

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ**

Кафедра экономики

Составитель
Ф.А. Красина

**ТЕОРИЯ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ
Учебное пособие**

2018

Оглавление

Введение.....	3
Основы теории решения изобретательских задач.....	4
1. СТРУКТУРА И ФУНКЦИИ ТРИЗ.....	4
2. ПРОСТЕЙШИЕ ПРИЕМЫ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВА.....	6
3. ЗАКОНЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....	10
Структура законов развития систем.....	10
Законы диалектики в развитии технических систем.....	11
Законы организации технических систем.....	14
Законы эволюции технических систем.....	17
4. АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ.....	18
Основные понятия и определения АРИЗ.....	18
Понятие о противоречиях.....	22
Путь к идеалу.....	25
Путь к идее решения.....	26
Структура АРИЗ.....	27
5. ВЕПОЛЬНЫЙ АНАЛИЗ.....	32
Понятия вепольного анализа.....	32
Виды вепольных систем.....	33
Тенденции развития веполей.....	35
Построение веполей.....	36
Сложные веполи.....	37
Форсированные веполи.....	40
Нахождение нужного эффекта.....	42
Устранение вредных связей.....	43
6. СТАНДАРТЫ НА РЕШЕНИЕ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ.....	47
Применение стандартов.....	51
Решение изобретательских задач на обнаружение – стандарт № 1.....	52
Решение изобретательских задач на сравнение – стандарт № 2.....	61
Решение изобретательских задач на ликвидацию вредных явлений, возникающих при соприкосновении подвижного и не подвижного объектов – стандарт № 3.....	64
Решение изобретательских задач на перемещение, напряжение и обработку неферромагнитных объектов – стандарт № 4.....	66
Решение изобретательских задач на интенсификацию показателей технической системы – стандарт № 5.....	72
Задачи и упражнения на применение стандартов № 1 – № 5.....	79
Контрольные ответы.....	82
Литература.....	83

Введение

Теория решения изобретательских задач (ТРИЗ) является набором алгоритмов и методов, созданных советским изобретателем Генрихом Альтшуллером и его последователями, для совершенствования творческого процесса ученых.

ТРИЗ не является только теорией о творчестве хотя она и содержит рекомендации по совершенствованию творческого процесса. Теория Альтшуллера направлена на решение так называемых изобретательских задач. Изобретательская задача - сложная задача, для решения которой необходимо выявить и разрешить противоречия, лежащие в глубине задачи, т.е. выявить первопричину (корень проблемы) и устранить эту причину.

Применение ТРИЗ

Главной задачей ТРИЗ, по мнению автора этой теории, является помощь ученым-изобретателям быстро находить решение творческих задач из различных областей знаний. ТРИЗ позволяет решать многие творческие задачи. В соответствии с мнением людей, которые изучили теорию Альтшуллера, знание ТРИЗ даёт следующие преимущества:

- Точно выявлять суть задачи.
- Правильно определить основные направления поиска, не упуская многие моменты, мимо которых обычно проходишь.
- Знание, как систематизировать поиск информации по выбору задач и поиску направлений решений.
- Возможность находить пути отхода от традиционных решений.
- Умение мыслить логически, алогически и системно.
- Значительно повысить эффективность творческого труда.
- Сократить время на решение.
- Смотреть на явления и вещи по-новому.
- ТРИЗ даёт толчок к изобретательской деятельности и расширяет кругозор.

Знание ТРИЗ, несомненно, поможет применение в гуманитарных науках и в бизнесе, в силу того, что основа методики ТРИЗ универсальна для любых творческих задач.

Компании, специализирующиеся на применении и развитии ТРИЗ работают во многих странах мира. Например, в США, Канаде, Германии, Англии, Франции, Швеции, Швейцарии, Австрии, Голландии, Финляндии, Италии, Израиле, Чехии, Японии, Южной Кореи, России и других странах. Курс ТРИЗ читается в ряде университетов США, Канаде, Франции, Англии, Германии, Швейцарии, Израиля, Японии, России.

Теория решения изобретательских задач (ТРИЗ), разработана советским ученым Генрихом Альтшуллером. Она предназначена для

решения изобретательских задач и формирования изобретательского мышления.

Изобретательское мышление - это системное мышление, которое выявляет и разрешает противоречия, лежащие в глубине сложной проблемы (изобретательской задачи).

ТРИЗ позволяет не только решить сложные изобретательские задачи, но и прогнозировать развитие систем (в том числе технических), развить творческое мышление и многое другое

ТРИЗ достаточно уникальна, постоянно развивается и усовершенствуется сотнями талантливых учеников Генриха Альтшуллера. Тысячи людей преподают ТРИЗ, а пользователей ТРИЗ на сегодня трудно сосчитать. Они имеются по всему миру. Как мы уже писали, создано ТРИЗ-движение.

Основы теории решения изобретательских задач

1. СТРУКТУРА И ФУНКЦИИ ТРИЗ

Функции ТРИЗ

Опишем подробнее **функции ТРИЗ**:

1. Решение творческих и изобретательских задач любой сложности и направленности без перебора вариантов.
2. Решение научных и исследовательских задач.
3. Выявление проблем и задач при работе с техническими системами и при их развитии.
4. Выявление и устранение причин брака и аварийных ситуаций.
5. Максимально эффективное использование ресурсов природы и техники для решения многих проблем.
6. Прогнозирование развития технических систем (ТС) и получение перспективных решений (в том числе и принципиально новых).
7. Объективная оценка решений.
8. Систематизирование знаний любых областей деятельности, позволяющее значительно эффективнее использовать эти знания и на принципиально новой основе развивать конкретные науки.
9. Развитие творческого воображения и мышления.
10. Развитие качеств творческой личности.
11. Развитие творческих коллективов.

Структура ТРИЗ

В состав ТРИЗ входят

1. Законы развития технических систем (ТС).
2. Информационный фонд.

3. Вепольный анализ (структурный вещественно-полевой анализ) технических систем.
4. Алгоритм решения изобретательских задач - АРИЗ.
5. Методы развития творческого воображения.

Информационный фонд состоит из:

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



Рис 1.1 Структура ТРИЗ

АРИЗ представляет собой программу (последовательность действий) по выявлению и разрешению противоречий, т.е. решению задач. АРИЗ включает: собственно программу, информационное обеспечение, питающееся из информационного фонда (на рис.1.1) 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.

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.

Для развития творческого воображения могут использоваться все элементы ТРИЗ, но основной упор делается на **методы развития творческого воображения**.

Решение изобретательских задач осуществляется с помощью законов развития технических систем, информационного фонда, вепольного анализа, АРИЗ и, частично, с помощью методов развития творческого воображения.

С помощью ТРИЗ решаются **известные и неизвестные типы задач**. Известные (стандартные) типы изобретательских задач решаются с использованием информационного фонда, а неизвестные (нестандартные) - применением АРИЗ. По мере накопления опыта решения класс известных типов задач пополняется и структурируется.

2. ПРОСТЕЙШИЕ ПРИЕМЫ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВА

Наиболее распространенные простейшие приемы изобретательства:

- Аналогии
- Инверсия
- Эмпатия
- Фантазия

Аналогия

При решении задач идею решения можно получить путем применения известного аналогичного решения, "подсказанного" технической или художественной литературой, увиденного в кино или "подсмотренного" в природе.

Выявлением и использованием "механизмов природы" занимается наука бионика. Она исследует объекты живого и растительного мира и выявляет принципы их действия и конструктивные особенности, с целью применения этих знаний в науке и технике.

Пример аналогии: американские инженеры сконструировали судно, принцип движения которого схож с движением кальмара. Кальмар, как известно, передвигается резкими толчками, выбрасывая назад воду. Новое судно приводится в движение также реактивной отдачей. Пар выталкивает воду из трубы, направленной к корме судна. От этого толчка судно получает импульс. Оставшийся в трубе пар конденсируется, давление в котле падает, и всасывается очередная порция воды. Теперь котел снова готов к рабочему циклу. Разумеется, это лишь грубая схема, сама конструкция несколько сложнее.

Для использования аналогии необходимо:

1. **Выяснить основные принципы и конструктивные особенности исследуемого объекта.**

2. **Выявить ведущую область техники по функции, которую выполняет этот объект.**
3. **Воспроизвести основной принцип и конструктивные особенности, используя опыт ведущих областей, на имеющихся элементах, материалах и технологиях. При этом что-то нужно будет придумать новое, учитывая недостатки прототипа.**

Таким образом, появится новое конкурентоспособное изделие. Другой подход появился на рынке США, который получил название реверс-инжиниринг (reverse-engineering) "*инженерная работа задом наперед*".

Суть этого направления - воспроизводить чужие конструкции, уже завоевавшие хорошую позицию на рынке. Хотя это и воровство, но иногда оно - для пользы потребителей. Таким образом, компании основную прибыль получают не от продажи самих изделий, а от продажи расходуемых комплектующих. Они меняют модель изделия и к нему делают новый вид расходуемых комплектующих. Например, компании, выпускающие принтеры, главные деньги зарабатывают на картриджах. Поэтому цены на картриджи, чернила и порошки они держат достаточно высокими. Кроме того, они меняют модель принтера и изменяют форму картриджа. Старые картриджи они продолжают выпускать наряду с новыми, вынуждая потребителя регулярно платить "дань". Появились фирмы, которые занимаются перезарядкой как чернильных, так и лазерных картриджей для принтеров. Разрушая монополию "оригинальных производителей", они резко сбивают цены на картриджи, приводя их хоть к какому-то соответствию с естественным желанием потребителя "*получить лучше за меньшие деньги*".

Инверсия

Прием инверсия или обратная аналогия означает - выполнить что-нибудь наоборот. Для него характерны выражения: перевернуть вверх "ногами", вывернуть наизнанку, поменять местами и т.д.

Этот прием может означать, что если объект рассматривается снаружи, то, возможно, мы достигаем желательного результата, если будем его исследовать изнутри. Если какой-то объект расположен вертикально, то применение инверсии означает, что его ставят горизонтально - и наоборот. Инверсия предполагает возможную замену подвижной части неподвижной, отказ от симметрии в пользу асимметрии, переход от растяжения к сжатию. Инверсные понятия - приемник и передатчик, модулятор и демодулятор, электрогенератор и электродвигатель.

Пример инверсии. Спортсмены тренируются, бегая по беговой дорожке на стадионе. Сейчас имеются движущиеся беговые дорожки и тренажеры, в которых можно задавать скорость движения ленты, ее наклон и другие параметры. Или бассейн с искусственным течением, имитирующим течение реки, пловец остается на месте по мере того, как вода движется по кругу.

Функциональная инверсия. Сделать функцию или действие обратным. Нагревание - охлаждение, притягивание - отталкивание, строить – ломать и т.д.

Пример функциональной инверсии. Обычно траву сначала косят, а потом сушат. А что если делать на оборот - сначала сушить, причем как можно быстрее, а потом косить? Голландские специалисты сконструировали машину, которая довольно быстро подсушивает траву, обрабатывая ее паром при температуре 300оС. Ширина захвата машины 6 метров, производительность 40 т/час. Паром можно обработать не только будущее сено, но и картофельную ботву перед уборкой или какую-либо другую культуру, если нужно замедлить ее рост

Структурная инверсия. В понятие структуры входит состав системы и ее внутреннее устройство. Много - мало элементов, однородные - разнородные элементы, сплошная - дискретная структура, монолитная - дисперсная - пустая, статичная - динамичная структура, линейная - нелинейная, иерархическая - одноуровневая и т.п.

Пример структурной инверсии. Электронная и радио аппаратура ранее имела платы со многими элементами (транзисторы, резисторы, конденсаторы, катушки индуктивности, соединительные провода и т.п.), которые в дальнейшем были заменены микросхемами, а затем и на процессоры. Процессор заменил многие элементы.

Инверсия формы. Выпуклая - вогнутая, толстая - тонкая, плоская - объемная, шероховатая - гладкая, наружная - внутренняя поверхность, сплошная - разрывная и т.п.

Пример инверсии формы. Одной из фирм штата Миннесота (США) разработана пленка, снижающая сопротивление воды. Тысячи мелких, почти незаметных для глаз желобков на ее поверхности напоминают в поперечном разрезе зубья пилы и гасят трение жидкости о стенку (корпус судна). Пленку толщиной 6 мм крепят к корпусу яхты, как обои к стенке. Пленку предполагается использовать также на самолетах и автомобилях для снижения сопротивления воздуху.

Параметрическая инверсия. Противоположные параметры. Проводник - диэлектрик, длинный - короткий, темный - светлый, твердый - мягкий.

Пример параметрической инверсии. Изменение размера детали при токарной обработке обычно выполняют путем контроля за размером изделия. Если контролировать расстояние между щупом и резцом, то можно гарантировать абсолютно точное изготовление деталей. Этот принцип лег в основу новых прецизионных токарных станков, созданных в Швейцарии. При обработке на них изделий с припуском 20-30 микрон не требуется последующее шлифование

Инверсные связи. Есть связь - нет связи. Положительная - отрицательная связь.

Пример инверсные связи. Соединять - разъединять (отключать). На этом принципе построены многие средства связи, например, телефонная

связь. Когда идет разговор, то обеспечивается связь. Во все остальное время этой связи постоянно нет.

Эмпатия

Эмпатия - это отождествление себя с личностью другого. Иногда об этом действии говорят поставить себя на место другого. Таким приемом часто пользуются артисты, писатели, художники и т.п.

Подобным же образом можно использовать этот прием при разработке объекта.

Проектировщик отождествляет себя с разрабатываемым объектом, процессом, деталью. Применение приема заключается в том, чтобы человек, посмотрел с позиции детали (с "ее точки зрения"), что можно сделать для устранения недостатков или для выполнения новых функций.

Пример эмпатии. Обычно, орех колют щипцами или молотком, создавая усилия снаружи, направленные к ядру. Мы действовали на орех снаружи. Значит, усилия необходимо создавать не снаружи, а изнутри (мы применили инверсию). Очевидно, нужно привлекать внешние силы (опять использовали инверсию). Причем, как должны быть направлены эти силы? Безусловно, усилия должны быть направлены от ядра на внутреннюю поверхность скорлупы. И снова мы использовали прием инверсии. Чисто технически эту проблему можно решить разными способами. Просверлить отверстие и подать туда воздух под давлением или наоборот, поместить орех в вакуум. Орех помещают в герметичный сосуд и создают избыточное давление воздуха. Воздух постепенно проникнет под скорлупу. Через некоторое время в сосуде резко сбрасывается давление. Внутри ореха давление больше чем снаружи - скорлупа раскалывается – сбрасывается.

Фантазия

Прием фантазия связан с желанием получить то, чего желаешь. Использование фантазии для стимулирования новых идей заключается в размышлении над некоторыми фантастическими решениями, в которых при необходимости используются нереальные вещи или сверхъестественные процессы. Часто бывает полезно рассматривать идеальные решения, даже если это сопряжено с некоторой долей фантазии. Разумеется, есть надежда, что размышления о желательном может натолкнуть нас на новую идею или точку зрения, которая, в конечном счете, приведет к новому, осуществимому решению.

Пример фантазии. Идея добычи полезных ископаемых в космосе, заключающаяся в доставке металлов с астероидов на землю. Для этого надо подыскать астероид массой около 1 млрд. тонн и необходимого состава, отбуксировать его на околоземную орбиту, переплавить с помощью солнечной энергии в слитки от 1 до 10 тонн каждый и направить их по баллистической траектории на Землю в специальное место

Создан специальный навигатор для автомобилей, который помогает управлять автомобилем. Когда водитель садится в автомобиль, то навигатор

не только показывает по карте, где вы находитесь, но и говорит вам точное место нахождения. Вы должны ввести в него точное место, куда хотите прибыть. Это может быть указание точки на карте или устное сообщение. Навигатор будет подсказывать голосом, куда следует ехать и указывать на карте весь ваш путь, по которому вы следуете.

Существует и автомобиль, которым не нужно управлять. Вам следует только назвать конечный пункт назначения, и машина Вас доставит сама. В машине встроены датчики, которые дают информацию о происходящем на дороге. Кроме того, имеется связь со спутником. Машина движется по дороге, учитывая общее движение. Она прокладывает самый оптимальный маршрут, но и едет по наименее загруженным трассам.

3. ЗАКОНЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Структура законов развития систем

Природа, различные области знания, деятельности, мышления и любые объекты материального мира, в том числе и техника, развиваются по своим определенным законам. Но существуют и некоторые общие законы развития, появившиеся вследствие единства материального мира. Самые общие из них это законы диалектики

Техника развивается в тесном взаимодействии с общественным развитием и экосферой, вследствие чего наблюдаются значительное проникновение и обогащение законов развития общества, природы и техники. Например, развитие техники во многом зависит от потребностей общества и влияет на развитие природы.

В общем, виде система законов техники должна иметь уровни **потребностей, функций и систем**. Схематично это изображено на рис. 3.1.

Уровни законов	Законы развития систем
Потребностей	Законы развития потребностей
Функций	Законы изменения функций
Систем	Законы развития систем

Рис 3.1 Уровни законов развития систем

Но стоит отметить, что система не может развиваться без возникновения противоречий в ней.

Закономерности развития потребностей определяют тенденции их изменения. Это необходимо для определения функций и систем, с помощью которых можно удовлетворить возрастающие потребности.

Закономерности развития функций связаны с закономерностями развития потребностей, но имеют и свою специфику, например, переход систем к многофункциональности (универсальности) или, наоборот, к однофункциональности (специализации). Законы развития потребностей и функций здесь рассматриваться не будут.

Собственно **законы техники** можно разделить на две группы (рис. 3.2):

- **законы организации систем** (определяющие *жизнеспособность системы*),
- **законы эволюции систем** (определяющие *развитие технических систем*).



Рис 3.2 Законы техники

Законы диалектики в развитии технических систем.

Наиболее общие из законов диалектики следующие:

- **единство и борьба противоречий,**
- **переход количественных изменений,**
- **отрицание отрицания.**

Действие этих законов распространяется на все области бытия и мышления, по-разному развивались в каждой из них. Именно поэтому каждая вновь создаваемая наука должна опираться на эти законы.

Закон единства и борьбы противоположностей.

Закон единства и борьбы противоположностей - ядро диалектики. Он служит источником возникновения любых объектов, в том числе материального мира и, в частности, технических систем. Закон характеризует одно из основных понятий ТРИЗ - **противоречие**, которое будет подробно рассмотрено дальше.

Понятие **единства и борьбы противоположностей** было ведено более 5000 лет древними китайскими философами в описании картины Мира, включающую материальную и духовную стороны.

По мнению китайских философов, вселенная образована из энергии *Чи* (*Chi*), которая является средством взаимодействия *мировых сил* Инь (*Yin*) и Ян (*Yang*).

Силы **Инь** – символизируют *Тьму, Холод, Зло, Покой*, все отрицательное, плохое, женское начало.

Силы **Ян** - символизируют *Свет, Тепло, Добро, Деятельность*, все положительное, хорошее, мужское начало.

Силы **Инь** и **Ян** **взаимодействуют, взаимопреодолевают и превращаются друг в друга.**

Постепенно нарастая одна в другой, они переходят стадию предела, когда преодоление одного начала сменяется преодолением другого. Затем начинается обратное движение. Этот процесс бесконечен, ибо движение во вселенной вечно.

Идею вечного движения и борьбы противоположных начал воплощает известный графический образ **Инь-Ян** (монада) - темная и светлая доли круга.

Закон перехода количественных изменений в качественные.

Закон перехода количественных изменений в качественные вскрывает общий механизм развития. В процессе развития количественные изменения в системе происходят непрерывно. При достижении определенного предела совершаются качественные изменения. Новое качество ускоряет темпы роста. Количественные изменения при этом совершаются постепенно (эволюционно), а качественные - скачком. Характер и продолжительность скачка могут быть разнообразными - длительными и кратковременными, бурными и относительно спокойными, с взрывом и без него и так далее.

Любая система (в том числе и техническая) проходит несколько этапов своего развития (рис. 3.3).

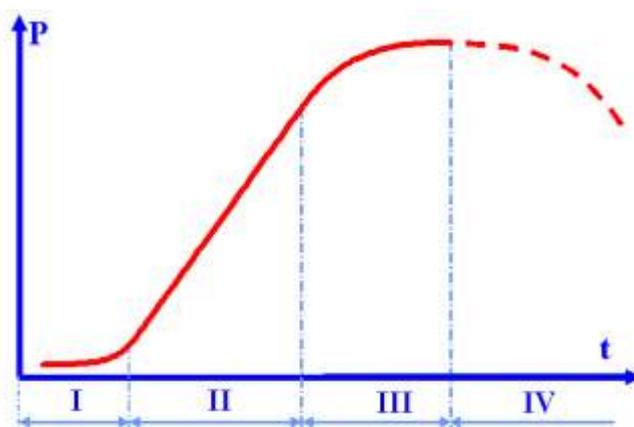


Рис 3.3 S-образная кривая

Вначале система развивается медленно (участок I), при достижении некоторого уровня развитие ускоряется (участок II) и после достижения некоторого более высокого уровня скорость роста уменьшается и в конечном итоге рост параметра системы прекращается (участок III), что означает появление в системе некоторых противоречий. Иногда параметры начинают уменьшаться (участок IV) - система затухает.

Для технических систем:

- участок I - "зарождение" системы (появление идеи и опытных образцов),
- участок II - промышленное изготовление системы и доработка системы в соответствии с требованиями рынка,
- участок III - незначительное системы, как правило, основные параметры системы уже не изменяются, происходят "косметические" изменения, чаще всего не существенные изменения внешнего вида или упаковки,
- участок IV - ухудшение определенных параметров системы, которое может вызываться несколькими фактами: следование моде, влияние экономической, социальной или политической ситуации, религиозные ограничения; физическое и моральное старение системы.

Как правило, на участке IV система прекращает свое существование или утилизируется.

Прекращение роста данной системы не означает прекращение прогресса в этой области. Появляются новые более совершенные системы - происходит скачок в развитии. Это типичный пример проявления закона перехода количественных изменений в качественные (рис. 3.4.)



Рис. 3.4 Скачкообразное развитие системы

На смену системе 1 приходит 2. Скачкообразное развитие продолжается - появляются системы 3, 4 и т.д. (рис. 3.5).



Рис. 3.5 Огибающая кривая

Общий прогресс в отрасли можно показать при помощи касательной к данным кривым (показанная на рисунке пунктирной линией) - так называемой *огibaющей кривой*.

Например: скорость передвижения *гребных судов* постепенно повышалась за счет увеличения *числа весел*, но не превышала 7-8 узлов.

Скачок в развитии - появление *парусных судов*. Рост скорости здесь осуществлялся путем увеличения общей площади парусов. Однако самые быстроходные парусные корабли не показывали более 12-13 уз. Дальнейшее повышения скорости передвижения и не зависимость его от скорости и направления ветра привело к очередному скачку - появились *суда с двигателями*. Увеличение скорости хода в этом типе судна происходило путем совершенствования двигателей и замены их на другие типы с большей удельной мощностью.

Закон отрицание отрицания.

Закон отрицание отрицания это процесс поступательного развития происходит в относительной повторяемости, как бы по пройденным ступеням. Но повторение каждый раз происходит на более высоком уровне с применением новых элементов, материалов, технологий и т.д. Можно сказать, что процесс развития происходит по спирали.

С появлением пароходов роль парусного флота стала уменьшаться, и сейчас паруса используются лишь на небольших рыболовецких, спортивных или учебных судах. Однако в Гамбургском институте кораблестроения (ФРГ) разработан проект коммерческого парусного судна

Паруса напоминают поставленные вертикально самолетные крылья. Мачты судов поворачиваются вокруг своей оси, ставя паруса под наиболее благоприятным углом к ветру. КПД новых парусов в 1,5 раза больше традиционных. Паруса ставятся и убираются по такому же принципу, как раздвижной занавес в театре.

Законы организации технических систем

Законы организации представляют собой критерии жизнеспособности для разработки новых технических систем (рис. 3.6).

Жизнеспособность системы тесно связана с понятием **системность**.

Разрабатываемый объект будет жизнеспособен, если он выполнен системным.

Под **системностью** понимается работоспособная система, с определенной структурой, отвечающей ее предназначению. Эта структура должна обеспечивать главную цель системы, и выполнять все основные и вспомогательные функции.

Состав системы включает: собственно систему, ее подсистемы, надсистему и окружающую или внешнюю среду. Работоспособность зависит не только от структуры системы, но и учета всех взаимосвязей и

взаимовлияний системы на надсистему, окружающую среду, системы на подсистемы и обратного влияния. Отсутствие учета таких влияний может не только отрицательно сказаться на работоспособности системы, но и влиять на внешнюю среду.

Системность учитывает и закономерности исторического развития исследуемого объекта.

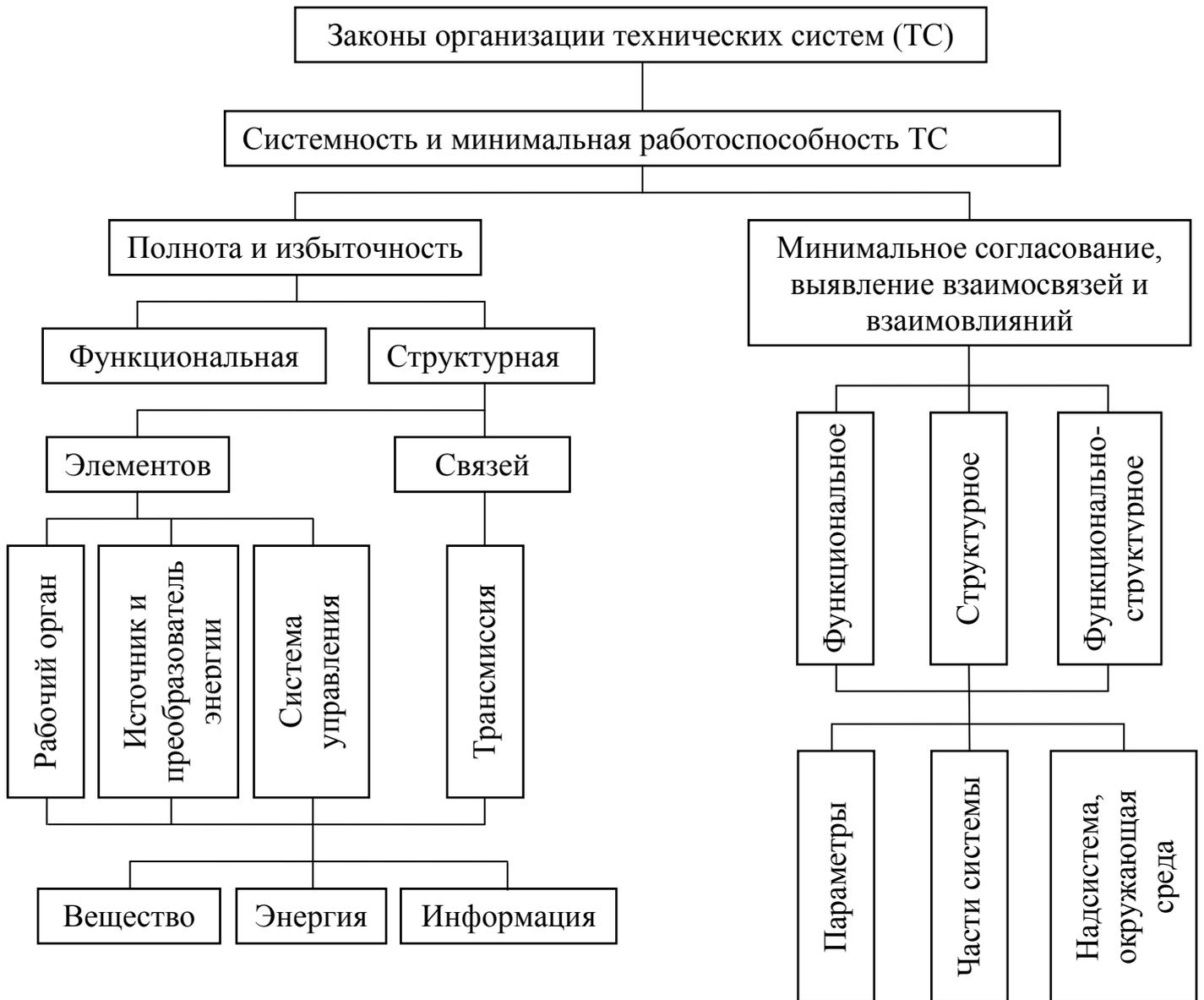


Рис. 3.6 Структура законов организации технических систем

Системность учитывает и закономерности исторического развития исследуемого объекта (рис 3.7).



Рис. 3.7 Структура законов организации систем

Системность учитываться использованием законов полноты и избыточности системы и минимального согласования и обеспечение желательных взаимосвязей и взаимовлияний.

Полнота и избыточность могут быть функциональные и структурные.

Функциональная полнота и избыточность обеспечивают главную цель системы, и выполняют все основные и вспомогательные функции. **Структурная полнота и избыточность** должна обеспечить наличие необходимых элементов и связей системы, т.е. выполнять другое требование системности - обеспечение состава и структуры системы.

В качестве основных элементов системы можно назвать:

- **Источник и преобразователь энергии**
- **Рабочий орган**
- **Система управления.**

Связи могут иметь самый разнообразный характер, в частности они могут представлять собой трансмиссию, которая передает или преобразует энергию.

Элементы и связи могут быть *вещественные, энергетические* и *информационные*. Которые должны содержаться в необходимом количестве и обеспечивать определенное качество.

Таким образом, закономерности организации определяют функциональный состав и структуру системы, обеспечивающие ее минимальную работоспособность.

В наиболее общем виде система может выполнять функции **переработки, транспортировки и хранения**. Функциональный состав должен соответствовать функциональному назначению системы, прежде всего ее главной функции. Работоспособность структуры определяется минимальным набором основных функций.

Минимальное согласование проводится по функциям, структуре и соответствия структуры функциям. Это третье требование системности - учет взаимосвязей и взаимовлияний. Таким образом, согласование бывает:

- **Функциональное**
- **Структурное**
- **Функционально-структурное.**

Последнее требование системности - учет исторического развития системы необходим при прогнозировании развития объекта исследования. Это происходит путем учета выявленных тенденций исторического и логического развития данного объекта, и учета общих законов развития систем.

Основными законами **организации** технических систем являются:

- полнота частей системы;
- избыточность частей системы;
- наличие связей между частями системы и системы с над системой;
- минимальное согласование частей и параметров системы.

Законы эволюции технических систем.

В своем развитии техника становится все более идеальной, т.е. ее развитие определяется **законом увеличения степени идеальности**. Увеличение степени идеальности осуществляется выявлением и разрешением противоречий, которые возникают вследствие неравномерности развития систем. Увеличение степени динамичности проводится по функциям, структуре и управлению системой, которые осуществляются использованием закономерностей согласования, переходом системы на микроуровень, увеличением степени вепольности и информационной насыщенности систем. Переход структуры системы с макро - на микроуровень осуществляется изменением масштабности и связанности элементов технической системы, а также использованием более сложных и энергетически насыщенных форм управления. Закон перехода с макро - на микроуровень, прежде всего, необходимо применять к рабочему органу (рис. 3.8).

Согласование структуры системы может осуществляться **согласованием элементов и связей системы**. Согласование должно быть **функциональное** и **параметрическое**, согласование по уровням (системы с надсистемой - внешнее согласование, системы с подсистемами и подсистем между собой - внутреннее согласование).



Рис. 3.9 Структура законов перехода системы на микроуровень

При добыче угля угольные пласты ослабляют, обрабатывая их мощными импульсами воды, подаваемые из гидромонитора. Повысить эффективность этого способа можно, если импульсы подавать с частотой, равной частоте собственных колебаний расшатываемого массива.

4. АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ

Основные понятия и определения АРИЗ

1. **Системный подход** является отражением и развитием диалектических принципов «всеобщей взаимосвязи» и «развития» и, по сути дела, есть один из принципов диалектического метода познания. Методология системного подхода предполагает представление любого объекта в виде системы и всестороннее ее рассмотрение.
2. **Система** – комплекс элементов, закономерно организованных в пространстве и времени, взаимосвязанных между собой и образующих определенное целостное единство. Система характеризуется составом элементов, структурой и выполняет определенную функцию.

3. **Элементы** – это относительно неделимые части целого; объекты, которые в совокупности образуют систему. Элемент считается неделимым в пределах сохранения определенного данного качества системы.

4. **Структура** – закономерная устойчивая связь между элементами системы, отражающая форму, способ расположения элементов и характер взаимодействия их сторон и свойств. Структура делает систему некоторым качественно определенным целым, отличным от суммы качеств составляющих ее элементов (т. к. предполагает взаимодействие элементов друг с другом по-разному, только определенными сторонами, свойствами, а не в целом.)

5. **Функция** – внешнее проявление свойств объекта (элемента) в данной системе отношений; определенный способ взаимодействия объекта с окружающей средой, «способность» объекта. Системы обладают многими функциями.

6. **Подсистемы (субсистемы)** – части системы, представляющие собой некоторые произвольно или естественно выделенные группы элементов. Выделение подсистем производится по функциональному признаку. Один элемент иногда может совпадать с некоторой подсистемой или входить сразу в несколько разных подсистем. При этом связь между элементами внутри подсистем и внутри системы отличается от характера связи между самими подсистемами. Элементы и подсистемы объединяются понятием компоненты системы.

7. **Надсистема (метасистема)** – система более высокого порядка по отношению к данной, и в которую данная система вписана и функционирует «на правах» подсистемы.

8. **Техническая система (ТС)** есть искусственно созданное материальное единство закономерно организованных в пространстве и во времени и находящихся во взаимной связи элементов, имеющее целью своего функционирования удовлетворение некоторой общественной потребности. Элементы ТС могут быть как искусственными, так и природными. Любая ТС входит в две системы отношений. С одной стороны – это объект материального мира, подчиняющийся законам природы (в первую очередь законам физики как наиболее общим), с другой стороны, ТС выступает как элемент общественных отношений, т. к. техника является лишь средством для осуществления социальных целей. С позиций системотехники ТС можно представить в виде: ВХОД – ПРОЦЕССОР – ВЫХОД. Процессор обеспечивает преобразование входа в выход и в то же время является составляющей (постоянной) входа. ВХОД и ВЫХОД – отражают взаимодействие системы с окружающей средой. С физической точки зрения на выходе и входе ТС имеет пространство, время, массу, энергию и информацию. С социально-технической точки зрения на входе имеем «потребности» ТС – затраты общества на ее создание, а на выходе – «способности» ТС, основная часть которых есть функции этой системы.

9. **Полезные функции (ПФ)** есть функции, соответствующие назначению системы, характеризующие наиболее важные составляющие полезные

выходы. В реальных ТС не весь выход является полезным. Полезность той или иной части выхода ТС может быть определена только с социальных позиций. Полезны те «способности» ТС, которые соответствуют ее назначению, т. е. общественным потребностям на уровне надсистемы. Остальные способности могут быть бесполезными или вредными, причем вредным считается то, что активно мешает выполнению полезных «способностей», например, путем разрушения элементов ТС и т. п.

10. Главная полезная функция. Для совокупности полезных функций, выполняемых ТС, всегда можно найти более общую полезную функцию, непосредственно отражающую назначение ТС, цель ее существования и деятельности (и совпадающую с ними). Эту общую функцию называют главной полезной – ГПФ всей ТС в отличие от элементарных полезных функций (далее – просто полезных – ПФ), в совокупности обеспечивающих выполнение ГПФ. Отношения между ГПФ и ПФ такое же, что и между системой и ее подсистемами. ГПФ относится к системе в целом, а ПФ – к ее подсистемам.

11. Положительный эффект. Всякое изменение ТС, увеличивающее возможности этой ТС по удовлетворению потребностей надсистем (и общества в том числе), есть улучшение системы. Улучшение ТС проявляется в следующих изменениях системы на уровне внешнего функционирования:

- количественный рост полезных «способностей» ТС – превращение неполезных «способностей» в полезные;
- устранение вредных «способностей» вплоть до превращения их в полезные;
- увеличение отношения полезного выхода к входу, т. е. повышение эффективности ТС.

Результат улучшения ТС воспринимается обществом как положительный эффект.

12. Применим для изучения процесса повышения эффективности ТС операцию идеализации: представим абсолютный предел этого процесса – получение полезного результата без затрат, чему соответствует эффективность $\mathcal{E} = \mathcal{Y}$, когда вход = 0. Этот предельный случай (практически не достижимый) назван в ТРИЗ абсолютно идеальной ТС. Это последний выход без входа и без процессора. Это понятие, несмотря на свою фантастичность, позволяет выделить те стороны ТС, стремление улучшить которые является доминирующим в развитии ТС.

Например:

- Абсолютно идеальное устройство – транспортное средство – средства нет, а груз транспортируется (т. е. груз «сам» движется). В реальных ТС это стремление к идеалу проявляется в неуклонном повышении доли полезно используемого веса транспортных средств.

- Абсолютно идеальное вещество – вещества нет, а эффект от него (прочность, непроницаемость и т. п.) есть, например, способ удержания высокотемпературной плазмы в магнитном поле.

- Абсолютно идеальный процесс – результат процесса без самого процесса – предусматривает мгновенное получение результата. Именно стремлению к этому способствует непрекращающаяся борьба «за время», за скорость, за производительность и т. д. во всех областях техники.

Принципы идеальности ТС (по степени их отступления от абсолютного идеала):

1. абсолютно идеальная ТС (машина, процесс, вещество) соответствует случаю получения полезного результата от действия ТС без всяких затрат и практически без самой системы;
2. идеальная ТС имеет в каждый момент времени в каждой точке пространства только те элементы и только те взаимодействия между ними, которые необходимы для достижения полезного результата;
3. в идеальной ТС практически весь вход преобразуется в полезный выход;
4. любые изменения в идеальной ТС происходят сами собой, без увеличения входа, за счет внутренних ресурсов самой ТС.

Изобретательская задача возникает, когда происходит обострение ТП, присущего ТС. При этом улучшение одних «способностей» ТС за счет количественного изменения некоторых параметров становится невозможным из-за значительного ухудшения других «способностей». Попытки сохранить ТС за счет компромисса между сторонами-противоположностями в этом случае успеха не имеют. Разрешение ТП возможно в случае перехода ТС в новое качественное состояние – диалектический скачок. Это и есть изобретение.

При рассмотрении с более общих позиций проблема разрешения противоречия между общественной потребностью и возможностью ее удовлетворения может быть сведена к одной из двух задач:

- поиск материальной формы, основанной на законах природы и позволяющей выполнить функцию, соответствующую определенной общественной потребности, – информационная задача (поиск новой системы);
- разрешение внутреннего диалектического противоречия в технической системе, удовлетворяющей определенную общественную потребность, – задача-противоречие.

Эти два типа задач связаны друг с другом и в практике технического творчества переходят одна в другую.

АРИЗ включает три основные компоненты:

1. программу;
2. информационное обеспечение;

3. методы управления психологическими факторами.

Программа АРИЗ представляет собой последовательность операций по выявлению и разрешению противоречий, 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 этих материалов для улучшения способа решения других задач. Структура программы и правила ее выполнения базируются на законах и закономерностях развития техники.

Информационное обеспечение питается из информационного фонда, который включает:

- систему стандартов на решение изобретательских задач.
- технологические эффекты (физические, химические, биологические, математические, в частности, наиболее разработанных из них в настоящее время - геометрические);
- приемы устранения противоречий; способы применения ресурсов природы и техники.

Методы управления психологическими факторами необходимы вследствие того, что программа АРИЗ предназначена не для компьютера, а задачи решаются человеком. При решении изобретательских задач у решателя возникает психологическая инерция, которой необходимо управлять. Кроме того, эти методы позволяют развить творческое воображение, необходимое для решения сложных изобретательских задач.

К основным понятиям АРИЗ относятся: противоречия и идеальный конечный результат (ИКР).

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.

Понятие о противоречиях

Можно рассматривать три категории противоречий:

- поверхностное (административные)
- углубленное (технические)
- обостренное (физические)

Противоречие это несовместимость двух противоположных требований к одному компоненту или системы

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

и обострение противоречий. Система не может развиваться без **возникновения противоречий**

Поверхностное противоречие (ПП) - противоречие между потребностью и возможностью ее удовлетворения. Его достаточно легко выявить. Оно часто задается заказчиком и формулируется в виде: *"Надо выполнить то-то, а как неизвестно"*, *"Какой-то параметр системы плохой, нужно его улучшить"*, *"Нужно устранить такой-то недостаток, но не известно, как"*, *"Имеется брак в производстве изделий, а причина его не известна"*.

Таким образом, ПП выражается в виде **нежелательного эффекта (НЭ)** - что-то плохо, или **необходимо создать что-то новое** неизвестно каким образом.

Например: перед конструкторским бюро А.Н.Туполева была поставлена задача создания к концу 50-х годов нового пассажирского самолета на 170 мест с большой дальностью полета. Для этого потребовалось авиадвигатели на суммарную мощность 50 тыс. л.с. У самого мощного из имеющихся в СССР двигателей ТВ-2 было всего 6 тыс. л.с. Как быть? Это типичное ПП.

Углубленное (УП) - это противоречие между определенными частями, качествами или параметрами системы. УП возникает при улучшении одних частей (качеств или параметров) системы за счет недопустимого ухудшения других. Оно представляет собой причину возникновения поверхностного противоречия (ПП), углубляя его. В глубине одного ПП, чаще всего, лежит несколько УП.

Как правило, улучшая одни характеристики объекта, мы резко ухудшаем другие. Обычно приходится искать компромисс, то есть чем-то жертвовать.

При решении технических задач, изменяют технические характеристики объекта, поэтому Г. Альтшуллер углубленное противоречие назвал техническим противоречием.

Техническое противоречие возникает в результате диспропорции развития различных частей (параметров) системы. При значительных количественных изменениях одной из частей (параметров) системы и резком "отставании" другой (других) ее частей возникает ситуация, когда количественные изменения одной из сторон системы вступают в противоречие с другими. Разрешение такого противоречия часто требует качественного изменения этой технической системы. В этом и проявляется закон перехода количественных изменений в качественные.

Например: чтобы получить требуемую суммарную мощность нужно использовать 8 двигателей. При этом самые крайние двигатели располагаются на расстоянии 25 м от фюзеляжа, что недопустимо удлиняет крылья. Возникает углубленное противоречие между мощностью самолета и недопустимым увеличением длины крыла. Сформулируем другое углубленное противоречие. Если перейти к спаренным двигателям на общую

мощность 12 тыс. л.с., то нужно использовать воздушный винт диаметром 9 м, что приводит к необходимости поднять самолет над землей на 5 м. Углубленное противоречие в этом случае между мощностью двигателей и большой высотой самолета. *А.Н.Туполев разрешил описанное противоречие следующим образом. Он предложил спарить двигатели в единый блок, а на одном валу блока расположить сразу два четырехлопастных воздушных винта, которые вращаются в разные стороны. Потребовалось всего 4 блока (по два на крыло), диаметр винта составил 5,2 м. Самолет не нужно поднимать на большую высоту. В результате был создан самолет ТУ-114 с достаточно высокой скоростью полета до 870 км/час.*

Обостренное противоречие (ОП) - предъявление диаметрально противоположных свойств (например, физических) к определенной части технической системы. Оно необходимо для определения причин, породивших углубленное противоречие, т.е. является дальнейшим его углублением. Уточнение (углубление) противоречий может продолжаться и дальше для выявления первопричины. Для человека, незнакомого с АРИЗ, формулировка ОП звучит непривычно и даже дико - некоторая часть ТС должна находиться сразу в двух взаимоисключающих состояниях: быть холодным и горячим, подвижным и неподвижным, длинным и коротким, гибким и жестким, электропроводным и неэлектропроводным и т.д.

Изучение причин, породивших углубленное (техническое) противоречие, в технических системах, как правило, приводит к необходимости выявления противоречивых **физических** свойств системы, поэтому Г. Альтшуллер назвал это **физическим противоречием**.

Например: для питания многих радиотехнических устройств (РТУ) используются промышленная сеть переменного тока, хотя большинство блоков РТУ, например, усилитель, генератор и другие нуждаются в постоянном питающем напряжении. По этой причине на выходе усилителя необходим элемент, имеющий противоречивые физические свойства. Он должен быть проводящим для положительной полуволны синусоидального тока и непроводящим для отрицательной. Чтобы обеспечить усилитель однополярным питающим напряжением. Данное обостренное противоречие (ОП) разрешается за счет выпрямителя, выполненного на диодах, обладающих указанными физическими свойствами и реализующих функцию преобразования переменного тока в постоянный.

Таким образом, административные противоречия являются наиболее очевидными (данная система должна быть спроектирована, но не известно как) и они приводят к более важным техническим противоречиям: параметры технической системы (ТС) взаимосвязаны и улучшение одного параметра ухудшает другие. Правильная формулировка технических противоречий имеет эвристическое значение и эти противоречия являются причиной наиболее важных основных физических противоречий. Их решение может

быть понятно как процесс, постоянно имеющий дело с административными, техническими и физическими противоречиями.

Путь к идеалу

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.

Идеальная техническая система - это система, которой нет, а ее функции выполняются, т.е. цели достигаются без средств. Близость полученного решения к идеальному определяет уровень и качество решения.

Идеальный конечный результат - 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.

Одна из основных особенностей "идеального устройства" ("идеальной машины") та, что оно должно появляться только в тот момент, когда необходимо выполнять полезную работу, причем в это время несет 100% расчетную нагрузку. Много примеров можно привести и из жизни; все убирающиеся и складные предметы: складная и приставная мебель, надувные предметы (лодки, спасательные жилеты, матрасы, понтоны и т.д.)

Вторая особенность "идеальной машины" или идеального устройства, что его вообще нет, а работа, которую они должны выполнять, производится как бы сама собой. Идеальный грузовик - это кузов, перемещающий груз. Все остальные части грузовика лишние, они необходимы только для достижения этой цели.

Например: На рисунок протектора наносят слой цветной краски и фиксируют километраж, пройденный автомобилем до истирания нанесенного слоя. Такой метод оценки изнашиваемости шин прост, пригоден при исследованиях долговечности новых типов и конструкций.

Автомобильные ремни безопасности необходимо периодически менять. Вызвано это опасениями, не ослаблен ли материал. Изобрели ленту, которая сама своим видом покажет, когда ее менять

Идеальный процесс - получение результатов без процесса, то есть мгновенно. Сокращение процесса изготовления изделий - цель любой прогрессивной технологии.

Так, секционный способ сборки судов заменен более прогрессивным - блочным. При секционном способе сначала на стапеле из отдельных секций (палубных, бортовых, днищевых и т.д.) собирали корпус судна, а затем вели монтаж оборудования. Блочный способ сборки заключается в том, что на стапель подают блоки, представляющие собой крупные объемные части судна с вмонтированным оборудованием. Блоки собирают в сборочном цехе

из отдельных секций. Тут же устанавливают необходимое оборудование. Таким образом, на стапеле остается только состыковать отдельные блоки.

Постоянная борьба за повышение скорости транспортировки груза также характеризует тенденцию стремления к идеальному процессу. Увеличение скорости транспортировки груза добиваются неуклонным ростом скорости транспортных средств и сокращением времени на погрузочно-разгрузочные операции.

Идеальное решение, конечно, получить почти невозможно. ИКР - это эталон, к которому следует стремиться. Как раз близость полученного решения к ИКРу и определяет качество решения.

Путь к идее решения

Основную линию решения задач по АРИЗ можно представить в следующем виде:

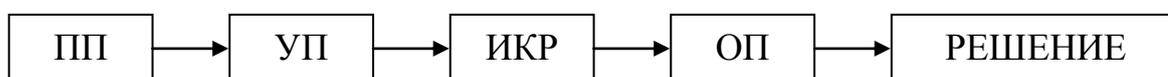


Рис 4.1 Линия решения задач по АРИЗ

Задача точно сформулирована, когда выявлены ПП (поверхностное противоречие), УП (углубленное противоречие), ИКР (идеальный конечный результат), ОП (обостренное противоречие) (рис 4.1).

Для формулировки всех ее звеньев, прежде всего, выявляют, чем не устраивает "задачедателя" данная система (ПП) и что в ней плохого. Какие надо предъявить к системе требования. Так определяется (УП). Затем систему представляют таким образом, что в ней отсутствует нежелательный эффект, но сохраняются имеющиеся положительные качества. Результатом такого представления системы является формулировка (ИКР). После сравнения существующей ситуации и ИКР выявляют помехи к достижению идеального результата, ищутся причины возникновения помех и определяют противоречивые свойства, предъявляемые к определенной части системы (оперативной зоны), не удовлетворяющие требованиям ИКР. Таким образом, формулируется (ОП), которое и представляет собой точную формулировку задачи.

Например: Найти человека, засыпанного лавиной в горах, очень трудно. Придумано много активных приспособлений типа передатчиков, которые подают сигнал о том, где находится засыпанный снегом человек. Но все эти устройства неработоспособны в реальных условиях. Во-первых, мало кто из туристов согласится таскать на себе такой передатчик. Во-вторых, быстро разряжаются батареи, обеспечивающие его работу, а если на устройстве подачи аварийных сигналов имеется кнопка для включения его в нужный момент, то включить устройство, будучи засыпанным лавиной, обычно невозможно.

ПП - необходимо минимизировать массу устройства для обнаружения, засыпанного лавиной человека и сделать его работоспособным в течение длительного времени. Уменьшение габаритов передатчика сопровождается сокращением энергоемкости и длительности работы - это нежелательный эффект.

УП - снижение массы и габаритов передатчика осуществляется за счет уменьшения массы источника питания, т.е. за счет сокращения времени их непрерывной работы.

ИКР - передатчик работает без источника питания сколь угодно длительно.

ОП - источник питания должен быть большим, чтобы обеспечить длительность работы передатчика, и маленьким (нулевым), чтобы не увеличивать габариты и массу передатчика. Или - источник питания должен быть и его не должно быть.

Решение - Одна швейцарская фирма предложила устройство, представляющее собой металлический браслет, который будет выдаваться каждому, кто находится в горах. Браслет представляет собой пассивное приемное устройство, имеющее антенну из металлической фольги, но лишённое источника энергии и передатчика. Антенна из фольги принимает сигналы спасателей, которые имеют мощный передатчик. Его мощность достаточна, чтобы возбудить в браслете ток, как это делается в детекторных приемниках. Ток питает нелинейную цепь, которая удваивает или делит пополам частоту сигнала и передает его при помощи той же самой антенны из фольги. Спасатели слушают отраженный сигнал на удвоенной или половине частоте и, используя направленную антенну, могут определить, откуда подается сигнал. Система работает постоянно, даже если попавший в лавину находится без сознания, причем длительность ее работы неограниченна - батареи, которая могла бы иссякнуть, просто нет.

Структура АРИЗ

АРИЗ - пошаговая программа для анализа и решения изобретательских задач. Первая модификация появилась в 1959 г. (*АРИЗ-59*). Имелись модификации *АРИЗ-61*, *АРИЗ-71*, *АРИЗ-77*, *АРИЗ-82*, *АРИЗ-85-В*. Основная линия решения задач по АРИЗ уже была рассмотрена (рис. 4.1).

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

Информационное обеспечение питается из информационного фонда, который включает систему стандартов на решение изобретательских задач; технологические эффекты (физические, химические, биологические,

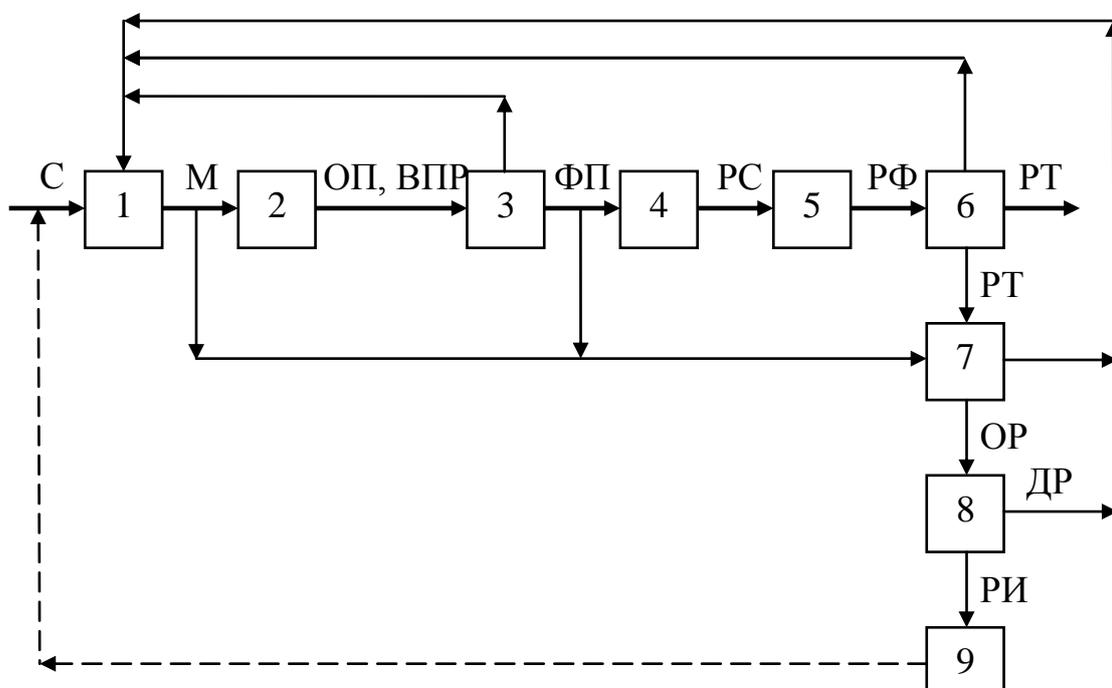
математические, в частности, наиболее разработанных из них в настоящее время - геометрических); приемы устранения противоречий; способы применения ресурсов природы и техники.

Методы управления психологическими факторами необходимы вследствие того, что программа АРИЗ предназначена не для компьютера, и задачи решаются не автоматически, а с помощью человека. Поэтому у решателя часто возникает психологическая инерция, которой необходимо управлять. Кроме того, эти методы позволяют развить творческое воображение, которое необходимо для решения сложных изобретательских задач.

Рассмотрим структуру модификации АРИЗ-85-В. Все вспомогательные комментарии и правила нужны лишь при освоении алгоритма, в последствии (после освоения) становятся почти ненужными.

АРИЗ-85-В содержит 9 частей (рис 4.2).

1. Анализ задачи.
2. Анализ модели задачи.
3. Определение ИКР и ФП.
4. Мобилизация и применение вещественно-полевых ресурсов.
5. Применение информационного фонда.
6. Изменение и/или замена задачи.
7. Анализ способа устранения ФП.
8. Применение полученного ответа.
9. Анализ хода решения.



Где 1-9 – части АРИЗ, С – ситуация, М – модель, ОП – оперативные параметры, ВПР – вещественно полевые ресурсы, ФП – физические противоречия, РС – структура решения, РФ – физическое решение, РТ – техническое решение, ОР – оценка решения, ДР – другие решения, РИ – развитие идеи.

Прежде чем приступить к решению задачи по АРИЗ, целесообразно сформулировать задачу. Это необходимо сделать в связи с тем, что чаще всего заказчик предоставляет не задачу, а достаточно туманную *ситуацию* (С). Такую ситуацию называют изобретательской, и, как правило, она содержит несколько поверхностных противоречий (ПП).

Также следует избавляться от специальных терминов в формулировке задачи, так как они создают **вектор инерции мышления**.

АРИЗу свойственно постепенное сужение анализируемой области (области рассмотрения) в системе. Вначале рассматривается изобретательская ситуация со многими элементами и конфликтами. Из всех элементов отбирают только два - конфликтующую пару, а затем переходят от пары элементов к одному, который и исследуется на следующих частях АРИЗ.

В конце первой части модель представляют в вепольном виде и, преобразуют эту модель в соответствии с тенденциями развития вепольных систем. Иногда это приводит к решению задачи.

Тогда рекомендуется проверить решение - перейти к седьмой части (на рис. 4.2 это показано стрелкой вниз), и даже если оно удовлетворяет, продолжить решение задачи по АРИЗ, начиная со второй части. При этом, возможно, получим решение еще лучшее.

Во второй части АРИЗ предельно сужают область исследования, определяя оперативные параметры: оперативную зону, оперативное время и вещественно-полевые ресурсы.

На третьей части АРИЗ определяют идеальный конечный результат (ИКР) и обострение противоречий (ОП). Формулируя ОП необходимо следить за выполнением логики АРИЗ, если она не соблюдена, то следует вернуться к первой части и откорректировать модель задачи (стрелка обратной связи, показанная на схеме рис. 4.2 наверху). Кроме того, осуществляют попытку получить структурное решение, используя стандарты на решение изобретательских задач. Если решение найдено, то его проверяют, переходя к седьмой части (стрелка вниз на рис. 4.2) и продолжают решение, начиная с четвертой части.

На **четвертой части** мобилизуют и применяют вещественно-полевые ресурсы (ВПР), выявленные на второй части. Использование ВПР позволяет получить решение более идеальное.

Пятая часть АРИЗ предназначена для разрешения обостренного противоречия (ОП). Для этой цели используется информационный фонд (стандарты на решение изобретательских задач, задачи-аналоги, технологические эффекты, приемы). Если решение найдено, то переходят к седьмой части и проверяют его, а затем продолжают решение по 6-9 частям.

Основная цель **шестой части** АРИЗ - переход от физического решения к техническому. Для этого необходимо сформулировать технический способ осуществления физического решения, разработать конструктивное воплощение и технологическую реализацию. Если решение не получено, то рекомендуется вернуться к первой части (на рис. 4.2 это показано в виде петли обратной связи), заново сформулировать УП и решать задачу. Если и в этом случае не получено решение, то снова формулируют модель задачи, выбрав другое ПП. При необходимости такое возвращение совершают несколько раз - с переходом к надсистеме (системе более высокого ранга).

В **седьмой части** алгоритма осуществляется анализ полученного решения и определение его пригодности для конкретных производственных условий, т.е. проводится оценка решения (ОР). Один из приемов оценки решения - это сравнение его с ИКР. Степень близости полученного решения к ИКР определяет качество полученного решения.

В результате оценки решения могут возникнуть две ситуации: полученное решение приемлемо или неприемлемо (удовлетворяет или не удовлетворяет требованиям ИКР). В первом случае идею решения развивают с помощью восьмой части и оценивают ход решения в девятой части. Когда решение по каким-то причинам не устраивает, то целесообразно вернуться к первой части (петля обратной связи на рис. 4.2 показана штрихпунктирной линией) и сформулировать другую модель задачи. Если решение годится, то следует проверить (по патентным данным) формальную новизну полученного решения и выявить подзадачи, возникающие при технической разработке полученной идеи, записать возможные подзадачи - изобретательские, конструкторские, расчетные, организационные. После этого развивают идею решения и оценивают ход решения в соответствии с восьмой и девятой частями.

В **восьмой части** развивается идея решения по трем направлениям. Первоначально определяется соответствие полученного решения надсистеме, куда должна входить рассматриваемая в задаче система. Такое соответствие зависит от уровня полученного решения: принципиально новое - "пионерское" (например, изобретение самолета, радио, лазера, компьютера и т.п.) и не принципиально новое - не пионерское.

Если решение не "пионерское", то решение подстраивается под систему и надсистему. Прежде всего следует выяснить взаимосвязи разработанной системы с другими системами, надсистемой и внешней средой и обеспечить процесс их взаимодействия так, чтобы не вызывать взаимных отрицательных

явлений. Это осуществляется в соответствии с законами развития технических систем, например, согласованием параметров, форм, связей, веществ и полей вновь создаваемой системы с надсистемой и окружающей средой.

Кроме того, осуществляется согласование процессов по времени, в частности, согласование ритмики работы.

Если при этом выявляются какие-то недостатки, то они устраняются. Часто в таких случаях устранение этих недостатков является новой задачей, которая тоже может быть решена по АРИЗ.

После этого решение дорабатывается конструктивно, технологически, разрабатываются мероприятия по использованию полученного решения.

Если решение "пионерское", то для его осуществления, как правило, следует изменить надсистему.

Пожалуй, с особым упорством психологическая инерция проявляется в сохранении старой формы в новых изобретениях. Много таких примеров хранит история техники.

Например: Первое паровое судно, построенное в конце XVIII века американским изобретателем Фитчем, приводилось в движение ... веслами. Гребцы были заменены паровым двигателем, в остальном старая форма корабля не изменилась. А первый электродвигатель копировал паровую машину. Однако иногда старая форма может быть следствием психологической инерции потребителей, отдающих предпочтение привычному, традиционному представлению об изделии. Все большее распространение получают изделия в стиле "ретро". Второе направления развития идеи решения - использование полученного решения по новому назначению - для выполнения других функций, для других систем.

Третье направление - применение полученной идеи решения для решения других задач. Так формулируются новые стандарты на решение изобретательских задач. Таким образом, на выходе восьмой части мы получаем **развитие идеи (РИ) и дополнительные решения (ДР)**.

Цели девятой части - совершенствование навыков пользования АРИЗ и усовершенствование самого АРИЗ. Такая операция проводится путем сопоставления идеального хода решения задачи по всем шагам АРИЗ с реальным. Наиболее характерным примером сохранения старой формы может служить история появления и развития автомобиля. Первый автомобиль повторял форму привычной коляски. Двигатель этого автомобиля был расположен впереди в специальном кожухе, выполненным в форме крупа лошади. Интересно, что и управление этой машиной осталось традиционным. Повороты осуществлялись с помощью привычных вожжей. Характерно и то, что "атавизмы" кареты оставались еще очень долго.

Тем самым производится оценка хода решения.

После получения решения достаточно легко представить идеальный ход решения, ибо "с вершины" полученного решения легче увидеть наиболее быстрый, легкий и точный путь, который ведет к вершине этого решения. При сравнении реального решения с идеальным легче обнаружить

просчеты и неточности, допущенные при решении. Следует тщательно разобраться в причинах этих ошибок, запомнить их и учесть при решении других задач. За счет такого анализа совершенствуется методика решения, значительно эффективнее и быстрее происходит ее освоение.

Иногда ошибки совершаются не потому, что вы не знаете АРИЗ, а из-за его несовершенства. Тогда такие ошибки собираются и систематизируются, чтобы устранить недостатки АРИЗ.

5. ВЕПОЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

Понятия вепольного анализа

Термин **веполь** произошел от слов "**Вещество**" и "**Поле**". Структурный вещественно-полевой (вепольный) анализ - раздел ТРИЗ, изучающий и преобразующий структуру технических систем. (*Вепольный анализ разработан Г.Альтшуллером*).

Статистический анализ технических решений показал, что для повышения эффективности технических систем их структура должна быть выполнена определенной. Модель такой структуры называется **веполем**.

Веполь - минимально управляемая техническая система, состоящая из двух взаимодействующих объектов и энергии их взаимодействия. Взаимодействующие объекты условно названы **веществами** и обозначаются V_1 и V_2 , а энергия взаимодействия **полем** и обозначается Π (рис. 5.1).

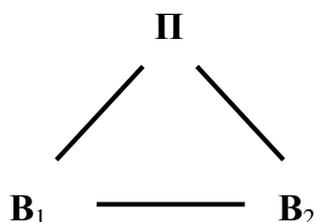


Рис 5.1 Схема Веполя

Вепольный анализ включает в себя определенные правила и тенденции. Эти тенденции подчиняются закону увеличения степени вепольности. Если V_1 - изделие, V_2 - инструмент, "обрабатывающий" изделие V_1 , а Π - поле (энергия, сообщаемая инструменту), то веполь будет иметь вид (рис. 5.2)

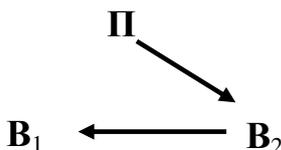


Рис 5.2 Схема Веполя

Например: Обрабатывающий станок имеет привод - источник энергии Π (поле механических сил), который обеспечивает воздействие рабочего органа (резец, фреза, сверло и т.п.) V_2 на обрабатываемую деталь V_1 . Этот же

пример можно представить и другой вепольной формулой (рис.5.3): резец V_2 действует на деталь V_1 через механическое поле Π .

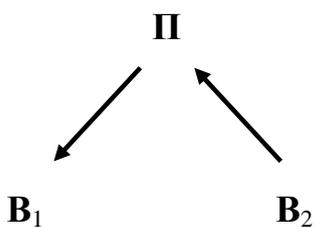


Рис 5.3 Схема Веполя

В случае, когда вещество преобразует один вид поля (энергии) Π_1 в другой Π_2 , веполь имеет вид (рис. 5.4)

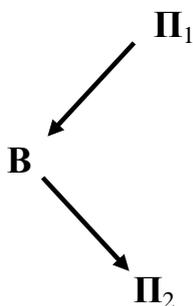


Рис 5.4 Схема Веполя

Веполь по формуле (рис 5.4) характерен для преобразователей энергии, которые могут быть представлены в виде генераторов, двигателей, трансформаторов, усилителей, измерительных элементов (датчиков) и т.п.

Точное измерение вмонтированных в карбидные печи сгорающих электродов без остановки печи осуществляют "на слух" - по изменению шума горящей между ними вольтовой дуги. Не прерывая процесса, их можно установить в оптимальное положение. Модель такой системы имеет вепольную структуру по формуле, изображенной на рис. 5.4.

Где V - прибор "переводящий" шум дуги (звуковое поле Π_1) в некоторый сигнал (поле Π_2 - например, электрический сигнал), используемый затем для регулирования расстояния между электродами.

Виды вепольных систем

Виды вепольных структур. Система, состоящая из одного элемента (вещества V_1 или поля Π_1) или двух элементов (двух веществ V_1, V_2 ; вещества V_1 и поля Π_1) называется **невепольной**. В общем случае схемы невепольных систем могут быть представлены на рис. 5.5.

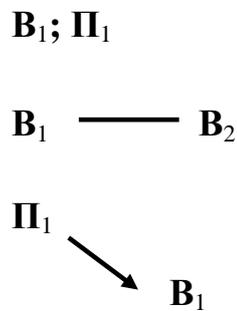


Рис 5.5 Схемы неэффективных систем

Линией обозначено воздействия элементов. Так, схемой изображены вещества V_1 , V_2 , связанные между собой каким-то образом (не всегда известным). Стрелка указывает направление действия поля Π_1 на вещество V_1 .

Кроме того, воздействия могут быть **неэффективными** или **недостаточными**, и обозначаться прерывистой линией или **вредными, нежелательными**, обозначающиеся волнистой линией (рис. 5.6).

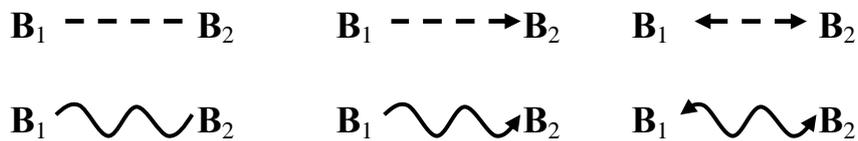


Рис 5.6 Схемы взаимодействия веществ V_1 и V_2

Например: как определить скрытые дефекты, например, усталостные трещины в лопатках турбины авиадвигателя? Для этого к лопатке подводят источник, возбуждающий механические колебания (катушка индуктивности). Катушка через усилитель мощности соединена с генератором электрических колебаний. Меняя частоту колебаний генератора, доводят ее до резонансной. Рядом с лопаткой ставят микрофон, передающий эти колебания в электрическом виде на осциллограф. По изменению формы колебаний судят о наличии усталостной трещины. Основное в данном решении - дефект определяют "по звуку". Для того лопатку приводят в колебательное движение с помощью соответствующего поля (рис. 5.4). Где Π_1 - поле механических колебаний (его можно обозначить $\Pi_{\text{мех}}$ или $\Pi_{\text{кол}}$), V - лопатка, Π_2 - звуковое поле - колебание воздуха ($\Pi_{\text{зв}}$). Это же решение можно представить более сложным веподем (рис. 5.7). Такой веподем называется **цепной**.

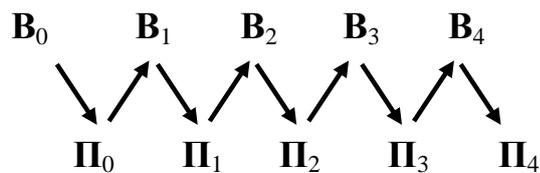


Рис 5.7 Схема цепного веполя

Все эти системы вспомогательные. Главная идея измерение "тона звука" Π_2 , которое получается в результате возбуждения полем Π_1 лопатку V_2 .

Данное решение может быть осуществлено и другим образом, например, возбуждать и снимать колебания можно с помощью пьезопреобразователей.

Еще одной разновидностью сложных веполей является **двойной веполь** (рис.5.8).

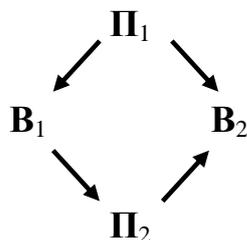


Рис 5.8 Схема двойного веполя

Тенденции развития веполей

Тенденции развития веполей подчиняются закону увеличения степени вепольности, разработанный Г. Альтшуллером. Закон описывает последовательность изменения структуры и элементов (веществ и полей) веполей с целью получения более управляемых технических систем, т.е. систем более идеальных. При этом в процессе изменения необходимо осуществлять согласование веществ, полей и структуры. Закон увеличения степени вепольности имеет вид (рис. 5.9): переход от **невепольной** системы к **простому веполью**; изменение и последующее согласование веществ и полей; изменение структуры веполя; переход к **форсированному веполью**.

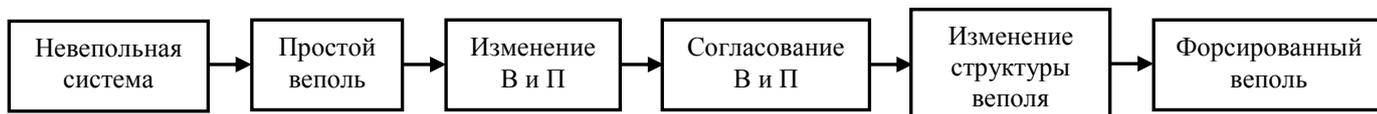


Рис 5.9 Закон увеличения степени вепольности

Форсированные веполи - веполи, использующие более управляемые вещества и поля, которые согласованы между собой. Изменение структуры форсированных веполей (рис 5.10)

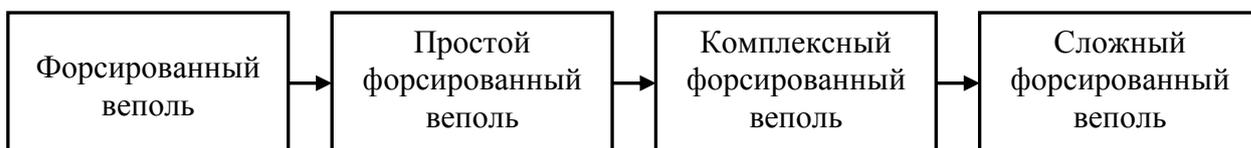


Рис 5.10 Изменение структуры форсированных веполей

Таким образом, в тенденциях развития веполей можно выделить тенденцию построения веполей. Другие тенденции вепольного анализа рассматривают преобразование веполей с целью повышения эффективности технических систем или ликвидации в них вредных связей. Они являются

следствием закона увеличения степени вепольности технических систем. При преобразовании в веполях могут изменяться элементы (вещества и поля) и структура. Эти изменения могут осуществляться частично или полностью, в пространстве и во времени.

Практически после построения веполя целесообразно подобрать другие, более подходящие вещества или поля, и после их замены согласовать вновь введенные элементы с имеющимися.

Иногда этого достаточно для повышения эффективности системы.

Дальнейшее развитие системы идет путем изменения структуры (замены простого веполя комплексным, сложным или сложным комплексным) и использования форсированных веполей.

Построение веполей

Первая тенденция развития веполей – **достройка** (построение) веполей. Она формулируется следующим образом:

Невепольные системы для повышения управляемости необходимо сделать вепольными.

Системы, состоящие из одного элемента (вещества V_1 или поля Π), или двух элементов (двух веществ V_1, V_2 или вещества V_1 и поля Π), называются невепольными. Тенденция построения веполей можно изобразить формулой (рис 5.11).

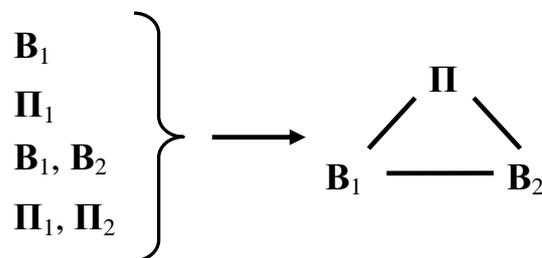


Рис 5.11 Тенденция построения веполей

Например: обычно кору древесины отделяют механически в специальных корообдирочных барабанах или механическими инструментами. При этом повреждается и сама древесина. Разберем эту задачу с позиций вепольного анализа. Древесина - это V_1 , кора - V_2 . Система не вепольная.



Достройка веполя заключается в ведении поля Π , воздействующего только на кору в направлении ее отрыва от древесины (рис. 5.12).



Рис 5.12 Вепольная формула

Как известно, между корой и древесиной находятся клетки, содержащие большое количество влаги, вскипание которой может оторвать кору. Вскипание можно осуществить с помощью вакуума или нагрева, например, токами высокой частоты. Таким образом, вепольный анализ рекомендует использовать тепловое поле.

Остальные тенденции вепольного анализа рассматривают преобразование веполей с целью повышения эффективности технических систем и ликвидации в них вредных связей. Тенденции и правила являются следствием закона увеличения степени вепольности, который повышает степень управляемости системы.

Сложные веполи.

Сложные веполи - это сочетание веполей вида (рис 5.1) и (рис 5.4). их можно разделить на три типа:

- цепные
- двойные
- смешанные

Цепной веполь

Цепной веполь образуется при разворачивании V_2 в новый веполь (рис 5.13)

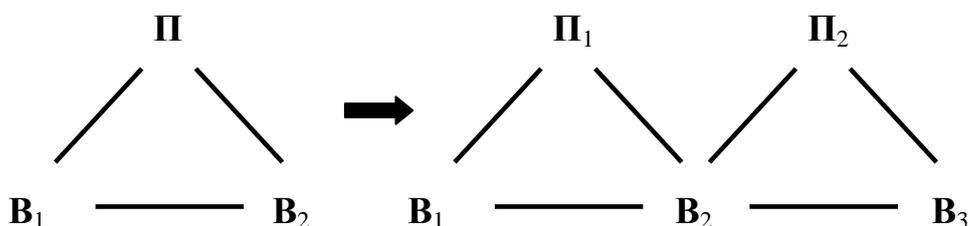


Рис 5.13 Схема цепного веполя

Например: калометрический метод измерения мощности. Для измерения мощности, поглощаемой нагрузкой в сверхвысококачественном (СВЧ) - диапазоне, определяется количество тепла, отдаваемое нагрузкой рабочему телу (воде), причем, часто само рабочее тело используется как нагрузка. С помощью измерительного узла регистрируется температура рабочего тела и по ее значению определяется значение мощности. Для этого примера веполь можно представить в виде схемы (рис. 5.14).

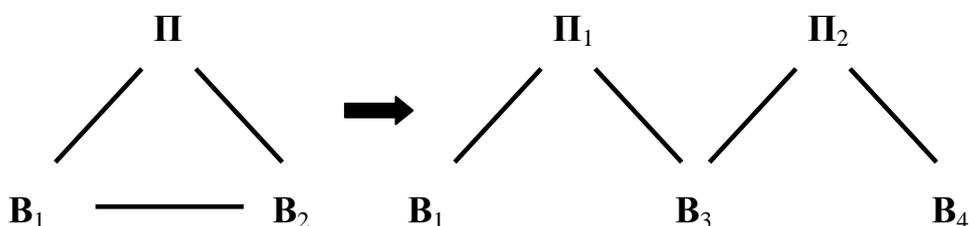


Рис 5.14 Схема цепного веполя

Где V_1 - СВЧ-генератор, V_2 - нагрузка, Π_1 - электромагнитное поле, V_3 - рабочее тело (вода), Π_2 - тепловое поле, V_4 - датчик температуры воды.

Двойной веполь

Двойной веполь можно представить в виде схемы (рис 5.15):

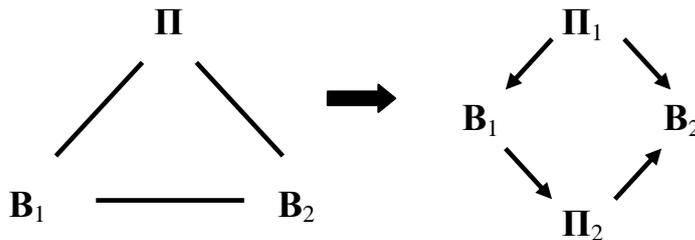
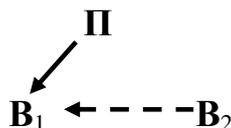
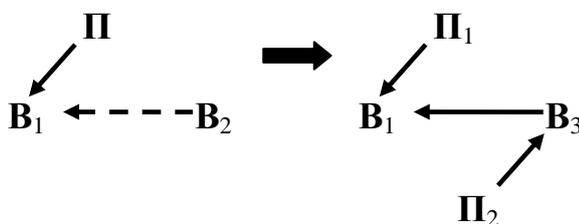


Рис 5.15 Схема двойного веполя

Например: В лаборатории под руководством академика П. Л. Капицы исследовалась искусственная шаровая молния в герметичной кварцевой цилиндрической камере, заполненной гелием под давлением 3 атм. Под действием мощного электромагнитного поля в гелии возникает плазменный шнуровой разряд, стягивающийся в сферический сгусток плазмы - "шаровую молнию". Для удержания "шаровой молнии" в центре камеры используют соленоид, расположенный вокруг камеры. По программе эксперимента нужно было увеличить мощность шаровой молнии, для чего повысить мощность электромагнитного излучения. Плазма стала более горячей, и, следовательно, менее плотной. Шаровая молния при этом становится легче и всплывает вверх, касаясь стенок камеры и разрушая их. Электромагнитные силы не уравнивают архимедовы силы. Чтобы удержать молнию в центре камеры, попробовали повысить мощность магнитного поля в соленоиде, но ничего не получилось. Сотрудники предложили строить новую установку с более мощным соленоидом, но П. Л. Капица поступил иначе. Был дан неэффективно управляемый веполь: V_1 - молния, на которую действует гравитационное поле - Π_1 , V_2 - газ, который не уравнивает действие гравитационного поля.



Чтобы повысить управляемость рассмотренного веполя необходимо ввести противодействующее поле Π_2 в соответствии со схемой:



Поле Π_2 должно противодействовать гравитационному полю Π_1 . Эффективнее всего было бы использовать электромагнитное поле, но для этого нужно было бы полностью переделывать установку. В соответствии с тенденцией развития веполей первоначально следует использовать механические поля. Наиболее эффективное, в данном случае - поле центробежных сил. П. Л. Капица предложил завертеть газ, придавая ему непрерывное вращение, которое осуществлялось воздуходувками, хорошо знакомые всем по домашнему пылесосу.

Смешанный веполь

Смешанный веполь представляет собой сочетание цепного и двойного веполей (рис 5.16).

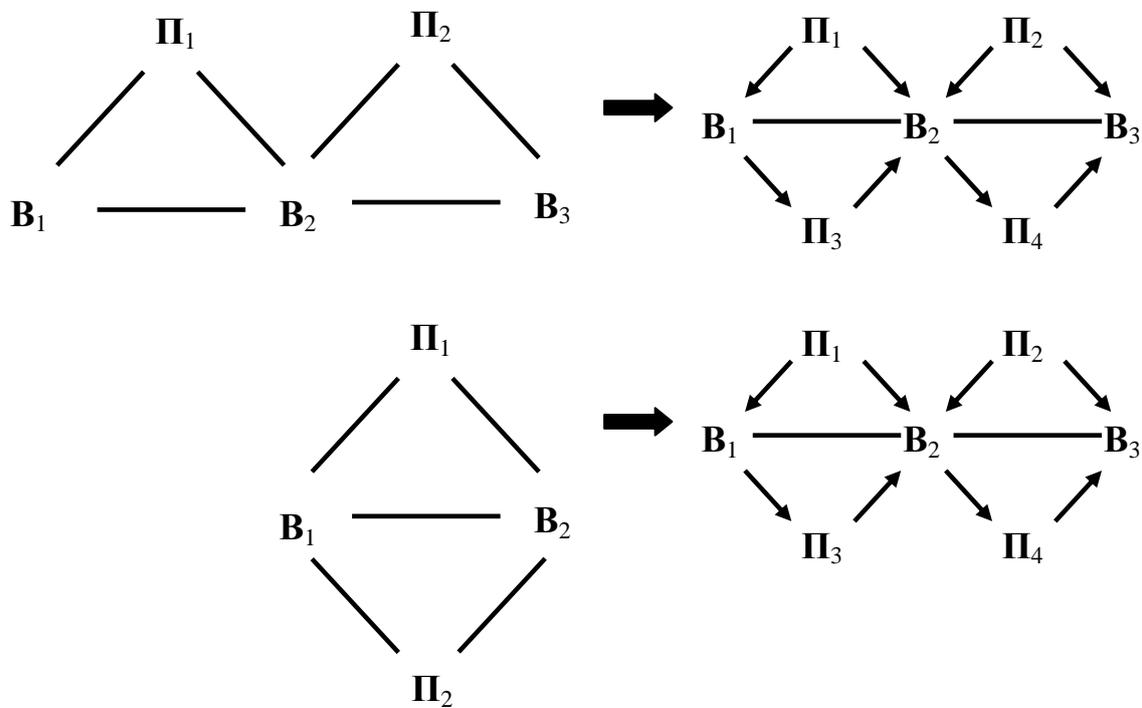


Рис 5.16 Схемы смешанного веполя

Например: Для очистки воздуха в производственных помещениях используют громоздкие фильтры. Предлагается для этой цели применять циклоны. В циклоне загрязненный воздух раскручивается с большой скоростью, частички пыли, висащие в воздухе, отбрасываются к стенкам, ударяются о них и падают в пылесборник. В этом решении использован двойной веполь, описываемый формулой (рис. 5.8). Но можно усовершенствовать это решение.

Недостаток рассмотренного циклона состоит в том, что мелкая пыль не долетает до пылесборника, а оседает на стенках вытяжной трубы (вытяжки). Поэтому приходится циклон время от времени останавливать и чистить

трубу. Необходимо перейти к смешанному веполю, описываемому формулой (рис. 5.16). Чтобы пыль не засоряла вытяжку, всю трубу превратили в электрод - полый цилиндр из металла, утыканный иголками, располагающимися на выходе трубы. На электрод подается электрическое поле, которое отталкивает пыль от вытяжной трубы. Таким образом, пыль оказывается в пылесборнике.

Форсированные веполи

Для повышения эффективности вепольных систем (простых, комплексных и сложных) следует использовать более управляемые вещества и поля.

Переход к более управляемым веществам, в виде закономерности увеличения степени дробления вещества, а переход к более управляемым полям описывается законом перехода на микроуровень и механизмом перехода к более управляемым полям. Как правило, использование более управляемых полей связано с применением технологических эффектов.

Способ выбора эффекта будет описан в следующем параграфе.

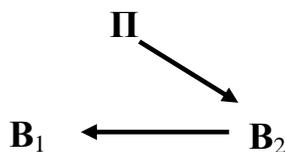
В соответствии с изменением структуры веполя, форсированный веполю может быть:

- простой форсированный веполю,
- комплексный форсированный веполю,
- сложный форсированный веполю.

Простой форсированный веполю

Простым форсированным веполю называется простой веполю с использованием более управляемых веществ и полей.

Например: заусенцы обычно снимают с помощью напильника. В веполюной форме это может быть представлено в виде:



Где V_1 - изделие с заусенцами (или сами заусенцы), V_2 - напильник, P_1 - механическое поле (линейные перемещения напильника, совершаемые рабочим). Таким образом, это простой веполю.

(Усилия рабочего могут быть заменены механизмом, рабочий орган, которого используем различные поля. Заусенцы можно снимать с помощью абразивного круга, войлочного или матерчатого кругов с абразивом. Произошла замена на более управляемое поле. Линейное перемещение заменяется вращением. Вещество напильника V_2 (металл) заменено на более управляемое вещество (абразив), которое представляет собой соединенные (запеченные) мелкие частички. Дальнейший форсирование - переход к

пескоструйкам. Здесь в качестве вещества V_2 используются мелкие частички (песчинки или дробинки), а поля Π_1 - поток воздуха. Следующий переход - поле линейных перемещений Π_1 можно заменить центробежным, например, в случае использования галтовки. Здесь вместо напильника используется абразив, например, в виде пирамид, а вместо линейного перемещения напильника, совершаемые рабочим, использовано центробежное поле. Следующим шагом может быть замена центробежного поля еще более управляемым, например, полем давления и "микровзрывам").

Комплексный форсированный веполь

Комплексным форсированным веполем называется комплексный веполь с использованием более управляемых веществ и полей.

Внешний комплексный форсированный веполь

Внешним комплексным форсированным веполем называется внешний комплексный веполь с использованием более управляемых веществ и полей.

Например: Брошенную или потерянную в море рыболовную сеть очень тяжело затем обнаружить: визуально она практически не видна, а радиолокатор не получает отраженного сигнала. Отражательная способность сетей может быть обеспечена, если ткань из синтетических волокон покрыть никелем. Металлизация практически не нарушает эластичности ткани, а вот обнаружить ее с помощью локатора станет гораздо легче.

Внутренний комплексный форсированный веполь

Внутренним комплексным форсированным веполем называется внутренний комплексный веполь с использованием более управляемых веществ и полей.

Комплексный форсированный веполь на внешней среде

Комплексным форсированным веполем на внешней среде называется комплексный веполь на внешней среде с использованием более управляемых веществ и полей.

Например: снятию заусенец можно осуществлять с помощью суспензии жидкости с ферро магнитными частицами с абразивными свойствами и вращающееся магнитное поле. Может быть использована и магнитная жидкость.

Сложный форсированный веполь

Сложным форсированным веполем называется сложный веполь с использованием более управляемых веществ и полей. Этот вид веполя подразделяется на:

- Цепной сложно-форсированный веполь,
- Двойной сложно-форсированный веполь.

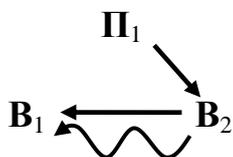
Цепной сложно-форсированный веполь.

Цепным сложно-форсированным веполем называется цепной сложный веполь с использованием более управляемых веществ и полей.

Двойной сложно-форсированный веполь.

Двойным сложно-форсированным веполем называется двойной сложный веполь с использованием более управляемых веществ и полей.

Например: Тонкостенные баллоны обрабатываются на токарном станке. При этом баллон часто деформируется. Этот процесс описывается простым веполем.



Где B_1 - баллон, B_2 - резец, P_1 - сила резания (давления).

Резец (B_2) воздействует на баллон (B_1) положительно (прямая стрелка) - обрабатывает его, и отрицательно (волнистая стрелка) - сминает баллон. Чтобы предотвратить это используют противодействующее поле P_2 , т.е. переходят к сложному (двойному) веполю по формуле (рис 5.17).

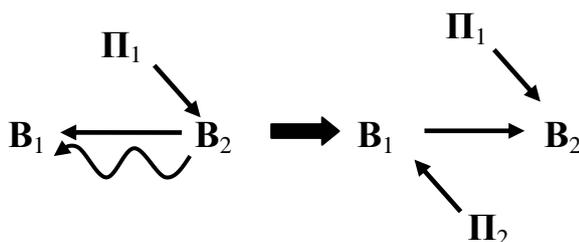


Рис 5.17 Переход к сложному веполю

Где P_2 - давление внутри баллона.

Тонкостенные баллоны высокого давления обрабатывают посредством снятия стружки. Чтобы предотвратить деформацию баллона его предварительно закрывают заглушкой, затем его заполняют жидкостью под давлением, равным рабочему, и герметизируют, после чего осуществляют обработку резанием.

Нахождение нужного эффекта

Нахождение нужного эффекта это вид технологического эффекта, который необходимо использовать в форсированном или комплексно-форсированном веполе, определяется следующим образом.

Если вещество B_1 преобразует одно поле P_1 в другое P_2 , то название искомого технологического эффекта получают соединением полей. Это описывается схемой (рис 5.18)



Рис 5.18 Соединение полей

В соответствие с этим определяется не только структура будущего решения, но и вид технологического эффекта, который нужно использовать, т.е. вепольный анализ является инструментом для нахождения нужных технологических эффектов (физических, химических, биологических или геометрических) при решении конкретных задач. Окончательный поиск нужного эффекта осуществляется с помощью указателей эффектов.

Например: микрофон V_1 переводит звуковые колебания (акустическое поле) P_1 в электрические P_2 . Название необходимого эффекта - акустоэлектрический, по указателю физических эффектов находим подходящие эффекты - пьезо- и сегнетоэлектрический эффекты.

Устранение вредных связей

Тенденции устранения вредных связей

Довольно значительный класс задач связан с нежелательным эффектом, представляющим собой вредную связь вещества с веществом, поля с веществом или вредное воздействие полей. Устранение вредных связей осуществляется с помощью определенной закономерностей:

- введением третьего вещества V_3 ;
- введением третьего вещества V_3 , которое является видоизменением имеющихся веществ V_1 и V_2 ($V_3=V_1',V_2'$) или самими веществами ($V_3=V_1,V_2$);
- введением второго поля P_2 ;
- введением V_3 , которое генерирует P_2 .

Эти тенденции схематично изображены на рис. 5.19

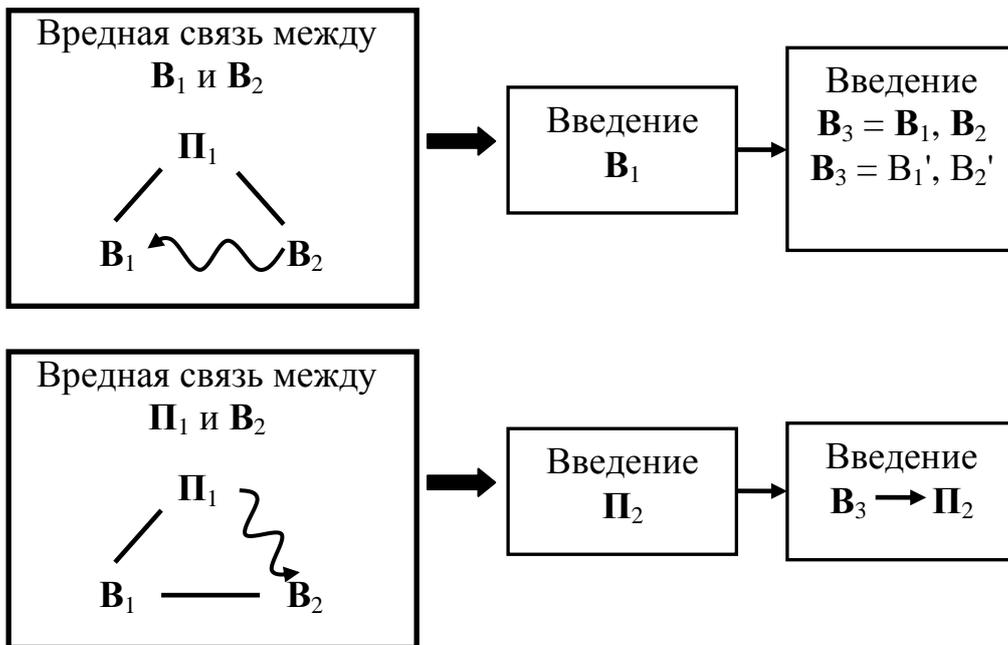
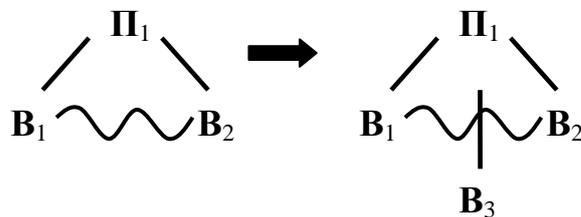


Рис 5.19 Устранение вредных связей

Устранение вредных связей введением V_3

Устранение вредных связей в системе производится введением между веществами V_1 и V_2 постороннего третьего вещества V_3 . Это описывается схемой:



Например: Уменьшения гидродинамического сопротивления корпуса подводных лодок или подводных крыльев обычно добивались путем уменьшения шероховатостей и придания корпусу рациональных обводов, но, в конце концов, эти ресурсы были исчерпаны. Кроме того, из-за турбулентности при движении возникает эрозия корпуса. Согласно данной закономерности следует ввести еще одно вещество V_3 , которое разрушит вредную связь между V_1 (корпусом подводной лодки) и V_2 (водой). В качестве такого вещества можно использовать:

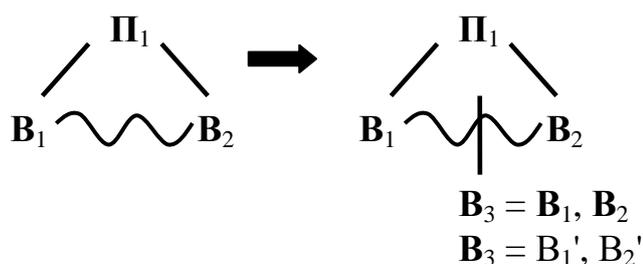
1. Волоски, ламинирующие поток.
2. Вещества с длинными молекулами (волоски на микроуровне). В качестве этих веществ могут использоваться клеи, гели, и т.п.

Также для снижения гидродинамического сопротивления движения тел, например судов, путем уменьшения сил трения в пограничном слое, создают электромагнитное поле, генерирующее комплекс молекул. В этом изобретении не вводят в пограничный слой высокомолекулярный состав, а вместо него используют видоизмененную внешнюю среду, путем

воздействия электромагнитным полем. Кроме того, это изобретение может использоваться для снижения сопротивления жидкости в трубопроводе.

Устранение вредных связей введением $V_3=V_1, V_2$ или их видоизменений

В данном случае вводится V_3 , являющееся видоизменением веществ V_1 или V_2 (они обозначаются V_1', V_2'), или вводятся дополнительно само вещество V_1 или V_2 . Это описано схемой:



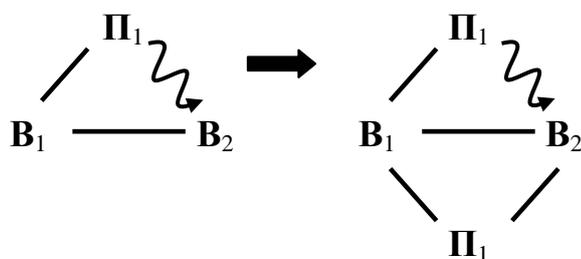
Например: для уменьшения гидродинамического сопротивления корпуса подводных лодок или подводных крыльев, можно использовать:

1. нагревание крыла и образование парового пузыря - паровой каверны;
2. подача воздуха или жидкости через отверстия в корпусе (воздушная каверна или поток жидкости, уменьшающий турбуленцию);
3. отсос части жидкости (пограничного слоя), непосредственно прилегающей к корпусу (применение отсоса позволяет повысить скорость хода примерно в 1,5 раза при неизменной мощности энергетической установки)

Кроме того, поток жидкости над крылом можно создать, сделав в крыле тонкие сквозные отверстия. Тогда за счет разницы давлений вода с нижней части крыла будет "подсасываться" на верхнюю поверхность крыла.

Устранение вредных связей введением P_2

Вредное действие устраняется переходом к двойному веполю, в котором нейтрализацию вредного действия поля P_1 осуществляет поле P_2 . Это описано схемой:

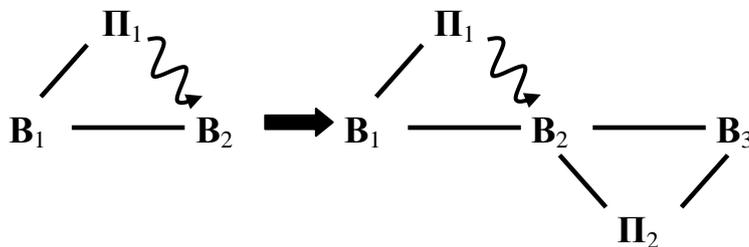


Например: для очистки воздуха в производственных помещениях используют громоздкие фильтры. Предлагается для этой цели применять циклоны. В циклоне загрязненный воздух раскручивается с большой скоростью, частички пыли, висащие в воздухе, отбрасываются к стенкам,

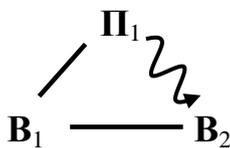
ударяются о них и падают в пылесборник. Недостаток циклона, - мелкая пыль не долетает до пылесборника, а оседает на стенках вытяжной трубы (вытяжки). Поэтому приходится циклон время от времени останавливать и чистить трубу. Чтобы пыль не засоряла вытяжку, всю трубу превратили в электрод - полый цилиндр из металла, весь утыканный иголками, располагающиеся на выходе трубы. На электрод подается электрическое поле, излучаемое вытяжной трубой, и не проходит не только в атмосферу, но и попадает в вытяжку, а оказывается на пылесборнике.

Устранение вредных связей введением V_3 и Π_2

Вредное действие устраняется переходом к цепному веполю, в котором вводимое вещество V_3 генерирует поле Π_2 , нейтрализующее вредного действия поля Π_1 . Это описано схемой:



Например: когда необходимо извлечь завальцованный в корпус шарик. Для этого приходится ломать конструкцию. Как вытащить шарик, не ломая конструкцию? В вепольной форме эту задачу можно представить как:



Где V_1 - корпус, V_2 - шарик, Π_1 - поле механических сил, удерживающее шарик в корпусе. Согласно вышеприведённой схеме необходимо ввести V_3 , которое создаст Π_2 , выталкивающее шарик. Один из вариантов решения введение под шарик капли жидкости V_3 , которую при необходимости нагревают и испаряющаяся жидкость создает поле, выталкивающее шарик из корпуса.

Если продолжить рассмотрение примера уменьшения гидродинамического сопротивления, то можно описать корпус подводной лодки или поверхность крыла по типу эффекта Ламинфло (кожа дельфина). Известен "парадокс Грея": дельфин движется со скоростью, которая по расчетам требует мощности раз в 10 больше, чем у дельфина. Секрет в устройстве кожи. Кожа дельфина представляет собой тонкий гибкий поверхностный слой, под ним толстый эластичный, наподобие губки, а под ним снова тонкий слой. При движении кожа воспринимает колебания и за счет упругих сил "губки" возникают противоволны. Кожа вибрирует и снимает турбуленцию. Технически этот принцип осуществлен по-разному. Одна из реализаций следующая. "Кожа" сделана трехслойной: верхний слой

делается из тонкой эластичной пленки, под ним магнитная жидкость и снова пленка, а магнитной жидкостью управляют магнитным полем.

6. СТАНДАРТЫ НА РЕШЕНИЕ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ.

В новую модификацию АРИЗ впервые введены почти полностью алгоритмические правила решения некоторых классов изобретательских задач – **стандарты на решение изобретательских задач**.

Степень алгоритмизации нельзя повысить произвольно: мы можем алгоритмизировать ту или иную операцию лишь в той мере, в какой удалось выявить лежащие в ее основе закономерности развития технических систем. АРИЗ представляет собой систему операций, каждая из которых была лишь частично алгоритмизирована. Общая алгоритмичность АРИЗ была, конечно, выше суммы алгоритмичности отдельных операций. И все-таки АРИЗ оставался программой, только отчасти алгоритмизированной. Он и теперь остается "полуалгоритмом". Но на одном участке удалось достичь почти полной алгоритмичности: некоторые – достаточно большие и важные – классы задач можно решать теперь без анализа, по стандартным и четким правилам.

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

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.

В АРИЗ (алгоритме решения изобретательских задач) имеется, свод приемов, выявленных путем анализа патентной информации. Удовлетворяют ли эти приемы перечисленным выше требованиям? Каждый прием относится к широкому классу задач – первое условие выполнено. Можно считать, что приемы, в общем, удовлетворяют и второму требованию.

Однако, приемы не являются стандартными, поскольку не обеспечивают выполнение третьего условия. Если использовать один прием, задача, как правило, не решается на высоком уровне.

Например: способ снятия гипсовых повязок при помощи проволочной пилы, *отличающийся* тем, что, с целью предупреждения травм и облегчения снятия повязок, пилу помещают в предварительно намазанную подходящей смазкой трубку, выполненную, например, из полиэтилена и загипсовывают в повязку при ее наложении".

В этом изобретении использованы, по крайней мере, три приема: принцип предварительного действия (пила закладывается в гипс еще при наложении повязки), принцип частичного действия (закладывается не вся пила, а только часть ее – режущий элемент, который потом присоединяется к

пиле), принцип "наоборот" (распиливание ведут снизу вверх – от тела к поверхности повязки).

Если убрать один из приемов, обесценится весь комплекс. Какой смысл, например, заранее складывать пилку сверху? Сверху ее можно положить всегда, но при этом не будет того выигрыша, который обеспечивается при пилении снизу, от тела (безопасность).

Например: основание настольного токарного станка, *отличающийся* тем, что с целью улучшения условий труда токаря, оно выполнено в виде клиновых подставок, прикрепленных к столу, причем, наклонная плоскость их служит для установки станка".

Здесь главный прием – изменение угла наклона. Но нетрудно усмотреть еще и прием дробления и прием динамизации (станок отделен от основания) и прием динамизации (меняя клинья можно по-разному устанавливать станок).

В изобретениях высокого уровня отчетливо виден комплекс приемов или сочетание приемов с физ. эффектами.

Итак, сочетание приемов сильнее, чем одиночные приемы.

Простейшая пара прием - антиприем. Например, дробление - объединение, принцип местного качества - однородность и т. д.

Например: звукопровод, содержащий звукопроводящий элемент, *отличающийся* тем, что, с целью передачи информации о параметрах звукового поля сложной конфигурации, его звукопроводящий элемент выполнен в виде набора акустически изолированных волокон звукопроводящего материала". В качестве примера на принцип дробления. Действительно, сплошной звукопровод здесь раздроблен на волоконца. Однако, эти волоконца потом собраны вместе и это уже принцип объединения.

Одиночные приемы никак не связаны с тенденциями развития технических систем. В одних случаях прогрессивно дробление, разъединение, в других – объединение. Если взять любой прием и применить его к любой технической системе, можно получить и положительный и отрицательный результат. Пары "прием - антиприем" имеют определенную прогрессивную направленность: их применяют чаще и это дает результат положительный. Обусловлено это тем, что пары "прием - антиприем" по своей структуре являются приемами устранения **физических** противоречий.

Возьмем, например, противоречие "*Объект должен быть большим и не должен быть большим*". Приемы дробления и объединения не преодолевают это противоречие. Но вместе, в виде пары "прием - антиприем" они позволяют сделать объект одновременно большим и маленьким: каждая часть маленькая, а весь объект – большой.

Например: способ изготовления материалов слоистой конструкции и с заданным расположением слоев, *отличающийся* тем, что, с целью получения тонкой периодической пространственной структуры взвесь частиц тугоплавкого вещества в расплаве легкоплавкого подвергается действию

стоячего ультразвукового поля с быстрым охлаждением расплава". Здесь использованы приемы

1. дробление: одно из веществ превращается в порошок
2. прием изменение агрегатного состояния
3. прием объединение: оба вещества смешивают
4. прием использование механических колебаний
5. физическое явление – образование стоячих волн, благодаря чему порошок располагается правильными слоями.

Использование такого рода комплексов **часто** дает **сильные** решения, поскольку увеличение вепольности – одна из тенденций развития технических систем. Тем не менее, они не могут считаться стандартами: сильные решения получаются часто, но не всегда. Лишь некоторые – особо сильные – комплексы удовлетворяют требованиям, предъявляемым к стандартам.

У этих комплексов отчетливо видны характерные особенности. В их состав входят не только приемы, но и физические эффекты; - приемы и эффекты, входящие в стандарт, образуют определенную систему (т.е. приемы и эффекты соединены не "как попало", а в определенной последовательности; - система приемов и эффектов, образующих стандарт, отчетливо направлена на преодоление физ. противоречия, типичного для данного класса задач; - хорошо видна связь стандартов с основными тенденциями развития технических систем.

Широта, идентичность решения и эффективность – абсолютно необходимые требования к любому "кандидату" в стандарты. Возьмем, например, применение эффекта Томса. *«В 1948 г. Б. Томс (Англия) установил, что при добавлении в воду полимерной присадки трение между турбулентным потоком и трубопроводом значительно снижается. Сам Томс работал с полиметилметакрилатом, растворенном в монохлорбензоле; в последующие годы ученые и изобретатели в различных странах нашли много других присадок, работающих еще более эффективно. Практическое применение эффекта Томса весьма разнообразно: по традиции, «смазывают» различными присадками трубопровода, «смазывают» полимерами морские и речные суда, напорные колонны глубоких скважин и т.д. Эффект Томса обуславливается образованием на границе твердое тело - жидкость молекулярных растворов, которые ограничивают и турбулентность потока. Установлено, что добавка полимеров более эффективно действует при высоких скоростях потока, где развивающаяся турбулентность потока больше».*

Здесь всегда получаются решения высокого уровня. Но область действия этого физэффекта узка. В сущности речь идет об одной задаче: "как уменьшить взаимное трение жидкости и твердого тела при их относительном движении?"

Например: способ работы жидкостно-кольцевой машины, например компрессора с изменением параметров рабочей жидкости, *отличающийся* тем, что, с целью снижения гидродинамических потерь, в жидкость вводят уменьшающие ее вязкость наполнители, например, слабые растворы полимеров.

Например: смазка для волочения труб, на основе минерального масла, **ОТЛИЧАЮЩАЯСЯ** тем, что, с целью уменьшения гидродинамического давления смазки в очаге деформации, в ее состав введено 0,2 – 0,8 вес. % полимераакрилата.

Почти во всех случаях, когда надо уменьшить вязкость воды, можно использовать эффект Томса. Тут одна задача, хотя "внешность" у нее разная.

Конечно, широта применения – понятие относительное. Уменьшать вязкость жидкости приходится часто; в принципе можно считать применение эффекта Томса стандартом. Но изобретательские решения, основанные только на этом эффекте, быстро становятся тривиальными. Например, использование электрогидравлического эффекта в конце 40-х – начале 50-х годов было сильнейшим изобретательским приемом. Но уже через несколько лет этот прием стал очевидным, тривиальным.

Стандарты, по-видимому, могут иметь значительно большую продолжительность жизни: они гибче, разнообразнее, могут быть применены к все более сложным задачам своего класса.

На протяжении многих десятилетий, различные авторы составляли списки "изобретательских приемов". Источниками были работы предшественников, личный опыт, высказывания изобретателей, сведения из литературы и т.д.

При таком подходе в поле зрения оказывается десятка полтора лежащих на поверхности приемов – предельно простых и в большинстве своем уже неспособных давать изобретательские решения высоких уровней.

Но АРИЗу присущ принципиально иной подход к исследованию приемов. Изменилось прежде всего само понятие "прием". В АРИЗе **приемы**– это операции изменения объекта с целью устранения технического противоречия (а в новых модификациях АРИЗ – **физического противоречия**).

Приемы выявляются путем анализа больших массивов современной патентной информации, причем сначала отбрасываются решения низших уровней и поиск приемов ведется только среди изобретений третьего и более высоких уровней. Неудивительно, что такой подход привел к формированию нового списка, включающего физэффекты и приемы "хитрые" и "тонкие", например, принцип предварительного исполнения, принцип использования фазовых переходов, принцип частичного исполнения и т.д.

Приемы выявляются путем анализа больших массивов современной патентной информации, причем сначала отбрасываются решения низших уровней и поиск приемов ведется только среди изобретений третьего и более высоких уровней. Неудивительно, что такой подход привел к формированию

нового списка, включающего физэффекты и приемы "хитрые" и "тонкие", например, принцип предварительного исполнения, принцип использования фазовых переходов, принцип частичного исполнения и т.д. Основная часть списка была сформулирована примерно в 1962 году; с этого времени приемы, входящие в АРИЗ, постоянно испытывались на самых разных задачах. По мере накопления информации корректировались формулировки приемов, уточнялись входящие в приемы подприемы, прояснялся механизм действия приемов. В том же году накопление материалов по одному из подприемов (применение ферромагнитного порошка в сочетании с магнитным полем) привело к созданию вепольного анализа.

Применение стандартов

Оформляя первые стандарты на решение изобретательских задач, мы сразу отказались от стремления обеспечить внешнюю схожесть на ГОСты. Описание изобретательского стандарта должно содержать краткую формулу (суть стандарта), пояснения и примеры. В описание каждого стандарта должно быть включено описание механизма его действия – с позиций общей теории развития технических систем, вепольного анализа и АРИЗа. Но **стандарты нельзя применять слепо.**

Описание обязательно должно содержать указание на срок действия стандарта. Стандарты дают решения, наилучшие только для данного уровня развития техники. В этих решениях есть, конечно, определенный запас прогностической прочности. Но все-таки периодическое обновление стандартов абсолютно необходимо. Стандарты необходимо использовать, прежде всего, для анализа задачи по АРИЗ. Если задача соответствует требованиям стандарта (т.е. указанным в ней ограничениям), ее можно не анализировать, достаточно применить стандартное решение. Если задача не соответствует требованиям имеющихся стандартов, ее надо решать по АРИЗ. Однако, первоначальная формулировка изобретательской задачи (точнее – изобретательской ситуации) иногда бывает искажена: случайные внешние обстоятельства могут так исказить условия задачи, что можно и не разглядеть соответствие задачи стандарту. Поэтому нужно повторно вернуться к вопросу о возможности использования стандартов после выявления физического противоречия, когда суть задачи намного ясней, чем вначале.

Научиться применять стандарты намного легче, чем научиться применять АРИЗ. Отсюда увеличивается эффективность обучения. Введение стандартов имеет очень важное значение для усовершенствования АРИЗ. Углубление АРИЗ наталкивается на противоречие: надо детализировать, чтобы усилить эффективность, и нельзя детализировать, поскольку снижается универсальность. Выведа "за скобки" стандартные решения, мы получаем возможность углубить аналитическую часть АРИЗ без снижения общей универсальности системы "АРИЗ плюс стандарты".

Решение изобретательских задач на обнаружение – стандарт № 1.

Формула стандарта

1. Если объект трудно обнаружить в какой-то момент времени и если есть возможность заранее внести в объект добавки, то задача решается предварительным введением в объект добавок, которые создают легко обнаруживаемое, преимущественно электромагнитное поле или легко взаимодействуют с внешним полем, обнаруживая себя и, следовательно, объект.
2. Аналогично решаются задачи, в которых необходимо обнаружить часть объекта или систему, в которую входит объект, или другой объект, который может быть соединен с данным.
3. Аналогично решаются задачи на измерение, если их можно представить в виде последовательности одиночных задач на обнаружение.

Примеры и пояснение

Стандарт основан на одном из главных правил вепольного анализа, согласно которому основная тенденция развития технических систем состоит в переходе от систем невепольных к вепольным.

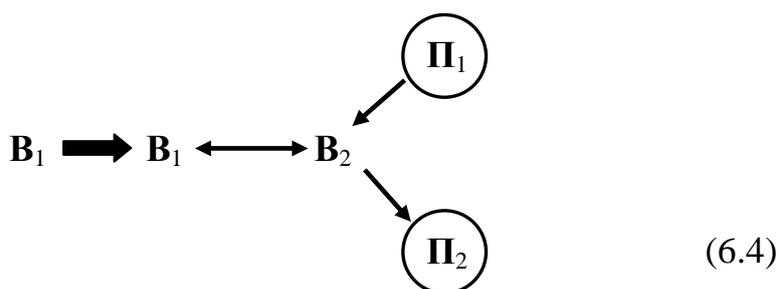
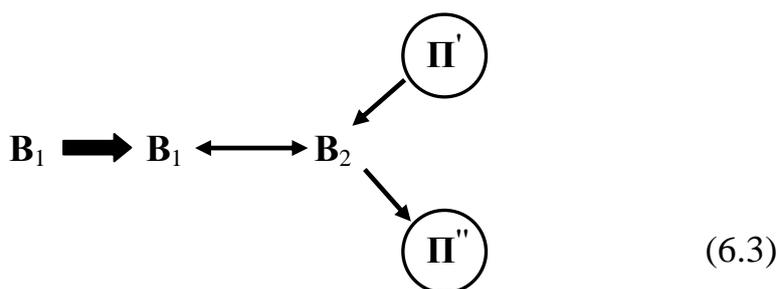
Попытка непосредственно обнаружить искомый объект игнорирует это правило, т.к. происходит переход от невеполя к всего лишь неполному веполю:



Поскольку объект (вещество V_1) задан и менять его обычно нельзя, трудно подобрать поле, действующее на V_1 так, как надо. Иногда по условиям задачи нельзя использовать то или иное поле. Возникает противоречие: надо действовать полем на V_1 , чтобы его обнаружить и не надо действовать, поскольку V_1 не обладает отзывчивостью по отношению к полю. Суть стандарта заключается в том, чтобы действовать на объект не непосредственно, а через другое, заранее введенное вещество V_2 , которое обладает отзывчивостью по отношению к полю, удобному для указанных в задаче условий.



Вещество V_2 может само создавать поле, изменять данное поле или преобразовывать его в другое поле:



Пример 1

"Способ обозначения расположения закрытых подземных дренажей из конструкций, не имеющих металлических деталей, отличающийся тем, что, с целью уменьшения объема поисковых работ в месте изменения направления и разветвления трасс дренажей устанавливаются ферромагнитные метки на глубине в пределах действия индукционных искателей".

Суть изобретения заключается в добавлении к веществу дренажных труб V_1 вещества V_2 , преобразующего поле Π' в поле Π'' (формула 6.3). Ограничение насчет применимости к конструкции, не имеющей металлических частей, введено напрасно; чтобы избавиться от этого ограничения, достаточно использовать метки, обладающие собственным магнитным полем (формула 6.2).

Пример 2

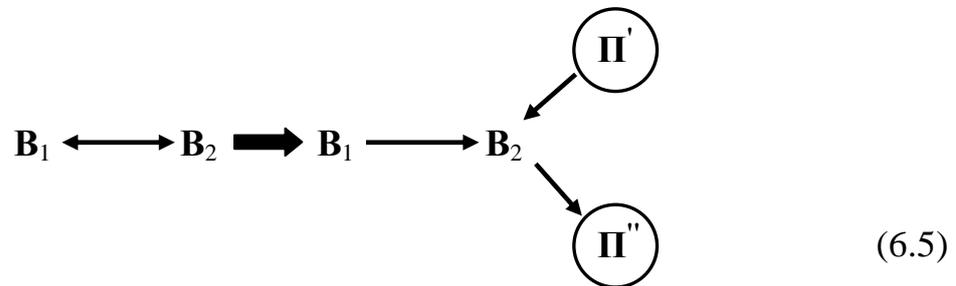
"Способ обнаружения герметизированных отверстий, например, в подводной части корпуса законсервированного корабля, отличающийся тем, что, с целью повышения надежности и ускорения процесса поиска герметизирующего отверстия, в патрубках отверстия перед его герметизацией закладывают излучающий элемент. Постоянный магнит с направлением поля по нормали к обшивке корпуса, и обнаруживают это отверстие при помощи индикатора, например, магнитометра, по наибольшей величине местной напряженности поля".

Пример 3

Способ обнаружения и учета инородных включений в жидкости, отличающийся тем, что, с целью повышения чувствительности, исследуемую среду облучают электромагнитными колебаниями сверхвысокой частоты и

регистрируют форму и амплитуду рассеянных частицами колебаний, по которым судят о количестве включений в жидкости".

Здесь решение тоже соответствует стандарту, хотя добавить V_2 не пришлось: роль V_2 сыграли сами частицы, подлежащие обнаружению.

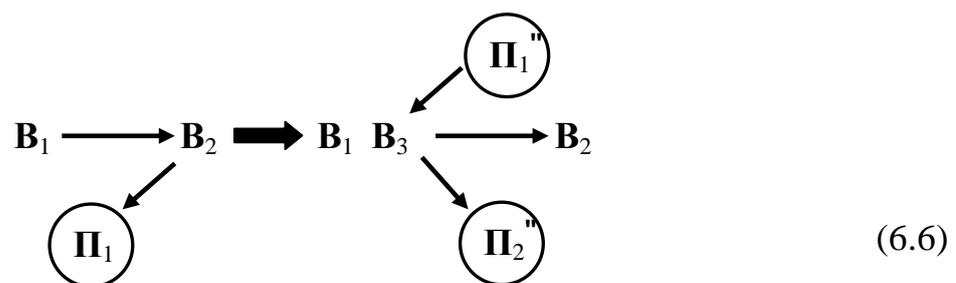


В некоторых случаях условия задачи уже дают веполь, подобный веполью в правых частях формул 6.2, 6.3, 6.4, причем, указывается, что веполь этот плох. Но и в этих случаях стандарт сохраняет силу: решение заключается в замене поля.

Пример 4

Задача: Контроль за износом деталей двигателя ведут, определяя содержание металла в масле. Чтобы повысить точность контроля, детали предварительно подвергают радиоактивному облучению, и о содержании металла в масле судят по радиоактивному излучению пробы масла. Способ этот плох, т.к. большая радиоактивность создает опасность, а малая требует для определения точных и сложных приборов.

Решение задачи состоит в замене поля: в масло добавляют люминофоры, а металлические частицы являются гасителями свечения



Где V_1 – масло, V_2 – металлические частицы, V_3 – люминофор, Π_1 – поле радиоактивных излучений, Π_2 – оптическое поле.

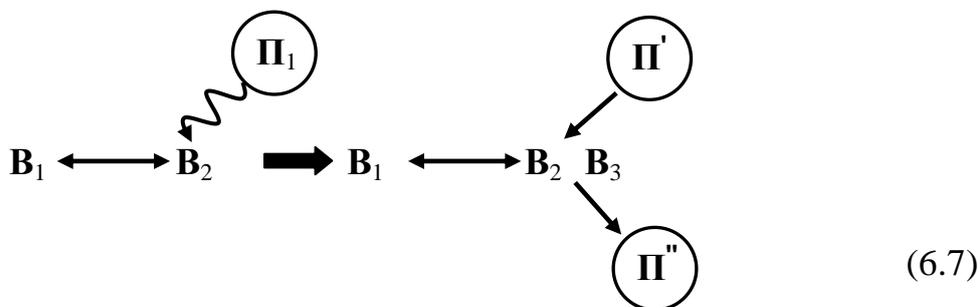
Как указывалось в примере 4, стандарт может быть применен без снижения качества решения, и в тех случаях, когда вещество V_2 взаимодействует с полем не непосредственно, а благодаря веществу V_3 .

Пример 5

"Способ обнаружения неплотностей в холодильных агрегатах, заполненных фреоном и маслом, преимущественно в домашних холодильниках, отличающийся тем, что, с целью повышения точности определения мест утечки, в агрегат вместе с маслом вводят люминофор,

освещают агрегат в затемненном помещении ультрафиолетовыми лучами и определяют места утечек по свечению люминофора в просачивающемся через неплотности масле".

Задача заключалась в визуальном обнаружении неплотности (B_1) в агрегатах холодильника. Мелкие неплотности плохо взаимодействуют с оптическим полем. Нужно другое вещество (B_2), которое будет проходить через неплотности и хорошо (активно) взаимодействовать со светом. Вещество, проходящее через неплотности, уже есть – это жидкость, заполняющая агрегат. Но жидкость плохо взаимодействует со светом, поэтому проходящие через неплотности маленькие капельки плохо видны. Нужно ввести еще одно вещество (B_3), которое будет находиться в жидкости (B_2) и сильно взаимодействовать со световым полем. Обнаружив это вещество, мы одновременно обнаружим капельки жидкости, а они – в свою очередь – укажут местонахождение неплотности. Решение соответствует формуле 6.7.

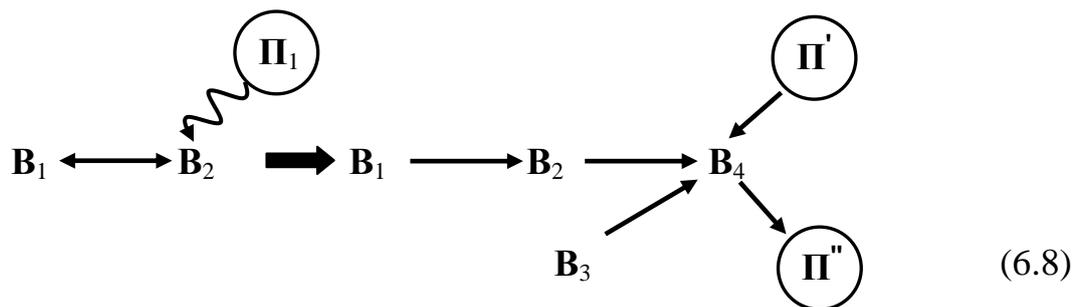


Могут возникать вопросы: что же такое B_2 – капельки или вся жидкость? Куда добавлять B_3 ? Если по условиям задачи надо найти какое-то место, вещество B_3 всегда следует добавлять во все вещество B_2 (по всей длине, площади или объему); часть B_2 потом перейдет в особое состояние (в примере 5 – пройдет через неплотности), и, взаимодействуя с полем, обнаружит искомое место. Если же место известно заранее, и задача состоит в том, чтобы обнаружить вещество B_2 , можно ввести B_3 не в B_2 , а в B_1 , т.е. в том месте, где ожидается B_2 .

Стандарт требует, чтобы **активное вещество** (т.е. вещество, активно взаимодействующее с полем), было **добавлено заранее**. Если это невозможно, активное вещество приходится получать в процессе работы, действуя на исходное вещество другими веществами и полями.

Пример 6

"Сальник, в корпусе которого выполнено отверстие под набивку, обжимаемую посредством втулки и накидной гайки, накрученной на корпус, отличающийся тем, что, с целью визуального наблюдения за разгерметизацией, один из элементов набивки выполнен из вещества, меняющего свой цвет под воздействием рабочей среды".



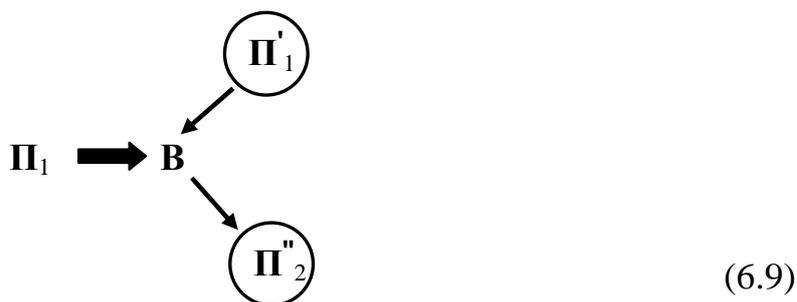
Здесь вещество 2 (жидкость) взаимодействует с веществом 3 (набивка), давая новое вещество 4, меняющее свой цвет.

Преобразование более сложное, чем в формуле 6.7, стандарт использован не непосредственно, а после химического преобразования вещества V_2 в вещество V_4 . **Усложнение преобразований есть отступление от стандарта, ведущее к снижению качества решения.** В данном конкретном случае такое отступление еще терпимо, поскольку сама задача проста и груба: место утечки заранее известно, и нужно только знать – имеется утечка или нет. Очевидно, в дальнейшем будет сделано новое изобретение, состоящее в применении люминофоров для обнаружения неплотностей в сальниках. Можно отметить попутно и явную нелогичность патентного оформления изобретения: одно и то же новшество в разных случаях оформляется как способ и как устройство.

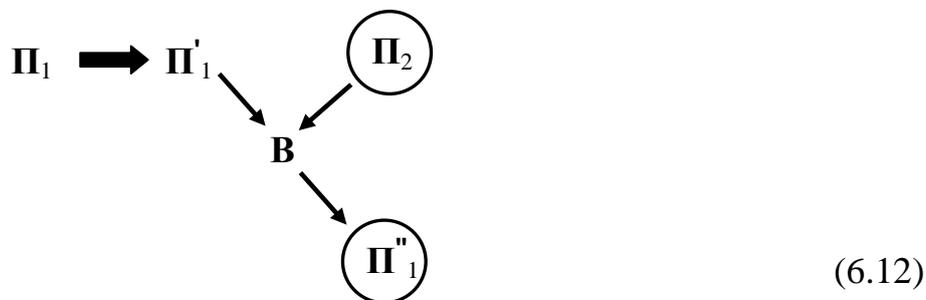
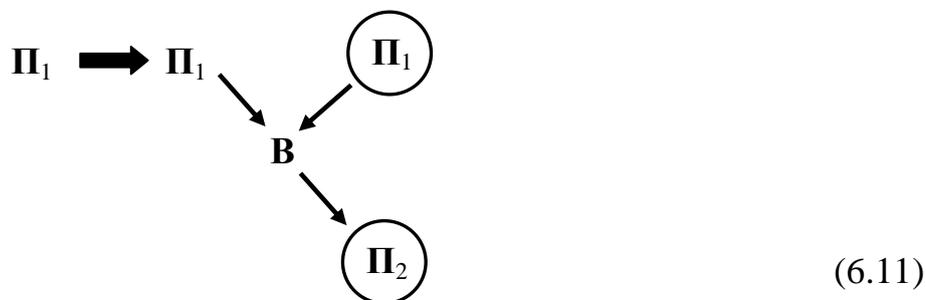
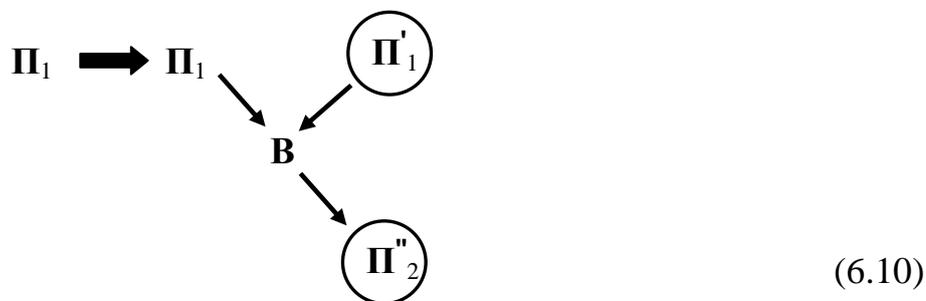
Пример 7

"Способ проверки на герметичность преимущественно диффузионно-адсорбционного холодильного агрегата, путем визуального осмотра его поверхности, отличающийся тем, что, с целью качественного определения мест утечек, агрегат заполняется рабочим веществом (водно-аммиачным раствором). Покрывают его поверхность краской на нитрофталиевой основе, в которой предварительно растворяют индикатор, например, бромфенол синий или метил красный, и по вспучиванию краски и изменению цвета индикатора, определяют места утечек".

В этом случае изобретение также соответствует формуле 6.8. Но место утечек заранее не дано, поэтому приходится покрывать краской весь агрегат. Следует стремиться к применению стандартов непосредственно – так, как это показано в формулах 6.2, 6.3, 6.4, 6.7.



Иногда исходным объектом, подлежащим определению, является поле Π_1 , и задача решается введением вещества, преобразующего данное поле Π_1 или меняющееся другое поле Π_2 , при одновременном воздействии поля Π_1 :



Пример 8

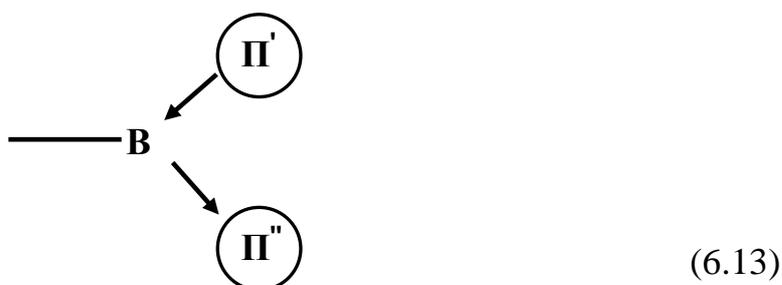
"Способ измерения температуры во вращающихся и труднодоступных местах объектов путем помещения предварительно облученного алмазного зерна в место измерения температуры на фиксированный период времени отличающийся тем, что, с целью повышения точности о температуре судят по изменению показателя преломления света алмазного зерна".

В этом изобретении использовано преобразование, соответствующее формуле 6.10 (Π_1 – тепловое поле, Π_2 - оптическое поле).

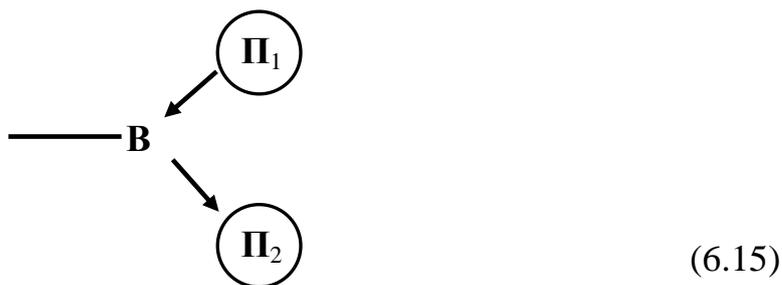
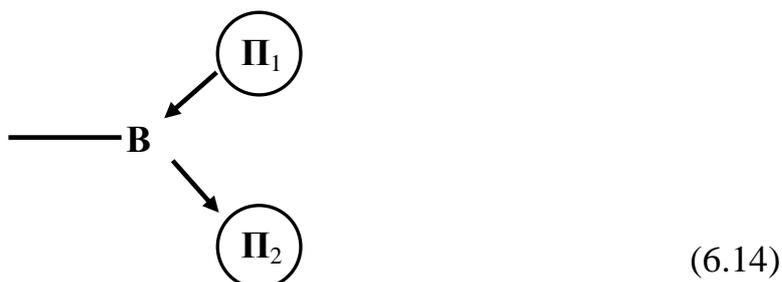
Пример 9

"Термодатчик, содержащий полый корпус с электродами внутри, отличающийся тем, что, с целью упрощения сигнализации о превышении заданной температуры и повышения надежности, в нем между электродами залит электролит, изменяющий свою электропроводность при изменении температуры".

Здесь использована формула 6.10. Изобретение совершенно аналогично изобретению в примере 8. То, что в одном случае запатентовано устройство, а в другом способ, можно объяснить только субъективизмом экспертизы.



Общим для всех случаев применения стандарта является предварительное введение вещества, меняющего, преобразующего или создающего поле.



Поле на выходе (Π , Π'' , Π_2) должно быть поле электромагнитное (оптическое, магнитное, электрическое). Это обусловлено общим требованием к стандартам – обеспечивать высокий уровень решения.

Если добавленное вещество само создает поле, то высокий уровень может быть получен (за счет простоты) и в том случае, когда поле не электрическое, например, механическое, звуковое, тепловое и т.п.

Пример 10

"При бурении скважин трубы иногда "прихватываются", т.е. зажимаются стенками скважины в каком-то месте. Чтобы ликвидировать

прихват, надо знать с точностью до 1 м, где он произошел. Длина трубы 2-5 км, длина участка прихвата – несколько десятков метров.

Обнаружить место прихвата ударом по трубе и фиксацией отраженного сигнала невозможно – звук не отражается от места прихвата. Не годятся также способы, основанные на растяжении и скручивании труб: они не могут обеспечить требуемой точности, поскольку нельзя учесть ряд факторов, например, трение труб о стенки скважины. Невозможно и механическое определение места прихвата щупом или заливкой воды в пространство между стенками скважины и колонной труб".

В этой задаче надо отыскать объект, находящийся в особом состоянии. Действуя по стандарту, надо заранее намагнитить весь объект, тогда и особая часть будет иметь особое, измененное состояние. Практически, конечно, не надо намагничивать всю колонну труб. Достаточно нанести магнитную линию вдоль колонны. Учитывая, что требуемая точность 1 м, линия может быть заменена отдельными магнитными метками (через 1 м), причем наносить эти метки можно, когда прихват уже произошел. После нанесения меток рывком прилагают к трубе растягивающее усилие, в результате чего метки на свободной части трубы (выше места прихвата) размагнитятся, а ниже – останутся.

Многие задачи на **измерение** могут быть сведены к задачам на **обнаружение** – это значительно расширяет область применения стандарта.

Пример 11

"В сосуде (форме) затвердевает полимерный состав. Надо определить степень затвердевания. Вводить внутрь сосуда приборы нельзя, т.к. после затвердевания их нельзя будет извлечь без разрушения изделия".

Это – задача на измерение. Но измерение во многих случаях можно рассматривать как обнаружение определенного состояния объекта (или нескольких последовательных состояний). Измерить степень затвердевания – значит обнаружить начало затвердевания, обнаружить определенное состояние вещества. Потом надо будет обнаружить следующее состояние (с большей степенью затвердевания) и т.д. до полного затвердевания. Задача на измерение сводится к ряду задач на обнаружение, а это позволяет применить стандарт. Нужно ввести вещество B_2 , которое создает или меняет поле при переходе B_1 (полимера) из жидкого в твердое состояние.

Способ определения степени затвердевания (размягчения) полимерных составов, отличающийся тем, что, с целью неразрушающего контроля, в состав вводят магнитный порошок и измеряют изменение магнитной проницаемости состава в процессе его затвердевания (размягчения).

Внутри полимера вводят не приборы, не датчики приборов, а крупинки порошка, которое, в отличие от "немного" полимера, "кричит" о своем состоянии стоящим в стороне приборам.

Пример 12

"В лабораторию на исследование поступил распылитель жидкости (промышленный пульверизатор). Надо как можно точнее определить, насколько равномерно он работает (т.е. как меняется во времени количество

распыленной жидкости). Измерять для этого неравномерность подачи жидкости нельзя – мы получим колебания на входе, а они могут не соответствовать колебаниям на выходе (распылитель может сглаживать колебания, или наоборот – создавать их). Нужно непосредственно измерить колебания количества жидкости (воды) в конусе, создаваемом распылителем".

Предположим, через распылитель в какой-то момент времени проходит M грамм воды. В следующий момент пройдет $M \pm \Delta M$. Задача на измерение сводится, таким образом, к задаче обнаружения ΔM . Иными словами, нужно уметь обнаружить "лишнюю капельку" (или "недостающую капельку"). Ситуация абсолютно идентичная той, которая была в примере 5. В обоих случаях надо обнаружить капельку жидкости, и трудность состоит в том, что эта капелька неактивна по отношению к электромагнитному полю. Решение, естественно, заключается в добавке активного вещества, взаимодействующего, например, с оптическим полем.

Способ измерения плотности потока капель модельной жидкости, созданного распылительным устройством типа форсунки, заключающийся в распылении форсункой модельной жидкости, освещении зоны распыления и регистрации вторичного излучения, отличающийся тем, что, с целью повышения точности измерений в качестве модельной жидкости используется раствор люминофора, облучают зону распыления ультрафиолетовым излучением, и по интенсивности люминесцентного свечения определяют плотность потока капель".

Излучение, создаваемое активным веществом, должно по возможности сильнее отличаться от фонового излучения. Но существуют задачи на антиобнаружение (маскировку); в этих задачах может быть применен антистандарт – добавка вещества, уравнивающего имеющееся излучение с фоновым.

Пример 13

Вагранки (литейные печи) имеют трубы, из которых выбивает пламя, в ночное время демаскирующее завод. Переход к закрытой системе исключен. Установка гасителей уменьшает тягу трубы. Остановка печи во время тревоги невозможна. В данном случае добавки должны создавать излучение, окрашивающее пламя во время тревоги в цвет темного (ночного) неба. Такими добавками могут быть, например, соли меди, окрашивающие пламя в темно-синий цвет.

Пример 14

Как сделать, чтобы чертеж (или другой документ) можно было читать, но невозможно было бы сфотографировать?

Чертеж – это темные линии на белом фоне (или наоборот). Очевидно, нужна такая добавка, которая создает для фотоаппарата интенсивное фоновое излучение. Такой добавкой может быть покрытие из прозрачной флюоресцирующей (люминесцентной) краски. Покрытие создает фон на время фотографирования при повышенной освещенности, или же

постоянный фон (например, ультрафиолетовый), невидимый для глаза, но засвечивающий фотопленку.

Если использовать не антистандарт, а прямой стандарт, можно предложить добавлять в тушь люминесцентные краски; линии, вычерченные такой тушью, будут хорошо фотографироваться.

Применение стандарта

*Задача на обнаружение может быть частью более сложной задачи. Например, надо обнаружить вредное явление и устранить его. В этом случае надо **проверить обходной путь** (возможно устранение вредного явления без его обнаружения или превращения вредного явления в нейтральное или полезное). Решая задачу на обнаружение, необходимо **до применения стандарта** вернуться к исходной изобретательской ситуации, рассмотреть возможность решения другой задачи, не требующей обнаружения.*

Решение изобретательских задач на сравнение – стандарт № 2

Формула стандарта

1. Если нужно сравнить объект с эталоном с целью выявления отличий, 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.
2. Аналогично решаются задачи на измерение, если есть возможность иметь эталон или его изображение.

В основе стандарта комплекс приемов, позволяющий повысить степень идеальности процесса. Во-первых, три последовательные операции (наблюдение за объектом, перенос полученных данных на эталон, выявление разности) совмещаются во времени. Во-вторых, операции с труднодоступным, неудобным и т.д. объектом заменяются операциями с его изображением (копией). В третьих, использование противоположных по окраске изображений объекта и эталона позволяет сильно (контрастно) выделить разность между объектом и эталоном, что улучшает условия работы и создает предпосылки для автоматизации процесса.

Пример 1

"На предприятии, выпускающем циферблатные измерительные приборы, последний этап производства – проверка готовых приборов. Производится она так: контролер устанавливает готовый прибор рядом с выверенным образцом-эталонem и сличает показания прибора в нескольких точках шкалы. Если уменьшить число контрольных точек, скорость проверки возрастет, но снизится точность контроля. И наоборот, если увеличить число контрольных точек, то повысится точность, а скорость проверки снизится".

Решение этой задачи точно соответствует стандарту. Эталонный прибор имеет стрелку, окрашенную в цвет, контрастный цвету окраски стрелки

проверяемого прибора. Оптическое устройство совмещает изображения обоих приборов. Контролер включает оба прибора и наблюдает движение стрелок, одновременно повышая измеряемый параметр (давление, число оборотов, силу тока и т.п.). Если прибор исправен, изображения обеих стрелок совпадают; при неисправности прибора изображения стрелок раздвигаются.

Пример 2

"Миниатюрные, но сложные по форме детали (например, детали часов, фотоаппаратов и т.д.) проверяют путем обмеров. Способ очень малопроизводителен и ненадежен".

В отличие от предыдущей задачи, здесь не упоминается об эталоне. Но суть проверки заключается именно в сравнении с эталоном или чертежом. Следовательно задача решается по стандарту 2. Проверяемый объект освещают зеленым цветом, эталон – желтым. Оптическое совмещение ведется при помощи микроскопа, имеющего два предметных столика, два объектива и один окуляр. Микроскоп совмещает изображения и, когда контуры не совпадают, появляется зеленая или желтая кайма.

Пример 3

"Плата (пластинка) просверлена множеством отверстий диаметром в доли миллиметра. Контроль ведется сравнением с эталоном – это медленно и ненадежно".

Условия задачи полностью соответствуют требованиям стандарта. Контролируемую плату освещают желтым светом, эталон – синим. Оба изображения проецируют на экран. Если на экране появился желтый цвет, значит, на контролируемой плате отсутствует отверстие. Если на экране появился синий цвет, значит, на контролируемой плате имеется лишнее отверстие.

Пример 4

"Способ измерения деформаций оболочек, путем измерения координат точек поверхности оболочек оптическим методом, отличающийся тем, что, с целью измерения оболочек сложных конфигураций, получают с помощью пластической массы слепки деформированных и недеформированных поверхностей оболочки, и по разности результатов измерения координат точек слепков определяют деформации".

Здесь интересно отметить предварительную операцию приготовления эталона – изготовление слепка оболочки до деформации. Способ может быть усовершенствован, если – в соответствии со стандартом № 2 – окрасить обе поверхности в дополнительные цвета и совмещать голографические (объемные) изображения.

Пример 5

"Способ изготовления гибочных шаблонов для труб корабельных и тому подобное трубопроводов, отличающийся тем, что, с целью обеспечения быстрого и простого поворотного изготовления временных легких шаблонов каждый раз при возникновении потребности в каждом из них, изготовление осуществляется непосредственно по увеличенным на экране до натуральных

размеров фотоснимков с шаблонов, сделанных в нескольких, выбранных в зависимости от сложности шаблона, плоскостях".

В этом изобретении эталон дан заранее, а готовить приходится изделие, соответствующее эталону (операции изготовления и измерения совмещены). В изобретении есть все признаки стандарта: изображение эталона оптически переносят на материал будущего объекта и получают совмещенное изображение объекта. Чтобы изображение эталона было ясно видно, его окраска должна быть контрастной (более яркой, более темной, другого цвета) по отношению к материалу объекта (об этом не сказано в формуле изобретения, поскольку это подразумевается само собой).

Пример 6

"Способ подсчета мелких водяных организмов в потоке воды по ее прозрачности фотометрированием, отличающийся тем, что, с целью повышения производительности труда при поштучном подсчете личинок рыб, прозрачность воды доводят до заранее заданного эталона, соответствующего определенному количеству организмов, путем концентрации в нем последних".

В отличие от стандарта, здесь нет указания на контрастность окрасок объекта и эталона. Введение таких окрасок является возможными резервами дальнейшего улучшения метода.

Пример 7

"Способ контроля веса квадратного метра бумаги путем просвечивания его источником света и измерения интенсивности прошедшего через бумагу света, отличающийся тем, что, с целью повышения точности измерения бумагу помещают в систему поляризатор-анализатор, устанавливаемую между источником света и фотоприемником, измеряют интенсивность света, прошедшего через скрещенные и параллельные поляризаторы, и по отношению интенсивности определяют вес квадратного метра бумаги".

С одной стороны, это изобретение можно преобразовать, введя эталон и заменив последовательные операции сравнения с поляризованного и не поляризованного потоков одной операцией сравнения с эталоном. С другой стороны, можно видоизменить предыдущее изобретение (пример 6), убрав эталон и введя два последовательных измерения в поляризованном и неполяризованном свете

Пример 8

"Способ контроля кристаллизации кондитерских масс, например, ирисной, в процессе производства, путем микроскопирования исследуемого образца, отличающийся тем, что, с целью повышения точности контроля, микроскопирование осуществляется в проходящем поляризованном световом луче изменением при этом интенсивности светового потока с последующим определением содержания кристаллов".

Стандарт предусматривает непосредственное сравнение оптических изображений. Однако допустимо и преобразование оптических изображений, например, в электрические сигналы, и сравнение этих сигналов: оптический кодировщик положения вала использует луч поляризованного света,

модулированный в соответствии с заданной частотой сигналом модуляции. Модулированный поляризованный свет проходит через анализатор, установленный на конце вала, угловое положение которого требуется определить. Свет, выходящий из анализатора, падает на детектор, который вырабатывает выходной электрический сигнал, сравниваемый с сигналом модуляции. Фазовый сдвиг между сигналами модуляции и детектируемым сигналом пропорционален углу поворота вала.

Применение стандарта

Необходимые и достаточные условия применения стандарта:

- задача должна состоять в сравнении с эталоном;
- должна быть возможность получения и сравнения электромагнитных (преимущественно оптических) изображений объекта и эталона.

До применения стандарта необходимо вернуться к исходной изобретательской ситуации и рассмотреть возможность решения другой задачи, не требующей сравнения.

После применения стандарта надо проверить возможность получения аналогов изобретения за счет замены вида контрастности изображений (черное и белое, красное и зеленое, желтое и синее, два пучка по разному поляризованного света и т.д.).

Решение изобретательских задач на ликвидацию вредных явлений, возникающих при соприкосновении подвижного и не подвижного объектов – стандарт № 3

Формула стандарта

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

Примеры и пояснение

Стандарт основан на использовании одного из основных правил вепольного анализа: наиболее простой и эффективный способ разрушения веполь состоит в введении третьего "лишнего" вещества. Однако если просто ввести какое-то третье вещество, решение может оказаться слабым, или вообще непригодным, поскольку условия задачи обычно налагают запрет на применение третьих веществ (всякого рода прокладок, облицовок, покрытий и т.п.). Возникает физическое противоречие: третье вещество должно быть, и его не должно быть. Стандарт указывает путь решения противоречия: третье вещество должно быть видоизменением одного из соприкасающихся веществ. Тогда третьего вещества не будет, т.к. оно является одним из уже имеющихся веществ, и оно будет, т.к. оно все-таки отличается от имеющихся веществ. Соединение вепольного правила с таким приемом преодоления противоречия позволяет получить решения, близкие к

ИКР (имеющиеся вещества сами играют роль третьего вещества) и поэтому являются решениями высокого уровня.

Пример 1

"В светокопировальной машине сломалось сложное по форме и дорогое стекло, по которому протягивается калька с чертежами. Поставили дешевое оргстекло, но при движении кальки по оргстеклу они взаимно электризуются и притягиваются. Калька застревает в машине, рвется".

Необходимость введения третьего вещества кажется здесь очевидной. Однако вводить третье вещество нельзя, т.к. оно нарушит процесс светокопирования. Правильное решение состоит в том, чтобы "вводить и не вводить", т.е. третье вещество должно быть видоизменением кальки или стекла. Контрольный ответ: по стеклу протягивают чистую кальку, она прилипает и остается на стекле: кальку с чертежами протягивают по чистой кальке; электризация не происходит, калька протягивается свободно.

Пример 2

"По стальной трубе движется уголь. Влажность угля высока, поэтому он прилипает к стенкам".

В соответствии со стандартом надо ввести третье вещество, являющееся видоизменением имеющихся двух веществ – стали и угля мокрого. Мокрый уголь посыпают тонким слоем сухого угольного порошка.

Пример 3

"Способ предупреждения кавитационной эрозии гидродинамических профилей, например, подводных крыльев, путем покрытия поверхности профиля слоем защитным, отличающимся тем, что, с целью повышения его эффективности при одновременном снижении гидродинамического сопротивления профиля, защитный слой создают непрерывным намораживанием на поверхности корки льда по мере ее разрушения от кавитации, поддерживая толщину защитного слоя в установленных пределах, исключая оголение поверхности и ее эрозию под действием кавитации".

Здесь отчетливо виден механизм действия стандарта. По условиям задачи вода разрушает любое покрытие. Необходимо постоянно наращивать покрытие, компенсируя его разрушение. Но для этого требуется много вещества. Откуда его взять? Единственная возможность – из этой же воды, видоизменив ее так, чтобы она стала твердым покрытием.

Пример 4

"Способ регулирования расхода пульпы путем изменения проходного сечения регулирующего органа под воздействием внешних сил, отличающийся тем, что, с целью увеличения долговечности регулирующего органа и повышения надежности регулирования, железорудную пульпу пропускают через участок трубопровода, выполненный из немагнитного материала, при одновременном воздействии на нее вращающегося магнитного поля".

Как и в предыдущем примере, задача состоит в том, чтобы найти способы борьбы с эрозией стали (задвигки) под воздействием потока пульпы. Аналогичны и физические противоречия: должно быть много

третьего вещества, поскольку постоянное обновление защитного слоя сложно и дорого. Отчетливо видны все признаки стандарта: третьим веществом является сама видоизмененная пульпа (остановившиеся частицы железной руды).

Пример 5

"Колено для соединения трубопровода, транспортирующего сыпучие ферромагнитные материалы, отличающееся тем, что, с целью снижения потерь давления в системе трубопровода и повышения износостойкости колена путем образования защитного слоя из ферромагнитного материала, на наружной стенке колена, на его выпуклой части, установлен магнит".

Разумеется, это изобретение можно было бы оформить и как "Способ защиты...". И наоборот, с равным основанием, предыдущее изобретение можно было бы оформить и как способ, и как устройство. До сих пор, пока патентная экспертиза будет игнорировать методику решения изобретательских задач, такие ляпсусы неизбежны.

Пример 6

"Существуют аппараты для дробеструйной очистки и упрочения дробью. При этом, однако, дробь повреждает металл корпуса, разъедает внутренние поверхности аппарата".

Естественно, что и в этом случае должен быть применен стандарт № 3: внутреннюю облицовку выполняют из магнитного материала. На внутренней поверхности налипают слои дробинок. Выбитые дробины заменяются другими, защитный слой может работать вечно.

Применение стандарта

Необходимые и достаточные условия применения стандарта:

- соприкасающиеся объекты по условиям задачи должны быть подвижны друг относительно друга;
- вредное явление должно возникать на поверхности соприкосновения именно вследствие подвижности одного из объектов;
- Должна быть возможность введения или получения третьего вещества, являющегося видоизменением одного из данных веществ.

Решение изобретательских задач на перемещение, напряжение и обработку неферромагнитных объектов – стандарт № 4

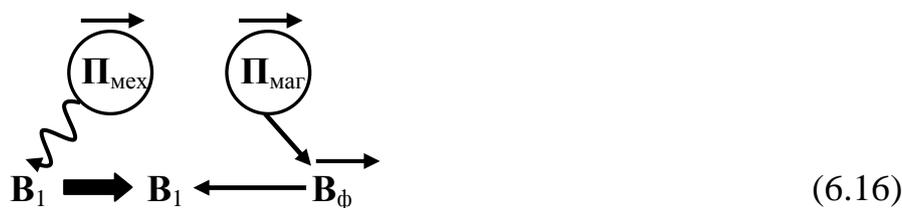
Формула стандарта

1. Если нужно привести в движение или затормозить объект, состоящий из неферромагнитного вещества, или включающий его, и если этот объект мал по размерам и неудобен для манипуляции или состоит из многих частей, или расположен в труднодоступном месте, задача решается применением управляемого магнитного поля или электрического, введением второго, ферромагнитного, вещества, преимущественно в виде ферромагнитного порошка.

2. Аналогично решаются задачи, в которых дан ферромагнитный объект, не взаимодействующий с вводимым магнитным полем.
3. Аналогично решаются задачи, в которых надо привести в движение часть объекта.
4. Аналогично решаются задачи, в которых надо обеспечить напряженное состояние объекта или его части.
5. Аналогично решаются задачи, в которых нужно изменить состояние, например, обработать вещество объекта.
6. Аналогично решаются задачи, в которых перемещение объекта или изменение его состояния (пористости, вязкости и т.д.) нужны не сами по себе, а для управления состоянием или перемещением третьего объекта.

Примеры и пояснение

Стандарт основан на одном из главных правил вепольного анализа, согласно которому основной тенденцией развития технических систем является переход от невепольных систем к вепольным.



Вместо тривиального решения, состоящего в непосредственном механическом воздействии на объект, используют ферромагнитное вещество-посредник V_ϕ . Стрелки над буквами обозначают подвижность, движение.

Может возникнуть вопрос, почему в формуле стандарта говорится о неферромагнитных объектах, и не упоминаются объекты ферромагнитные? Действительно, если ферромагнитный объект плохо перемещается механическим полем, то задача может быть решена использованием магнитного (электромагнитного поля).



Такая схема реализована, например, в магнитных подъемниках-кранах, магнитных переносчиках и т.п. Однако, исходный неполный веполь здесь не достраивается; он остается неполным веполем, но с другим полем. Простая замена поля не дает четко выраженного нового эффекта. Такие решения сегодня уже не являются изобретательскими, хотя, еще 50 лет назад они могли считаться оригинальными, творческими.

Чтобы перейти к решениям, дотягивающим до современного изобретательского уровня, нужно вепольные системы достраивать до полных веполей, вводя второе вещество.

Пример 1

"Устройство для объединения потоков жестяных консервных банок. Отличающееся тем, что, с целью упрощения конструкции, приспособление для формирования объединенного потока, представляет собой ряд наклонных сходящихся лотков, по каждому из которых смонтированы с возможностью поперечного включения электромагниты".

По условиям задачи даны два ферромагнитных объекта, поэтому управление ими при помощи магнитного поля является очевидным решением. По-видимому, через какое-то время решения, в которых нет ничего, кроме применения магнитов по своему прямому назначению, перестанут патентоваться.

В сферу действия стандарта входят только те задачи, в которых **требуется перемещать неферромагнитное вещество**. По стандарту эти задачи решаются введением второго вещества-посредника и магнитного поля. Таким образом, по стандарту удастся придать неферромагнитному веществу ферромагнитные свойства: это дает решения высоких уровней.

Пример 2

Предлагается при производстве спичек вводить в состав серы ферромагнитные частицы – для автоматической транспортировки и укладки спичек в коробки.

Пример 3

В чернила добавляют магнитные частицы, что позволяет управлять выпуском чернил на бумагу, например, в телеграфных устройствах, с помощью магнитного поля.

Пример 4

"Способ очистки вод от масла и смол путем адсорбции их порошком, гидрофобизированным кремнийорганическими соединениями с последующим отделением порошка вместе с адсорбированными маслами и смолами, отличающийся тем, что, с целью удешевления процесса, в качестве адсорбента используют магнитовосприимчивый порошок, например, магнетит, и отделение порошка ведут магнитным сепаратором".

Пример 5

"Способ разделения смесей из двух компонентов, например, минеральных удобрений, или выделения контрольного компонента из смеси при помощи магнитного поля, отличающийся тем, что, с целью полного и быстрого выделения анализированного компонента, в состав последнего при гранулировании вводят ферромагнитный порошок".

В этом примере магнитное поле упоминается – в отличии от примера 4 – упоминается до слова "отличающийся"; между тем, предложения абсолютно одинаковые: чтобы отделить вещество А от вещества Б, в одно из этих веществ предварительно вводят ферромагнитные частицы и, естественно,

используют магнитное поле. Игнорирование экспертной методики изобретательского творчества приводит к появлению большого числа изобретений-двойников, отличающихся друг от друга только словесным оформлением.

Пример 6

"Способ проведения процессов, например каталитических в системах с движущимся катализатором, отличающийся тем, что, с целью расширения области применения, создают движущееся магнитное поле и применяют катализатор с ферромагнитными свойствами".

Здесь та же задача на перемещение, но перемещать надо не для разделения, как в двух предыдущих примерах, а для соединения, для лучшего перемешивания.

Пример 7

"Способ оваллизации твердых хрупких материалов, например зерен абразивных порошков, путем разгона, столкновений и трения зерен о стены камеры, отличающийся тем, что, с целью расширения диапазона зернистости обрабатываемых материалов, разгон абразивных частиц производят в смеси с ферромагнитными частицами, под воздействием переменного, например, бегущего магнитного поля-статора, служащего камерой, в которой производится оваллизацию."

Пример 8

При изготовлении алмазного инструмента надо уложить алмазные зерна не "как попало", а в определенном положении – острым углом вверх.

Задача решается точно по стандарту: алмазные зерна покрываются тонким слоем металла (металлизируются), а затем укладываются в нужное положение при помощи магнитного поля. Здесь, как и в предыдущих примерах, хорошо видно, что стандарт представляет собой совокупность нескольких приемов, прежде всего – применение вещества-посредника и замены механического взаимодействия электромагнитным.

Для правильного применения стандарта № 4 следует учитывать, что исходное вещество должно быть немагнитным в том смысле, что **оно не должно непосредственно взаимодействовать с вводимым магнитным полем**. Поэтому объекты, которые содержат ферромагнитное вещество, могут рассматриваться как немагнитные, если они не взаимодействуют непосредственно с вводимым магнитным полем.

Пример 9

"Применение электромагнитного насоса для перекачки электролитов в качестве реактивного судового двигателя".

Здесь исходный объект – корпус корабля. Второе вещество – морская вода (электролит). Электромагнитное поле действует на электролит, а электролит взаимодействует с корпусом корабля. Непосредственного взаимодействия электромагнитного поля с корпусом корабля нет, поэтому безразлично, из какого вещества сделан корпус.

Если задача состоит в том, чтобы привести в движение часть объекта, задача решается по стандарту, но с введением ферромагнитных добавок именно в эту часть объекта.

Пример 10

"Способ интенсификации теплообмена в трубчатых элементах поверхностных теплообменников, отличающийся тем, что, с целью повышения коэффициента теплопередачи, в поток теплоносителя вводят ферромагнитные частицы, перемещающиеся под действием вращающегося магнитного поля преимущественно у стенок теплообменника, для разрушения и турбулизации пограничного слоя".

Стандарт может быть использован и при решении задач, условия которых требуют создания "внутреннего" движения частиц вещества, т.е. создания напряженного состояния. В этих случаях объект остается неподвижным.

Пример 11

"Способ создания напряженного состояния в моделях деталей машин и конструкций, отличающийся тем, что, с целью упрощения создания сложнонапряженного состояния, модель создается из пластмассы с ферромагнитным наполнителем и воздействуют на нее электромагнитным полем". Если объект остается неподвижным, а движутся только ферромагнитные частицы, то происходит механическая обработка вещества объекта. Поэтому стандарт может быть использован для решения задач на обработку вещества.

Пример 12

"Способ внутреннего шлифования, отличающийся тем, что изделие с насыпанным в него зернистым или порошкообразным абразивом из ферромагнитного материала или жидкостью помещают во вращающееся магнитное поле".

По условиям некоторых задач объект должен быть неподвижен только на определенное время для передвижения из одной позиции в другую, или для перехода из одного состояния в другое. Стандарт применения и в этих условиях.

Пример 13

"Магнитный фильтр, состоящий из двух постоянных магнитов или электромагнита, отличающийся тем, что, с целью более эффективной очистки запыленного воздуха, при его высокой температуре и влажности, в нем используется ферромагнитный порошок, помещенный между полюсами магнита, и создающий структуру слоевого зернистого фильтра".

Чтобы улавливать пыль, раньше использовались фильтры из многослойной металлической ткани. Такие фильтры быстро забивались пылью, а ее удаление было операцией тяжелей и медленней. Решение задачи соответствует стандарту; введены магнитное поле и вещество – посредник. Фактически надо было решить две задачи: как остановить пыль и как ее потом освободить. Это вторая задача решается "антистандартом":

отключают магнитное поле, в результате, «отключается» и вещество-посредник. Структура фильтра на время распадается и пыль освобождается.

В этой задаче надо было останавливать пылинки и пропускать несущий газ. Поэтому вещество-посредник имело пористую структуру. Очевидно, что вещество-посредник может иметь и сплошную структуру. Тогда оно будет пропускать или не будет пропускать газ или жидкость.

Пример 14

"Аварийный сигнализатор температуры, содержащий установленные в корпусе входной, выходной патрубки и клапанный термочувствительный элемент, расположенный в выходном патрубке, отличающийся тем, что, с целью повышения быстродействия, в нем запорный орган клапанного термочувствительного элемента выполнен в виде магнитного порошка, помещенного в зоне поля электромагнита, размещенного на внешней поверхности выходного патрубка".

Магнитные частицы могут «хватать-отпускать» не только пыль, но и другие, введенные в них объекты. Практически для этих целей удобнее различные ферромагнитные жидкости, состоящие из взвеси магнитных частиц в олеиновом масле. Такие жидкости уже являются вепольными системами, вместе со схватываемыми объектами они образуют **комплексные** веполи.

Пример 15

"Заглушка, например, для герметизации трубопроводов и горловин, выполненная в виде стакана под уплотнитель, отличающаяся тем, что, с целью сокращения времени установки и снятия заглушки, на наружной поверхности стакана установлена электромагнитная катушка, а в качестве уплотнителя используется ферромагнитная жидкость". Совершенно очевидно, что любой предмет – не только заглушка – может быть «схватываем – отпускаем» аналогичным образом. Только дичайшим анахронизмом изобретательского права можно объяснить то, что авторские свидетельства выдаются на каждый отдельный объект, «схватываемый – отпускаемый» магнитной жидкостью. Аналогичное изобретение используется для закрепления деталей при механической обработке. В Англии твердеющая магнитная жидкость используется в муфтах. Понятно, что у магнитной жидкости кроме двух состояний – жидкого и твердого, есть различные промежуточные состояния, отличающиеся друг от друга различной величиной вязкости.

Пример 16

"Возбудитель направленных колебаний, содержащий дебалансные валы и синхронизирующее приспособление, в виде закрепленных на дебалансах постоянных магнитов, отличающийся тем, что, с целью снижения потерь в магнитной цепи и увеличения синхронизирующего усилия, дебалансы помещены в суспензии с изменяющейся в магнитном поле вязкостью".

Пример 17

"Новый способ превращения хлопка-сырца в ткань: волокна окунают в олеиновое масло с ферромагнитными частицами, волокна становятся чувствительны к магнитному полю и т.д."

Пример 18

"Новый способ отделения нефти от воды: в поток вводят ферромагнитные частицы, взвешенные в керосине; взвесь слипается с частицами нефти; отделение ведут магнитным сепаратором".

Применение стандарта

Необходимые и достаточные условия применения стандарта:

- задача должна состоять в изменении (по величине, направлению или программе) скорости движения объекта (части объекта);
- или же задача должна состоять в получении напряженного состояния объекта (части объекта);
- или задача должна состоять в обработке (например, механической) объекта (части объекта);
- объект должен быть неферромагнитным, во всяком случае, он не должен непосредственно взаимодействовать с магнитным полем, которое будет введено по условиям задачи;
- объект должен быть неферромагнитным, во всяком случае, он не должен непосредственно взаимодействовать с магнитным полем, которое будет введено по условиям задачи;
- объект должен быть неудобным для манипуляций с ним, малым по размеру, хрупким, состоящим из множества частиц, расположенным в труднодоступном месте и т.д.;
- должна быть возможность на время или постоянно ввести электромагнитное поле и использовать ферромагнитные частицы.

Решение изобретательских задач на интенсификацию показателей технической системы – стандарт № 5.

Формула стандарта

1. Если нужно увеличить технические показатели системы (вес, размер, скорость и т.п.), и это наталкивается на принципиальные препятствия (запрет со стороны законов природы, отсутствие в современной технике необходимых материалов, веществ, мощностей и т. п.), система должна войти в качестве подсистемы в состав другой, более сложной системы. При этом развитие исходной системы приостанавливается, заменяясь более интенсивным развитием сложной системы.
2. Аналогично решаются задачи, в которых необходимость интенсифицировать процесс наталкивается на принципиальные трудности и ограничения.

Примеры и пояснение

Стандарт основан на универсальных законах развития любых систем:

- системы С1, С2, С3... могут развиваться только до определенного предела, после чего они объединяются в надсистему НС, т.е. образуют другую, более сложную систему;
- темпы развития систем С1, С2, С3..., вошедших в качестве подсистем в надсистему НС, резко замедляются, или становятся равными нулю;
- темпы развития образовавшейся НС резко увеличиваются, по сравнению с темпами развития систем..., причем развитие НС идет, в основном, за счет усложнения связей между С1, С2, С3..., т.е., за счет развития структуры НС.

Примером действия этих законов в природе может служить ряд: атом – молекула – клетка – организм – общество. Как известно, слишком тяжелые атомы неустойчивы; ряд атомов обрывается примерно на сотом "образце", дальнейшее развитие идет не за счет появления новых, более тяжелых атомов, а за счет объединения атомов в молекулы. Ряд молекул как бы перехватывает эстафету развития: молекулы образуют все более сложные соединения – вплоть до полимеров и белков. Однако на белках развитие молекул останавливается; эстафета перехватывается клетками. Клетки также образуют ряд последовательно развивающихся "образцов", и хотя известны очень крупные клетки (у водорослей), развитие опять таки перехватывает надсистема – организм. Первые образцы организмов представляют собой простое объединение клеток, но, в результате быстрого развития, возникают все более сложные организмы – вплоть до человека. Впрочем, еще задолго до появления человека, природа начинает экспериментировать, создавая из организмов (муравьи, пчелы) надсистемы. По-видимому, эти экспериментальные надсистемы оказались плохи по одному (но решающему) показателю: они не обеспечили ускоренных темпов развития. Наоборот, темпы развития этих подсистем оказались близки к нулю. Иначе получается с человеком: надсистема «общество» обладает чрезвычайно высокими темпами развития. Может быть, даже слишком высокими.

Примером действия тех же законов в технике может служить развитие технической системы "корабль" (рис. 6.1). На этой схеме отчетливо видны повторяющиеся циклы (точнее – витки, спирали). Каждый цикл начинается с возникновения **комплекса (К)**– механического объединения двух систем: плот плюс весло, весельный корабль плюс парус, парусный корабль плюс паровой двигатель. В процессе дальнейшего развития, в комплексе отмирают те подсистемы, которые исчерпали возможности совершенствования (в рамках данной системы). Так в парусно-весельных кораблях отмирает весельный привод, а в паропарусных кораблях парусный привод.

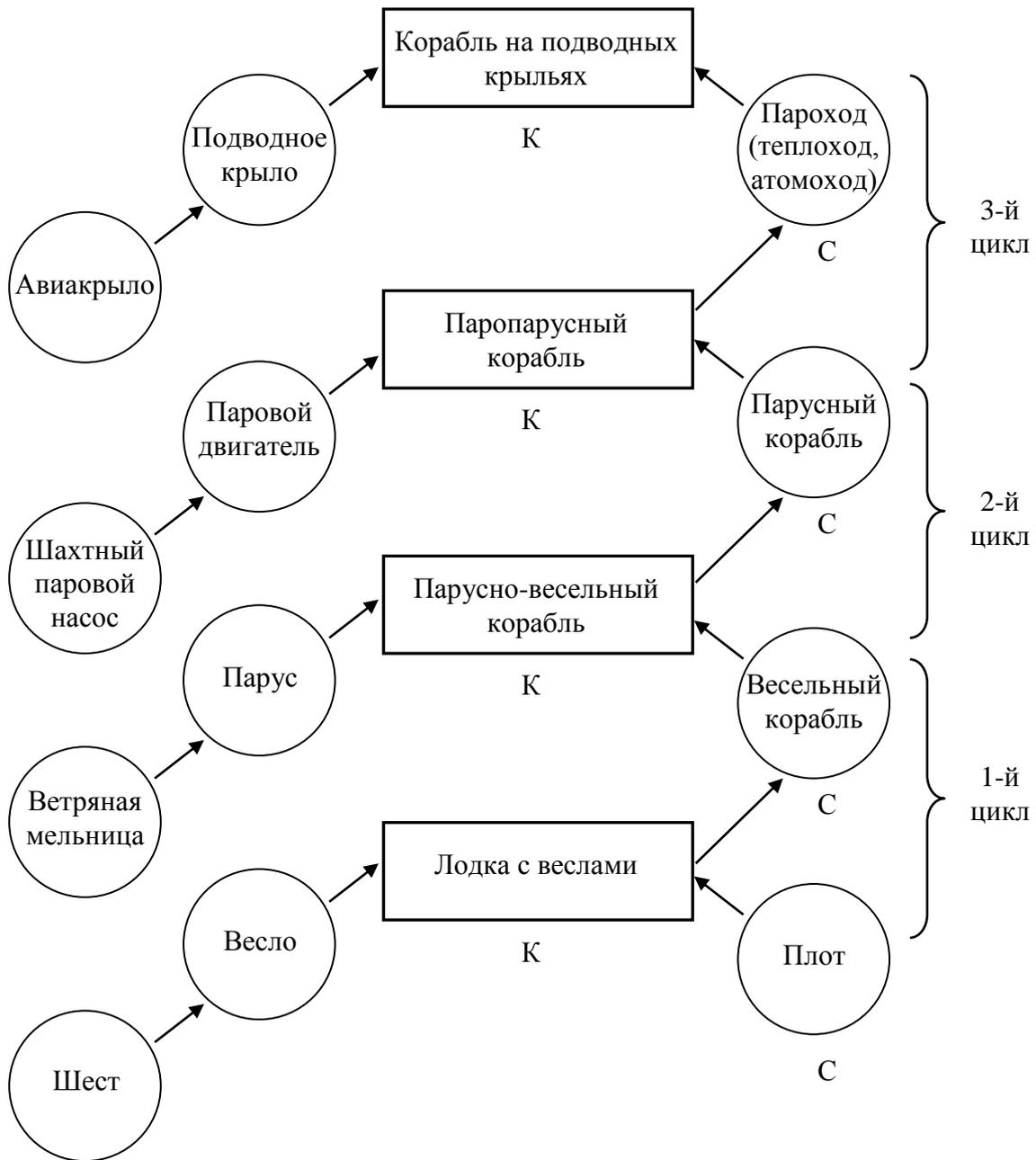


Рис 6.1 Развитие технической системы «Корабль»

Практически изобретателю приходится иметь дело не со всей исторической линией развития, технической системы и даже не с «большим» отрезком этой линии (циклом), а с «малым отрезком», с одним эпизодом, состоящим в переходе от системы к более сложной надсистеме (аналогия: от клетки к простейшему многоклеточному организму). При этом образование новой системы (надсистемы НС) происходит за счет объединения двух ранее независимых систем C_1 и C_2 :

$$\begin{array}{ccc}
 C_1 & & C_2 \\
 & \searrow \quad \swarrow & \\
 & \text{НС} &
 \end{array}$$

(6.18)

"Рабочее оборудование роторного экскаватора, включающее ротор и стрелу, отличающееся тем, что, с целью уменьшения усилий резания, оно выполнено с устройством для разогрева мерзлого грунта, имеющим форсунки, смонтированные, например, на секторах по обоим торцам ротора".

По формуле изобретения суть в том, что к экскаватору (притом роторному) подсоединено устройство для разогрева грунта. Но с наименьшим основанием можно было говорить об устройстве для разогрева грунта, к которому подсоединен роторный экскаватор обе системы равноценны. Не имеет смысла и указание на то, что экскаватор роторный. Идея применима к любому многоковшовому, а в принципе и к одноковшовому экскаватору. Речь идет о новом способе, по которому устройства, ранее работавшие последовательно, поочередно, теперь работают параллельно, вместе.

Пример 1

"Рабочее оборудование роторного экскаватора, включающее ротор и стрелу, отличающееся тем, что, с целью уменьшения усилий резания, оно выполнено с устройством для разогрева мерзлого грунта, имеющим форсунки, смонтированные, например, на секторах по обоим торцам ротора".

По формуле изобретения суть в том, что к экскаватору (притом роторному) подсоединено устройство для разогрева грунта. Но с наименьшим основанием можно было говорить об устройстве для разогрева грунта, к которому подсоединен роторный экскаватор обе системы равноценны. Не имеет смысла и указание на то, что экскаватор роторный. Идея применима к любому многоковшовому, а в принципе и к одноковшовому экскаватору. Речь идет о новом способе, по которому устройства, ранее работавшие последовательно, поочередно, теперь работают параллельно, вместе.

Пример 2

"Способ транспортирования материала, например, табачных листьев к сушильным установкам, при помощи потока воды в гидротранспортере, отличающийся тем, что, с целью одновременного осуществления промывки табачных листьев и фиксации их цвета используют воду, подогретую до 80-85°C".

Это изобретение очень похоже на предыдущее («обогреватель плюс транспортировка», а там «обогрев плюс разделение перед транспортировкой»).

Чем вызывается объединение C_1 и C_2 в надсистему НС? Система может развиваться, не становясь частью надсистемы, если в ней возникают лишь устранимые физические противоречия, т.е. такие противоречия, которые можно устранить, не нарушая законов природы. Возьмем, например, физическое противоречие типа: "объект должен двигаться и объект не должен двигаться". Чтобы преодолеть такое противоречие, нет необходимости нарушать законы природы: можно, например, просто разделить объект на части (одна часть движется, другая неподвижна); можно

двигать объект периодически. Но то же самое противоречие может стать неустранимым, если ввести дополнительное требование: весь объект должен все время двигаться и весь объект должен быть все время неподвижен относительно одного и того же наблюдателя. Или "Весь объект должен все время нагреваться для того, чтобы выполнить требуемое действие и весь объект не должен нагреваться, чтобы не расходовалась энергия". Такое противоречие нельзя устранить, не нарушив закон сохранения энергии. Единственная возможность устранения подобных противоречий состоит в том, что объект объединяют с другими объектами, образуя новую систему, в пределах которой противоречие может быть устранено без нарушения законов природы. Парусное судно не может двигаться со скоростью, большей скорости ветра, - было бы нарушением законов механики. Но если парусное судно объединить с паровой машиной, новая система окажется способной двигаться со скоростью, большей скорости ветра, и это не будет нарушением никаких законов.

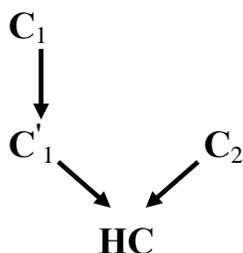
Пример 3

"Нужно предложить холодильный костюм для горноспасателей. Костюм должен весить не более 8 кг, и защищать человека от воздействия внешней среды с температурой 150°C".

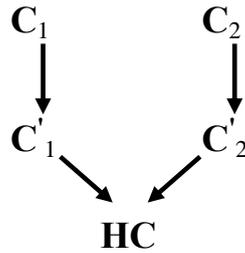
За 2 часа теплоприток составит примерно 1500 ккал (тепловыделение организма и внешний теплоприток). Если использовать в качестве холодильного вещества лед (плавление и нагревание до температуры 20°C), то вес его составит 15 кг. «Объект должен весить не более 8 кг и объект в тех же условиях должен весить не менее 15 кг» - это нарушает закон сохранения вещества.

Решение задачи состоит в объединении двух систем – холодильной и дыхательной – на основе единого вещества, жидкого кислорода. Дыхательный аппарат (респиратор) – весит 12 кг, поэтому система может весить $12 + 8 = 20$ кг. Холодильным веществом должен быть жидкий кислород. Его испарение и нагрев обеспечат охлаждение, а нагретый кислород должен идти в дыхательный аппарат. Кислорода надо взять не менее 15 кг, но теперь это возможно, поскольку допустимые весовые пределы увеличены до 20 кг.

Объединение двух систем в надсистему происходит в две стадии: объединяемые системы (или одна из них) изменяются, а потом измененные системы объединяются в надсистему:



(6.19)



(6.20)

Пример 4

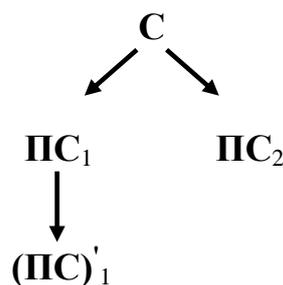
"Лифтовая установка, отличающаяся тем, что, с целью обеспечения возможности транспортировки предметов, превышающих габариты кабины, две кабины размещены в одной шахте, а смежные их стенки выполнены раскрывающимися".

Здесь до объединения (и для объединения) пришлось изменить оба объединяемых объекта: стенки лифтов выполнены раскрывающимися (формула 6.20).

В предыдущем примере для объединения респиратора и холодильника в единую газотеплозащитную систему потребовалось коренным образом изменить респиратор (формула 6.19), ранее работавший на сжатом кислороде.

Из-за незнания законов развития технических систем очень часто останавливаются на механическом образовании надсистемы по формуле 6.18. Можно привести такой пример: давно используют в качестве рабочего тела в теплоэнергетических установках двухфазные тела, состоящие из газа и мелких твердых частиц (повышается плотность, что приводит к повышению термического к.п.д.). Предложено использовать твердые частицы, обладающие адсорбирующей способностью. Это уже не механическое соединение двух объектов, а система, обладающая новым качеством. При повышении давления происходит как бы дополнительное сжатие газа за счет адсорбции, а при понижении давления (или при повышении температуры) идет дополнительное выделение газа (за счет десорбции).

Существуют задачи, в которых необходимо использовать какое-то одно свойство системы, не используя при этом ее другие свойства (или не используя всю систему). Такие задачи решаются применением антистандарта: система С делится на подсистемы ПС, из которых одна используется, а остальные отбрасываются:



(6.21)

Примером может служить английское изобретение, согласно которому вместо овчарок используется магнитофонная запись собачьего лая. В ФРГ запатентовано использование кошачьего мяуканья /вместо самих кошек/ для борьбы с мышами на складах.

В США и ряде других стран используются для отпугивания птиц с аэродромов записи испуганных птичьих голосов.

Пример 5

Обезвоживание и обессоливание нефти требует затрат времени и применения дорогостоящих устройств. Как и в приведенном выше примере 2, решение проблемы заключается в совмещении операций транспортировки и обезвоживания – обессоливания нефти: вода и соли удаляются из нефти при движении ее по трубопроводу в район переработки. Себестоимость процесса снижается в 7 раз.

Совмещаются сразу три операции: "Способ переработки солевых руд, например калийных, с получением насыщенного щелока путем дробления, измельчения и растворения руды, отличающийся тем, что, с целью повышения производительности дробление, измельчение и растворение производят одновременно за один цикл мельницы".

Применение стандарта

Необходимые и достаточные условия применения стандарта:

- задача должна состоять в интенсификации показателей технической системы (увеличения скорости, производительности, мощности и т.д.), или стадий процесса;
- физические противоречия, содержащиеся в задаче, должны быть неустранимы в пределах данной системы (или стадии процесса) – по причинам принципиальным (невозможность нарушения законов природы), или из-за отсутствия в современной технике необходимых материалов, веществ и т.п. технических средств;
- должна быть возможность объединения исходной системы (стадии процесса) с другой системой в более сложную надсистему.

Задачи и упражнения на применение стандартов № 1 – № 5

Задача 1

"Устройство для непрерывного получения эмульсий и суспензий, отличающееся тем, что, камеры смешения и диспергирования размещены в приспособлении, служащем для создания вращающегося магнитного поля и заполнены ферромагнитными частицами". Какой стандарт реализован в этом изобретении?

Задача 2

"Способ сличения объектов, заключающийся в проектировании сличаемых объектов на экран и совмещении идентичных участков изображения, отличающийся тем, что, с целью повышения надежности процесса сличения, изображения сличаемых материалов проектируются на экран во взаимоисключающих контрастах, например, негативное и позитивное изображение, красное и синее". Какой стандарт реализован в этом изобретении?

Задача 3

"Способ контроля отслоения и обрушивания кровли камер, отличающийся тем, что, с целью упрощения и повышения безопасности работ, в предварительно пробуренные в кровле камер скважины закладываются нанесенные на наполнители люминесцентные вещества с последующим освещением обрушившихся пород источником света, и по наличию люминесцирующих веществ судят о состоянии кровли". Какой стандарт реализован в этом изобретении?

Задача 4

"Способ изготовления древостружечных трехслойных плит из измельченной древесины и синтетического связующего путем ориентации внутреннего слоя в процессе формирования ковра с последующим прессованием, отличающийся тем, что, с целью повышения физико-механических свойств плит и упрощения технологии, в связующее для внутреннего слоя вводят ферромагнитный порошок и ориентируют внутренний слой в магнитном поле". Какой стандарт реализован в этом изобретении?

Задача 5

"Способ ручной маркировки яиц при помощи штемпельной краски, отличающийся тем, что, с целью исключения специальных маркировочных операций, маркировку их производят в момент сбора из гнезда при прикосновении к ним пальцев, на которые надевают резиновые пальчики со штемпелем". Какой стандарт реализован в этом изобретении?

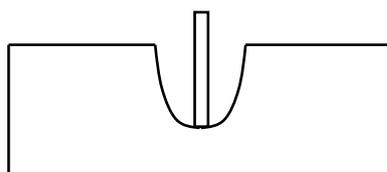
Задача 6

В промышленности распространен способ определения площадок контакта поверхностей при помощи растертых на минеральных маслах красок (берлинская лазурь, кармин и т.д.). Краску наносят на поверхность № 1, потом эту поверхность приводят в соприкосновение с поверхностью

№ 2, и по распределению пятен на поверхности № 2 судят о качестве контакта. Слой краски обычно имеет толщину 3-6 микрон и более. Для поверхностей более высоких классов требуется применение более тонкого слоя краски. Тонкий же слой краски не дает необходимого контраста границы «краска – металл», поэтому резко затрудняется наблюдение за полученным отпечатком. Какой стандарт реализован в этом изобретении?

Задача 7

Как известно, процесс прицеливания состоит в том, чтобы совместить на оптической оси мишень, мушку и прорезь прицела. (То же самое происходит и при использовании оптического прицела, но их для простоты не будем рассматривать. Прототип простой прицел с мушкой).



Глазу трудно уловить небольшие смещения мушки (вправо, влево, вверх, вниз). Возникает задача: нужно не усложняя существенно конструкцию прицела, сделать его более удобным для прицеливания. Или: надо как-то помочь глазу различать небольшие смещения мушки от заданного положения.

Для прицеливания в ночное время предложена светящаяся мушка. В данном случае задача иная: надо повысить эффективность установления мушки в заданное положение. Помните, что замена мушки и простой прорези прицела, скажем, скрещенными нитями, не решает задачу. Проблема совмещения остается.

Задача 8

В астрономических обсерваториях из года в год фотографируют различные участки звездного неба. Со временем накапливаются многие тысячи стеклянных негативов. Чтобы судить о появлении нового или смещении старого объекта (звезды, кометы, астероида), приходится проделывать чрезвычайно кропотливую работу. Английский астроном Льюис, например, отдал двадцать лет своей жизни исследованию лишь одного участка звездного неба.

Известен прибор (биокомпаратор), облегчающий сличение снимков. Он представляет собой микроскоп с одним окуляром и двумя объективами. Если пластинки одинаковы по масштабу и одинаково ориентированы, то наблюдатель видит их совмещенными. Прибор имеет специальную заслонку, позволяющую закрывать изображение то одной, то другой пластины. Допустим, обе пластины совершенно идентичны (нового объекта на последнем снимке нет); наблюдатель смотрит сначала на старое изображение, затем совмещает изображение с новым; никаких изменений в поле зрения при этом не происходит. Но если на последнем снимке есть новый объект, то при совмещении в поле зрения вспыхивает черная точка.

Наблюдатель несколько раз подряд закрывает и открывает новый снимок: искомая точка появляется и исчезает. Мигающую точку в какой-то степени легче обнаружить, чем новую точку среди сотен старых. Однако и этим прибором работа идет медленно: наблюдатель устает, ошибается.

Задача состоит в том, чтобы предложить достаточно простой, быстрый, неумомительный и абсолютно надежный способ сравнения снимков.

Задача 9

Для укрепления стенок скважины в буровую трубу накачивают цементный раствор. Этот раствор проходит по трубе до дна скважины, а затем идет вверх в кольцевом зазоре между трубой и стенками скважины. При этом на стенках оседает цемент. Образовавшаяся цементная корка укрепляет стенки. Чтобы корка была прочнее, желательно перейти от цемента к армоцементу, т.е. цементу, усиленному металлической арматурой. Но как это сделать?

Ввести в раствор кусочки стальной проволоки нельзя, т.к. они не пройдут сквозь буровое оборудование, и вообще будут располагаться беспорядочно (желательно, чтобы арматура располагалась по длине цементного изделия). Насыпать в раствор железный порошок? Но арматура хорошо работает на растяжение тогда, когда она выполнена в виде продолговатых элементов (нити, проволока и т.д.). Какой стандарт здесь надо применить? Как решается задача по этому стандарту?

Контрольные ответы

1. Стандарт № 4.
2. Стандарт № 2.
3. Стандарт № 1.
4. Стандарт № 4.
5. Стандарт № 5.
6. Стандарт № 1.
7. Стандарт № 2.
8. Стандарт № 2.
9. Стандарт № 4.

Литература

1. Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения. 2-е изд.
2. Петров В.М Основы теории решения изобретательских задач 2-е изд
3. Жуков Р.Ф., Петров В.М. Современные методы научно-технического творчества.
4. Петров В.М., Злотина Э.С. Теория решения изобретательских задач - основа прогнозирования развития технических систем.