразованиях и при описании физических и иных явлений и эффектов.

Веполь следует отличать от вепольной формулы того, что дано по условиям задачи. Вепольная формула может быть меньше или больше веполя (дано одно вещество, дан неполный веполь, дан сложный веполь).

Вещественно-полевые ресурсы (ВПР). Это поля, вещества, время, пространство, нейтральные или вредные функции и взаимоотношения, которые доступны в системе, надсистеме, подсистеме и могут быть использованы для реализации полезных функций. Для реализации полезных функций могут использоваться и производные ресурсы, которые формируются с помощью преобразования или объединения исходных ресурсов. Универсальным ресурсом являются *пустота и периоды* (паузы) во времени.

При решении противоречий в зависимости от близости к оперативной зоне выделяют ресурсы внутрисистемные (ресурсы изделия и инструмента в ОЗ), надсистемные и внешнесистемные.

1. Внутрисистемные ВПР:

- а) ВПР инструмента;
- б) ВПР изделия.

2. Внешнесистемные ВПР:

- 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, гравитационное, магнитное поле Земли.

3. Надсистемные ВПР:

- а) отходы посторонней системы (если такая система доступна по условиям задачи);
- б) «копеечные» – очень дешевые посторонние элементы, стоимостью которых можно пренебречь.

В нематериальных системах соответственно могут выделяться и анализироваться не материальные ресурсы (информационные, финансовые, политические, мотивационные, эмоциональные и др.

Вещество в ТРИЗ – это любая материальная система, рассматриваемая как единый элемент. Вещество – это материальный элемент системы. Под "веществом" в ТРИЗ понимают не только физическое или химическое вещество, но и технические системы или их части, а иногда и внешнюю среду.

Диверсионный анализ используют в ТРИЗ для анализа ситуаций и постановки задач. Главная идея диверсионного анализа состоит в том, чтобы вместо решения проблемы, ставить вопрос о том, как можно создать наблюдаемую или гипотетическую проблему.

Выделяют два направления применения диверсионного анализа в ТРИЗ:

1) Как объяснить возникновение того или иного явления. Для этого ставится задача: как создать это явление (дефект), используя только имеющиеся ресурсы системы;

2) Ставится задача о том, как можно было бы испортить систему. Это можно делать, последовательно обращая все полезные функции системы на противоположные. Диверсионный анализ может также применяться вместо или наравне с причинно-следственным анализом в тех случаях, когда недостаточно достоверной информации для построения причинно-следственных цепочек. В этом случае гипотезы, сформулированные в ходе диверсионного анализа, могут помочь найти недостающую информацию.

Закон развития технических систем (ЗРТС) – это объективный закон, в котором описано устойчивое направление эволюции технической системы, обеспечивающее повышение ее конкурентоспособности на уровне системного филогенеза. Законы развития технических систем построены на основе обобщения большого количества информации о развитии технических систем в различных отраслях, в том числе на основе патентных фондов. На основе ЗРТС формулируются линии развития технических систем, разрабатываются методики анализа развития технических систем и прогнозирования их развития. Законы развития технических систем объединяются в комплексы (системы законов).

Альтшуллер Г. С. выделил 3 группы законов по 3 закона в каждой группе. Иерархическая структура ЗРТС строится на основе верховенства закона *увеличения степени идеальности системы*: развитие всех систем идет в направлении увеличения степени идеальности (увеличения полезных функций при уменьшении затрат и вредных функций). Инструменты ТРИЗ, направленные на развитие технических систем и на решение изобретательских задач, опираются на ЗРТС и на линии развития систем, например, противоречия требований и приемы их разрешения, ИКР, веполи, стандарты и т.д.

Идеальная система – это система, которой нет, а ее функция выполняется. В систему законов развития технических систем входит закон *увеличения степени идеальности системы*, как задающий основной потенциал и направление развития системы.

Для разрешения противоречий и движения в сторону эффективного развития систем используют различные формулировки **идеального конечного результата (ИКР)**.

Идеальный конечный результат (ИКР) – это один из ключевых инструментов ТРИЗ, формирующий идеальный образ разрешения противоречия требований и образ будущей системы КАК НАДО. Отличительная особенность ИКР в ТРИЗ – его «бесплатность», когда результат достигается без лишних затрат энергии, материалов, времени. «Изобретательское мышление по ТРИЗ должно быть ориентировано на идеальное решение: *«Есть вредный фактор, с которым надо бороться. Идеально, чтобы этот фактор исчез сам по себе. Пусть сам себя устраняет. Впрочем, его можно устранить, сложив с другим вредным фактором. Нет, пожалуй, самое идеальное – пусть вредный фактор начнет приносить пользу...Г.С. Альтшуллер»*»

Для формулировки ИКР используется несколько шаблонов: **Функциональный ИКР:** Элемент из системы (описать) САМ должен (описать действие), чтобы (описать) при ограничениях (описать). **Ресурсный ИКР:** X-элемент (из ресурсов системы), абсолютно не усложняя систему и не вызывая вредных явлений САМ (указать требуемое действие) в течение оперативного времени ОВ (указать) в пределах оперативной зоны ОЗ (указать), сохраняя (указать полезное действие или ограничения). **ИКР свойств:** Оперативная зона (указать) в течение оперативного времени (указать) должна САМА обеспечивать (указать противоположные свойства).

Применение ИКР – это инструмент реализации закона увеличения степени идеальности систем и приближения к идеальной машине: машины нет, а ее функция выполняется.

Инновация – внедрённое или внедряемое экономически обоснованное новшество, обеспечивающее повышение эффективности процессов и (или) улучшение качества продукции, востребованное рынком. Вместе с тем, для своего внедрения инновация должна соответствовать актуальным социально-экономическим и культурным потребностям.

Информационные фонды. Группа инструментов ТРИЗ и базы данных, предназначенная в первую очередь для решения изобретательских задач и формирования модели системы КАК НАДО и системы КАК НАДО. К информационным фондам ТРИЗ относятся: приемы и принципы разрешения противоречий, парные приемы разрешения противоречий, приемы фантазирования, системы стандартов на решение изобретательских задач, линии развития систем, указатели эффектов, перечень задач-аналогов, типовые поля и вещества. В 70-80-х годах XX века в информационные фонды ТРИЗ входили также различные сводные картотеки. Информационные фонды ТРИЗ входят в различные модификации АРИЗ.

Компонентно-структурный анализ – это метод анализа систем, предназначенный для перехода от системы КАК ЕСТЬ к модели системы КАК ЕСТЬ на основе выделения компонентов системы и установления связей между ними структуры взаимодействия. В результате проведения компонентно-структурного анализа формируется компонентно-структурная модель в виде таблицы взаимодействий, графы взаимодействия или иного способа визуализации этой модели. При проведении компонентного анализа

выполняется выделение элементов (операций) верхнего (первого) иерархического уровня и элементов надсистемы, с которыми взаимодействует техническая система (технологический процесс). Здесь же может быть определен состав элементов (операций) верхнего иерархического уровня, то есть элементы второго иерархического уровня. При проведении структурного анализа выявляются связи между элементами (операциями) технологического процесса и надсистемы, которые выделены при выполнении компонентного анализа. Для одной и той же системы могут быть построены разные компонентно-структурные модели в зависимости от целей анализа и их детализации. Компонентно-структурная модель системы используется для проведения функционального анализа, поиска ресурсов.”

Конфликтующая пара (конфликтующие элементы). Два (или три) элемента, между которыми возникают одновременно и полезные, и нежелательные взаимодействия: вредные, недостаточные, отсутствующие и т.д.

Макроуровень (переход на макроуровень) – это рассмотрение объектов (систем) на системно-иерархическом уровне, которые очевидно подразумевает наличие подсистем с качественно меньшими размерами. Макроуровневое рассмотрение объектов (систем) подразумевает использование для их описания макропараметры. Например, макропараметры физических, технических, экономических, социальных и иных объектов и процессов. Переход на макроуровень – это разновидность системного перехода к надсистеме и является частным случаем принципа разрешения противоречия «Системный переход». Противоречие свойства (физическое противоречие) формулируется на макроуровне (макро-ФП) и на микроуровне. Переход на макроуровень является частным случаем закона развития систем: развитие системы, достигшей своего предела, может быть продолжено на уровне надсистемы. Один из законов развития технических систем – развитие технических систем в начале идет на макроуровне, а затем переходит на микроуровень.”

Метод фокальных объектов – это метод, направленный на создание объектов с новыми свойствами. Основная идея метода – подавление психологической инерции, связанной с объектом исследования, установить его ассоциативные связи с различными случайными объектами. Метод рекомендует переносить признаки каких-то других объектов на усовершенствуемый объект, который в этом случае находится как бы в фокусе переноса. После переноса возникают необычные сочетания, которые можно развить путем свободных ассоциаций, после чего произвести отбор полезных решений.

ММЧ – моделирование маленькими человечками. Метод ММЧ – это метод моделирования маленькими человечками, метод преодоления психологической инерции в ходе решения изобретательской задачи, представляющий собой мысленный эксперимент, в ходе которого объект (или оперативная зона) представляются в виде толпы маленьких человечков, выполняющих поступающие команды.

Морфологический анализ – это метод совершенствования и создания новых систем. Сущность метода состоит в том, что в совершенствуемой

системе выделяют несколько характерных (морфологических признаков), далее по каждому признаку составляют списки альтернатив. Признаки с их различными альтернативами располагают в форме таблицы, что позволяет лучше представить поисковое поле.

Надсистема – это система, в которую входит рассматриваемая система как целостная часть (как подсистема). Закон перехода в надсистему: развитие системы, достигшей своего предела, может быть продолжено на уровне надсистемы.

Оперативная зона (ОЗ), конфликтующие элементы. Пространство, в пределах которого возникает конфликт между конфликтующей парой, а также часть элементов конфликтующей пары, непосредственно прилегающих к этому пространству. Оперативная зона является частным случаем понятия Оперативная зона параметров конфликта (ОЗПК).

Оперативное время (ОВ) – это временной интервал, в течение которого происходит конфликт между конфликтующей парой. Можно определить три временных интервала: 1) время до конфликта, 2) время конфликта, 3) время после конфликта. ОВ – 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 . "Оперативное время описывает конфликты не только для материальных, но и для нематериальных систем. Оперативное время является частным случаем понятия Оперативная зона параметров конфликта (ОЗПК)."

Приемы разрешения противоречий (изобретательский прием). Изобретательский прием – это описание способа изменения системы, ее характеристик для получения образа новой системы или для преодоления противоречий требований в системе. Приемы разрешения противоречий (изобретательские приемы) были сформулированы Г. С. Альтшуллером на основе анализа большого фонда изобретений: 40 основных приемов и 10 дополнительных. Изобретательские приемы являются примерами реализации принципов разрешения противоречий. Г. С. Альтшуллер разработал таблицу применения приемов разрешения противоречий, в которой выделены типовые конфликты требований к техническим системам и соответствующие им приемы разрешения технических противоречий. Часть приемов являются общесистемными, так как их можно применять к материальным и к нематериальным системам, а другая часть приемов может быть применена только для материальных систем

Причинно-следственный анализ (ПСА) является простым и эффективным методом анализа изобретательской ситуации с целью выявления ключевых изобретательских задач. Причинно-следственный анализ – это анализ системы, предназначенный для выявления ключевых причин, приводящих к возникновению нежелательных эффектов в системе, расследование по нахождению «виновных» причин (недостатков) в возникновении нежелательных эффектов в системе. Причинно-следственный анализ выполняют:

– Когда не ясны причины возникновения нежелательного эффекта (когда мы не можем перейти от административного противоречия к техническому АП->ТП).

– Когда требуется уточнить причины возникновения нежелательного эффекта (углубить понимание причин возникновения нежелательного эффекта, например, после функционального анализа ФА или потокового анализа ПА).

В ПСА устанавливается связь между целевыми недостатками, промежуточными недостатками и в конечном счете с ключевыми недостатками, которые могут переформулироваться в задачи. Источником ключевых задач являются ключевые недостатки.

Существуют правила проведения ПСА и установления причинно-следственных связей (причинно-следственных цепочек – ПСЦ).

Причинно-следственные цепочки могут выстраиваться "вглубь" (в подсистеме), "наружу" (в надсистеме) и "по плоскости" (в рамках одной системы).

Результатом причинно-следственного анализа является составление перечня задач, ключевых и промежуточных. Промежуточные задачи формулируются с помощью оператора отрицания (разрыв ПСЦ).

Психологическая инерция – это психологический эффект, приводящий к тому, что человек принимает решения в соответствии с вектором инерции в условиях монотонной деятельности, ограниченности/перенасыщенности информации, увеличенной скорости подачи информации, резкой смены аспекта рассмотрения объекта.

В ТРИЗ имеются инструменты управления вектором психологической инерции.

Синектика, виды аналогий. Синектика – система постановки и решения проблем, основанная на творческом мышлении, которое включает свободное использование метафор или аналогий при неформальном общении внутри тщательно подобранной небольшой группы людей, обладающих разными индивидуальными качествами и работающими в различных областях (Большой академический словарь Уэбстера, 9 изд., 1988). Синектика была создана Уильямом Гордоном в 50-е годы XX столетия. Синектика – это попытка усовершенствовать мозговой штурм за счет введения правил использования аналогий и профессиональной подготовки постоянных участников рабочей группы. В синектике используется 4 вида аналогий: *прямая аналогия, личная аналогия (эмпатия), фантастическая аналогия, символическая аналогия.*

Система (др.-греч. σύστημα «целое, составленное из частей; соединение») – множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, которое образует определённую целостность, единство. Потребность в использовании термина «система» возникает в тех случаях, когда нужно подчеркнуть, что что-то является большим, сложным, не полностью сразу понятным, при этом целым, единым. В отличие от понятий «множество», «совокупность» понятие системы подчёркивает упорядоченность, целостность, наличие закономерностей построения, функционирования и развития. Понятие

системы является частью системного и функционального подхода, используется в системном операторе.

Система стандартов на решение изобретательских задач и их модификация. Система стандартов на решение изобретательских задач – это комплексный инструмент развития систем и решения изобретательских задач, состоящий из групп стандартов на решение изобретательских задач, линий развития систем и применения типовых полей и веществ. Основные группы стандартов: достройка веполей, развитие веполей, развитие измерительных веполей, стандарты на применение стандартов. Для системы стандартов на основе веполей основной является система «Стандарты-76», для которой используется АИСТ-77. Для системы стандартов на основе элеполей основной является система «Стандарты-2010», которая предназначена не только для материальных, но и для нематериальных (информационных) систем и для которой используется АИСТ-2010.

Таблица применения приемов разрешения противоречий и ее модификации (таблица, или матрица Г. С. Альтшуллера). Инструмент решения технических противоречий на основе таблицы, связывающей типовые противоречия требований с приемами разрешения противоречий. В самом левом вертикальном столбце таблицы находят типовую характеристику, которую необходимо улучшить, а в самой верхней строчке находят типовую характеристику, которая ухудшается при использовании известных методов. На пересечении строки и столбца определяют номера изобретательских приемов, которые рекомендованы для разрешения противоречий. Для поиска рекомендованных изобретательских приемов можно выбирать не одну, а несколько пар противоречащих друг другу типовых характеристик. Имеются компьютерные программы, которые упрощают использование таблицы Г. С. Альтшуллера.

Указатели эффектов (физических, биологических, геометрических, химических и др.) Классификатор эффектов, построенный на основе связи эффектов с теми или иными действиями над объектом функции. Возможно два варианта создания таких связей: 1) Таблица с перечнем действий над объектом функций (нагреть, переместить, измельчить и пр.) с указанием эффекта, которые это действие может реализовать. 2) Обратная таблица, в которой перечисляются различные эффекты и какие действия с их помощью можно реализовать. Указатели эффектов строятся на основе анализа больших массивов данных с описаниями применения эффектов, в том числе патентных фондов изобретений. Первый указатель физических эффектов был подготовлен Гориним Ю.В. в 1973 г. В настоящее время создаются компьютерные программы для пользования указателями эффектов.

Уровни изобретений – ключевое понятие для ТРИЗ, основа для всех исходных информационных фондов, на анализе которых строится все здание ТРИЗ. Г. С. Альтшуллер выделил 5 уровней изобретений. 1-й уровень – наиболее простые решения задач, не содержащие противоречий. На них могут выдаваться патенты на изобретения, но с точки зрения ТРИЗ это не изобретения. 2-й уровень – есть легко устраняемые противоречия. 3-й уровень –

для решения противоречия требований (технического противоречия) необходим анализ противоречия свойства (физического противоречия), для решения требуются знания из разных областей знаний. 4-й уровень – для достижения поставленной цели необходимо изменение принципа действия, необходимо решение куста вторичных задач. 5-й уровень – это изобретения, закладывающие основу новой отрасли, носят социальный или социально-технический характер, порождают несколько кустов новых задач и новых изобретений. Изобретения первых двух уровней можно успешно делать и без знания ТРИЗ. Методы ТРИЗ разработаны на основе и в первую очередь для изобретений 3-го, 4-го и 5-го уровней.

ФОП – **функционально-ориентированный поиск** и его модификации. ФОП – это альтернативный подход к решению задач: вместо того, чтобы ее заново решать, – находят уже известные решения. Это не только быстрее, но и эффективнее: наличие работающего аналога позволяет использовать уже работающие технологии и обращаться к экспертам, имеющим опыт использования и развития этих технологий.

Другое название ФОП – это функционально-ориентированный информационный поиск (ФОИП). ФОИП – это метод поиска информации в различных хранилищах, при котором область поиска выбирается на основе сходства функций улучшаемой системы и систем (а также их компонентов), относящихся к этой области. В этом основное отличие данного способа поиска информации от объектно-ориентированных методов. Целью функционально-ориентированного информационного поиска является выявление наиболее эффективных решений, которые могут быть использованы для устранения ключевых недостатков. Кроме того, этим методом проводят поиск систем, конкурирующих с улучшаемой (или ее компонентами). Полученные данные используют на следующем этапе анализа – при выявлении и объединении альтернативных систем.

Функциональный анализ – это вид анализа систем, предназначенный для нахождения новых системных связей, оценки функциональной модели на соответствие требованиям; обнаружение задач, поиск ресурсов при помощи построения и анализа функциональной модели системы. Функциональный анализ выполняется на основе результатов компонентно-структурного анализа системы.

Элемент (лат. *elementum* – первичная материя, стихия) – составляющая часть чего-либо. Обычно подразумевается, что речь идет о неделимой в данном рассмотрении части системы, но при необходимости можно рассмотреть подэлементы элемента (из чего состоит элемент). Элемент может быть материальный (вещество или физическое тело) или нематериальный. Элемент характеризуется комплексом параметров и связей между ними. Обычно элемент характеризуется конкретной точкой в пространстве (физическом или абстрактном), в которой находится или может находиться элемент. В качестве элемента могут рассматриваться физические тела с распределенными в пространстве параметрами (рельсы, электропровода, кабели, автодороги и пр.), которые характеризуются не одной, а множеством точек в пространстве.

Элементы с распределенными в пространстве параметрами обладают свойствами поля.

Элеполь (внутренний и внешний). Модель минимальной системы, состоящая из двух элементов и поля взаимодействия между ними или из двух полей и элементов, преобразующего одно поле в другое. Частным случаем элеполя, в котором элементами являются вещества, является веполь. Элеполь может рассматриваться как расширенная модель функции, в которой показана не только функциональная связь, но и при помощи какого поля эта функция выполняется. Внутренний элеполь – это элеполь с двумя элементами и полем между ними, может рассматриваться как модель элемента более высокого иерархического уровня. Внешний элеполь – это элеполь с двумя полями и элементом, который преобразует одно поле в другое. Из элеполей могут выстраиваться более сложные элепольные структуры: цепной элеполь (два элеполя с одним общим элементом и двумя полями), двойной элеполь (два элеполя с двумя общими элементами и двумя полями), циклический элеполь (ряд связанных цепных элеполей, в котором объект функции последнего в ряду элеполя является одновременно носителем функции первого в ряду элеполя), элеполь торможения и т.д.

Эффект (естественно-научный эффект). Реакция системы (объекта) на некоторое действие, или результат, являющийся следствием какого-либо действия. Синоним явления, обозначает некоторую закономерность, выявленную в природе, и связан со свойствами системы (объекта).

Эмерджентность – наличие у системы свойств целостности (эмерджентных свойств), то есть таких свойств системы, которые не присущи ее элементам. Эмерджентность является одной из форм проявления диалектического принципа перехода количественных изменений в качественные.

От emergence (английский) – возникновение, появление нового.

«Целостность» по отношению к системе уточняется понятием «эмерджентность».

Выявление (создание) эмерджентности является самым существенным итогом системного подхода при любых научных исследованиях, в противном случае они теряют смысл.

Учебное издание

Хлыновский Алексей Михайлович

Основы ТРИЗ
(Теория Решения Изобретательских Задач)

Редактор и корректор М. Д. Баранова
Техн. редактор Д. А. Романова

Темплан 2021 г., поз.50

Подписано к печати 16.12.2021.

Формат 60x84/16.

Бумага тип № 1.

Печать офсетная.

Печ.л. 8.2.

Уч.-изд. 8.2.

Тираж 25 экз.

Изд. № 50 Цена «С».

Заказ №

Ризограф Высшей школы технологии и энергетики СПбГУПТД,
198095, Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных, 4.