

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)**

Кафедра Экономики

Теория решения изобретательских задач

**Методические указания для практических занятий и
организации самостоятельной работы**

Составитель:
Доцент каф.Экономики, к.э.н.
В.Ю. Цибульникова

Томск - 2018**Содержание**

1 Общие положения	3
2 Методические рекомендации по организации практических занятий	4
2.1 Введение в ТРИЗ, основные понятия	4
2.2 Основные понятия и определения АРИЗ	9
2.3 Практика по формулированию противоречий	19
2.4 Анализ модели задачи, определение ИКР и ОП	22
2.5 Мобилизация и применение вещественно-полевых ресурсов	31
2.6 Применение информационного фонда и другие фазы АРИЗ	36
3 Методические указания для самостоятельной работы	52
4 Литература	58

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Данное учебно-методическое пособие знакомит с основами теории решения изобретательских задач, с алгоритмом решения изобретательских задач (АРИЗ), который является одной из составных частей теории решения изобретательских задач (ТРИЗ), автор, которой – Генрих Альтшуллер.

ТРИЗ – это уникальный инструмент для:

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

Эта теория в последние годы стала популярной в США, странах Европе, Японии, Израиле и некоторых странах.

АРИЗ – комплексная программа алгоритмического типа, основанная на законах развития технических систем и предназначенная для анализа и решения изобретательских задач.

Пособие предназначено для организации работы обучающихся на практических занятиях и для их самостоятельной работы. Задания раскрывают особенности решения творческих задач.

Учебно-методическое пособие основано на материалах учебного пособия Петрова В. «Алгоритм решения изобретательских задач». Тель-Авив, 1999 г. и дополнено материалами других пособий.

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

2.1 ВВЕДЕНИЕ В ТРИЗ, ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Изучение и обсуждение следующей информации:

Чтобы проложить любой маршрут, нужно кое-что уметь: знать местность, по которой пролагаешь маршрут (на языке ТРИЗ – это ресурсы), научиться преодолевать препятствия и трудности (это - противоречия и приемы их разрешения).

Идеальное решение – это оптимальное направление к цели. Нам нужно дойти до определенного места в определенных условиях, поэтому мы не будем идти напролом, а выстроим свой путь идеально именно в данных условиях. Это называется идеальный конечный результат, или ИКР.

Жизнь - это дорога. Не зря говорят, что жизнь прожить – не поле перейти. Дорогу жизни и маршрут каждый выбирает сам. В том числе каждый выбирает свое Дело в жизни. Мы видим, как изменилась жизнь вокруг даже за последние 5 лет. То, что еще недавно было фантастикой, сегодня является реальностью: техника нового поколения пришла в дома и в производственные технологии, и это изменило и нашу жизнь, и наши отношения.

В основе всех изменений лежит изобретательство, творчество. В своем первоначальном варианте ТРИЗ – это обобщение практики изобретений, помощь тем, кто хочет изобрести что-то новое или решить техническую задачу. В основе изобретательской задачи лежит противоречие. Т.е. ТРИЗ помогает использовать трудную ситуацию для поиска нестандартного выхода из нее. То, что многими воспринимается как тупик, для тризовца – задача, которая может иметь много ответов. Приемы разрешения противоречий оказались отражением объективных Законов Развития Технических Систем.

Построение бизнеса часто связано с техническими изобретениями, многие изобретатели известны как успешные люди, как известные личности, сумевшие использовать то, что изобрели другие. Обобщение их опыта показало, что противоречия не только в технике, но в бизнесе разрешаются одними и теми же приемами.

Законы Развития Систем (примененные сначала по аналогии) действуют в организационных системах так же, как и в технике. Жизнеспособность и применимость ТРИЗ в развитии бизнеса отразилась в создании методов, позволяющих эффективно изобретать в организационных системах (бизнес-куб, Solvers-technology).

Наш опыт показывает, что на основе ТРИЗ легко решаются «неразрешимые» задачи, стоящие на предприятиях годами и даже десятилетиями. Решение этих задач приводит к снижению затрат, повышению производительности, т.е. снижается себестоимость продукции. Все это дает мощный экономический эффект и конкурентное преимущество Вашему предприятию на все более жестком внутреннем и внешнем рынке.

Как и во всякой науке в ТРИЗ есть свои инструменты:

- Карту ресурсов строим с помощью Системного оператора.
- Противоречия указывают на «опасные места».
- Приемы разрешения противоречий ведут к нестандартным решениям.
- Законы развития систем подсказывают, как использовать силу того, что уже есть.

ТРИЗ создана и развивалась более 50-ти лет в России, заслужив в наши дни международное признание. На основе ТРИЗ сложились мощные методики обучения сильному мышлению.

Рассмотрим эти понятия более подробно.

Противоречие – один из ключевых инструментов ТРИЗ, используемый для решения задач в технических системах и изобретательства в бизнесе.

Все в мире взаимосвязано и взаимозависимо. Все изменяется, развивается, а, следовательно, содержит в себе источник внутреннего развития. Этот источник - внутреннее противоречие. Всякий качественный скачок в развитии – это преодоление, разрешение какого-либо противоречия.

Традиционно мыслящий человек старается сглаживать противоречия, балансировать между противоречивыми требованиями, искать компромиссы. Мыслящий «по-тризовски» – выявляет противоречия, обостряет их, и разрешает, давая жизнь новому. Противоречие в ТРИЗ – это ситуация, при которой невозможно улучшить одну часть (или свойство) системы без неизбежного ухудшения другой его части (или свойства), т.е. система должна обладать **свойством А**, чтобы выполнять полезную функцию, и должна обладать свойством **не-А**, чтобы не выполнять вредную.

Все может делиться на две части, это и есть так называемая «универсальность противоречия». При этом всякое противоречие относительно и обладает своим характером, оно уникально. Например, противоречие между друзьями и противоречие между врагами - разные противоречия и разрешаться должны по-разному. Противоречие между врагами является обостренным, а между друзьями - нет. Если врагам, скорее всего, придется сразиться, противоречие между друзьями может быть разрешено путем откровенного разговора.

Противоречие может менять свой характер. *Пример.* Если отношения между друзьями развиваются неправильно, друзья могут стать врагами. И, наоборот, при должном подходе враги могут изменить свои позиции, и противоречие разрешится.

Выявление и разрешение противоречий в технике и в деловых отношениях приводит к изобретениям в бизнесе. Для разрешения противоречий в технике используется таблица приемов разрешения противоречий, а в организационных системах выявлены принципы разрешения противоречий – оси, в направлении которых применяются приемы разрешения противоречий.

Пример из техники (Г.С.Альтшуллер):

Производство стекла: расплавленная масса движется по роликовому конвейеру и таким образом утончается. Чем мельче ролики, тем более ровным получается стекло, тем меньше нужно дополнительных затрат на шлифовку, и т.п. С другой стороны, чем мельче ролики, тем их больше, тем менее надежен конвейер, тем труднее его чинить. Противоречие: ролики должны быть маленькими, чтобы стекло получалось гладким, и ролики должны быть большими, чтобы конвейер был удобен в эксплуатации.

Альтшуллер обостряет противоречие: маленькие ролики, еще мельче... Бесконечно маленькие ролики... Что такое бесконечно маленькие ролики? Молекулы, атомы... Почему бы не отлить стекло на поверхность расплавленного металла, у которого плотность выше, чем у стекла, а температура плавления – ниже? Представитель завода счел такое предложение Генриха Сауловича научной фантастикой и на этом разговор завершился. А через 8 лет некая английская компания изобрела революционный способ отливки стекла – на поверхность расплавленного олова... Так и вспоминается история создания советских магнитофонов: проект магнитофона кладется в НИИ на полку, пылится на ней до тех пор, пока его не выкрадут японцы, затем другое НИИ разбирает новейший японский магнитофон, удивляется красоте идей, до которых додумались японцы, и делает свой, по их образцу... (см. сайт WWW.ALTSHULLER.RU)

Приемы разрешения противоречий

Разрешение противоречий по методике приводит к тому, что мы по кусочкам конструируем «фоторобот» комплексного, системного ответа на поставленную в начале работы административной задачи. Из этой мозаики складывается несколько картин решений по улучшению нашей административной ситуации. Из этих картин выбирается наиболее подходящая – именно так и рождаются изобретения в бизнесе.

Итак, любую организацию, можно описать в следующих основных «координатах»:

1. **В пространстве:** организация занимает какую-то площадь и работает на какой-то территории, но, кроме физического пространства, для организаций существует еще ряд условных «пространств»: юридическое, политическое, социальное, налоговое и т.д.).
Задача: Как обеспечить выполнение норм по охране окружающей среды.
Решение: во Франции законодательно установлено, что водозабор предприятия устанавливается ниже по течению реки, чем сброс отработанных стоков.
Примечание: Под пространством мы понимаем не только геометрию или географию, но и, «правовое пространство». Часто хорошие варианты разрешения противоречий получаются при совмещении разных «пространств».
Задача: Необходимо уменьшить налоги
Решение: Работать в оффшорных зонах.

2. **Во времени:** организация когда-то была создана, существует какое-то время, имеет собственную историю, производственные циклы и т.д.
Задача: Как организовать эффективные массовые продажи товара?
Решение: опережающая реклама до появления нового товара (эффект ожидания) приводит к желаемому результату.
Задача: Как решить кадровую проблему на планируемом предприятии необычного вида деятельности?
Решение: обучение специалистов под будущие потребности организации, наличие в их программе "избыточного" образования

3. **В структуре:** организация, по определению, имеет собственную структуру (элементы и связи между ними) и сама является элементом других, более сложных систем.
Задача: Как улучшить экономические показатели деятельности предприятия?
Решение: Предприятия одной технологической цепочки (от сырья до потребителя) объединяются для улучшения оперативного управления финансами при изменении внешних условий (налоги, конъюнктура на рынке и т.д.).

4. **В нормах, стандартах, правилах:** в организациях работают люди и они вступают в отношения между собой, которые регламентированы по разному.
Задача: Как узнать реальные проблемы персонала и клиентов?
Решение: В "Диснейленде" принято за правило, чтобы высшие менеджеры некоторое время в году работают билетерами, уборщиками мусора или продавцами.

5. **В воздействиях:** организация воздействует на людей по разным каналам, люди воздействуют на организацию и друг на друга.
Задача: Как увеличить продажи обуви?
Решение: Профессионалы советуют понюхать обувь перед покупкой. В салоне пахнет "настоящей кожей".

Практика показывает, что обнаружение реальных противоречий в организационной деятельности и их разрешение устраняет причины появления конфликтных ситуаций в коллективе.

Законы развития систем

Жизнь во всех организациях и коллективах подчиняется написанным и неписанным правилам и законам. Большинство законодательных кодексов начинается формулой: «Незнание законов не освобождает от ответственности», и исполнение человеческого закона поддерживается страхом наказания.

Но законы Природы действуют на совершенно иных основаниях. Закон природы не

есть приказание, отданное властью, но наличие условий, при которых неизменно совершается одно и то же явление. Везде, где будут присутствовать эти условия, неизменно произойдут те же явления. Если изменятся условия, то изменятся и явления.

Природа не наказывает. В ее царстве существует причинная связь между явлениями, строгая последовательность совершающегося и – ничего больше. Результат есть неизбежное следствие, вытекающее из причины, а не произвольно наложенная кара.

Закон человеческий может быть отменен, может быть нарушен, закон же природы – никогда. Природа не знает нарушения своих законов. Что бы вы ни делали, закон остается неизменным. Чтобы работать спокойно и безопасно в мире закона, необходимо знание. Если мы не знаем законов, то их неизбежное действие может разрушить наши планы, уничтожить ваши труды.

Но эти же законы, когда мы их знаем, помогает нам в реализации нашей мечты. Закон, являющийся опасным, становится спасательным, когда мы его познаем. И всегда, когда мы научимся работать в согласии с природой, мы побеждаем ее, и ее силы делаются неизбежно нашими слугами.

Приемы разрешения противоречий отражают действие законов развития систем. Это – парные действующие законы. До сих пор в ТРИЗ идут обсуждения по структуре законов и их взаимосвязи. Один из вариантов – наличие восьми наиболее общих законов.

1. Закон увеличения степени идеальности
2. Закон неравномерности развития частей системы (Закон противоречий)
3. Закон S-образного развития систем
4. Закон дробления - объединения
5. Закон развертывания – свертывания
6. Закон согласования – рассогласования
7. Закон повышения динамичности и управляемости. Механизм действия: переход на микроуровень и/или использование полей.
8. Закон полноты частей системы. Следствие: Вытеснение человека из технических систем.

Схема взаимосвязи и взаимодействия законов разработана Семеновой Л.Н. (*Клизовский А.И. Основы миропонимания новой эпохи.: Виеда, 1990*).



1. **Закон увеличения степени идеальности - главный закон развития систем.** Он проявляется в виде идеального конечного результата для каждой конкретной ситуации – определяя конкретные границы существования именно ТАКОЙ системы. В бизнесе это позволяет заменить ПРОЖЕКТЫ на ПРОЕКТЫ.

2. **Закон S-образного развития систем** отражает динамику пути в достижению идеального конечного результата
3. **Закон неравномерности развития частей системы (Закон противоречий)** – общий закон. На 1 этапе S-кривой: основное противоречие - между внешней средой и новой системой. На 2 этапе – между частями и функциями системы, на 3 этапе – между свойствами подсистем.
4. **Закон дробления-объединения**
5. **Закон развертывания – свертывания**
6. **Закон согласования – рассогласования** Законы 4-6 действуют на втором этапе S-кривой тройками (2а – дробление, развертывание и согласование; 2б – объединение, свертывание и рассогласование).
7. **Закон повышения динамичности и управляемости** действует на 3 этапе S-кривой и проявляется переходом на микроуровень и/или использованием полей
8. **Закон полноты частей системы.** Следствие: **вытеснения человека из (технической) системы** - уменьшение участия человека в новой технической систем по сравнению с предыдущей.

Системный оператор или 9-экранная система талантливое мышления

Применение Системного оператора для анализа позволяет нам получить достоверную информацию о линиях развития под- и надсистем и прогнозировать их развитие. Кроме этого, системный оператор, детально описывая все имеющиеся внутри и вне нашей системы элементы, дает нам подробную информацию о РЕСУРСАХ.

Информация

Прогноз

Надсистемы	Надсистемы то, частью чего является система	Надсистемы	
Система	Система	Система	
Подсистемы	Подсистемы: то, из чего состоит система Подсистемы	Подсистемы	
Прошлое	Настоящее	Будущее	Время

СИСТЕМА – это совокупность элементов и связей между ними, обладающая **СВОЙСТВОМ**, не сводящимся к сумме свойств элементов или совокупность взаимодействующих элементов (объектов), реализующих общую **ФУНКЦИЮ** (функции).

Другими словами, целое больше, чем простая сумма частей. Элементы – это «кирпичи», из которых строится «Система», связи между ними – тот «строительный раствор», который их соединяет.

Элементы могут быть материальными, и тогда мы создаем конструкции, механизмы, машины, устройства. Элементы могут быть нематериальными (понятия, идеи и т.д.) и тогда мы строим мысленные модели, создаем научные теории, системы знаний. Элементы, из которых состоят системы, в ТРИЗ называют **ПОДСИСТЕМАМИ**.

Но каждая система является и частью другой системы более высокого уровня. В ТРИЗ система более высокого уровня называется **НАДСИСТЕМОЙ**.

Например, для книги можно выделить надсистемы:

- Несколько книг
- Книжный шкаф
- Много книг
- Собрание сочинений
- Печатная продукция
- Хранение информации
- Информация
- Магазин

- Издательство
- И т.д.

Любая система существует на определенном временном отрезке, т.е. для прогнозирования развития систем необходимо получить информацию об ее развитии, развитии ее подсистем и надсистем.

Знание законов развития систем позволит правильно прогнозировать варианты будущего – развитие системы, ее над- и подсистем.

Мы моделируем ситуацию в зависимости от наших целей и задач, в зависимости от рассматриваемого контекста (надсистемы). Выбор правильного, соответствующего поставленной задаче контекста рассмотрения во многом определяет результаты анализа.

Мир, в котором мы живем, устроен сложно. Этому сложному, динамичному, диалектически развивающемуся миру должна соответствовать в нашем сознании его полная модель - сложная, динамичная, диалектически развивающаяся.

Конечно, это минимальная схема: три этажа, 9 экранов. На самом деле все обстоит сложнее. Каждая подсистема современной системы - это, как правило, в свою очередь - многоуровневая система, состоящая из множества элементов.

В ТРИЗ эта схема называется «Системным оператором» или 9-экранной схемой талантливое мышления.

Задание: Рассмотрите теорию по исследуемой теме, обсудите основные особенности, практические примеры, проведите дискуссию и мозговой штурм на тему применения указанной информации в бизнесе.

2.2 ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ АРИЗ

Изучение и обсуждение следующей информации:

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

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

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

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

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

Прежде всего, уясним, что такое противоречие и какие его виды присущи техническим системам.

"Противоречие – взаимодействие противоположных, взаимоисключающих сторон и тенденций предметов и явлений, которые вместе с тем находятся во внутреннем единстве и взаимопроникновении, выступая источником самодвижения и развития объективного мира и познания"⁵

В жизни мы часто сталкиваемся с противоречиями. Чаще всего они возникают при попытке что-то изменить в системе.

Улучшая систему, одну ее часть (подсистему), свойство или параметр, мы невольно ухудшаем другие. Так возникают **противоречия**.

Обычно эти противоречия пытаются сгладить. Чуть-чуть улучшить один параметр и чуть-чуть ухудшить другой, находя компромиссные решения, но при этом не устраняется первопричина возникновения противоречия. Это временное решение, через некоторое

время вновь придется возвращаться к этой задаче.

Более **правильно разрешить** имеющееся **противоречие**. Для этого мы должны **выявить противоречия и причины их возникновения, а затем разрешить их**.

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

Для этого в ТРИЗ рассматриваются три вида противоречий:

- **Поверхностное противоречие (ПП)**
 - **Углубленное противоречие (УП)**
 - **Обостренное противоречие (ОП).**
- Г.Альтшуллер их назвал соответственно:
- **Поверхностное – административным противоречием (АП);**
 - **Углубленное – техническим противоречием (ТП);**
 - **Обостренное – физическим противоречием (ФП).**

ПОВЕРХНОСТНОЕ ПРОТИВОРЕЧИЕ (ПП) -

противоречие между потребностью и возможностью ее удовлетворения. Его достаточно легко выявить. Оно часто задается администрацией или 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"*.

В связи с тем, что такое противоречие, как правило, формулируется руководством (администрацией) оно у Г.Альтшуллера и называется **административным противоречием (АП)**

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

Покажем, как формулируются отдельные виды противоречий.

Задача 1.1. Авиадвигатели

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.

Задача 1.2. Скорость судна

Необходимо увеличить скорость судна, а как - неизвестно.

Задача 1.3. Мощный двигатель

Хочется, чтобы автомобиль имел более мощный двигатель.

Задача 1.4. Кастрюля

Можно обжечься, когда берешь горячую кастрюлю с плиты. Как устранить этот недостаток?

УГЛУБЛЕННОЕ ПРОТИВОРЕЧИЕ (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, т.е. полезное действие, вызывает одновременно и вредное. УП можно рассматривать и как введение или усиление полезного действия, либо устранение или ослабление вредного действия вызывает ухудшение (в частности, недопустимое усложнение) одной из частей системы или всей системы в целом.

УП представляет собой причину возникновения поверхностного противоречия, 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 (углубленное) 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 ситуации, 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.

Продолжим рассмотрение задач.

Задача 1.1. Авиадвигатели (продолжение).

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.

Такие виды УП могут быть, в частности, устранены использованием приема "**Переход в другое измерение**".

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.

Задача 1.2. Скорость судна (продолжение).

Увеличение грузоподъемности судна связано с уменьшением скорости хода. В свою очередь, увеличение скорости хода судна приводит к росту мощности двигателей, увеличению энергозатрат, что требует увеличения веса, габаритов силовой установки и запасов топлива. Чрезмерное их увеличение может привести к тому, что негде будет размещать полезный груз. В данном примере выявлены технические противоречия: **ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ - СКОРОСТЬ, СКОРОСТЬ - МОЩНОСТЬ, МОЩНОСТЬ - ЭНЕРГОЗАТРАТЫ, ЭНЕРГОЗАТРАТЫ - ВЕС** и т.д.

Задача 1.3. Мощный двигатель (продолжение).

Увеличение мощности автомобиля приводит к повышенному расходу бензина. Т.е. УП – увеличение мощности – расход вещества.

Задача 1.4. Кастрюля (продолжение).

Необходимость нагрева кастрюли при приготовлении пищи вступает в противоречие с процедурой снятия кастрюли голыми руками? Т.е. УП – температура (приготовление пищи) – вредные факторы, генерируемые самим объектом (безопасность).

Рассмотрим еще задачи.

Задача 1.5. Микросхема

Обычно проводники в интегральных микросхемах (ИМС) делают из золота, имеющего самое малое удельное сопротивление току, но недопустимо плохую адгезию с материалом подложки. Как быть?

Возникает углубленное противоречие между **ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬЮ** и **АДГЕЗИЕЙ**.

Задача 1.6. Корпус яхты

"В конце концов, конструкторы пришли к выводу, что при проектировании корпуса

яхты необходимо добиваться некоторого оптимального компромисса в соблюдении трех основных предпосылок:

- 1) минимального сопротивления формы корпуса;
- 2) максимальной остойчивости;
- 3) минимального сопротивления трения.

Эти требования взаимопротиворечивы. Узкая длинная яхта имеет малое сопротивление формы, однако, как мало остойчивая, не может нести достаточно большой парусности. Повышение остойчивости путем увеличения веса балласта сопровождается одновременным увеличением осадки и, следовательно, увеличивает сопротивление трения. Увеличение остойчивости путем увеличения ширины корпуса вызывает увеличение сопротивления формы корпуса. Задача конструктора состоит в отыскании "золотой середины", в применении трех противоречивых условий конструирования"⁸.

Прежде чем решать эти задачи рассмотрим еще один вид противоречий, рассматривающийся в АРИЗ.

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 находится сразу в двух взаимоисключающих (взаимопротивоположных) состояниях: быть холодной и горячей, подвижной и неподвижной, длинной и короткой, гибкой и жесткой, электропроводной и неэлектропроводной** 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**.

Продолжим разбор приведенных ранее задач.

Задача 1.2. Скорость судна (продолжение).

Уменьшить энергозатраты можно, ликвидировав подводную часть корпуса корабля. Но чтобы судно держалось на плаву, подводная часть корпуса необходима. Итак, обостренное противоречие: **подводная часть корпуса должна быть для обеспечения плавучести и не должна быть, чтобы не увеличивать энергозатраты при увеличении скорости.**

Были придуманы суда на подводных крыльях, воздушной подушке и экранопланы.

Задача 1.3. Мощный двигатель (продолжение).

Бензина должно тратиться **много**, чтобы двигатель имел возможность работать на полную мощность, и бензина должно тратиться **мало**, чтобы не создавать лишние расходы. Таким образом, ОП – расход бензина должен быть большой и маленький.

Придуманы эжекторные двигатели.

Задача 1.4. Кастрюля (продолжение).

Кастрюля должна быть **горячей**, чтобы осуществлялся процесс варки, и должна быть **холодной**, чтобы ее было безопасно брать.

Горячим должна быть внутренняя поверхность кастрюли. Холодной должны быть ручки, внешняя поверхность кастрюли и крышки.

Частичные решения: ручки выполняются из теплоизоляционного материала или ручку теплоизолируют от поверхности кастрюли. Такое же решение и с ручкой от крышки.

Немного лучшее решение, если дно кастрюли делать теплопроводным (металлическим), а стенки кастрюли делать теплоизоляционными, например, пластмассовыми или керамическими.

Полное решение – внешний слой кастрюли и крышки покрывать теплоизоляционным

слоем. Тогда в кастрюле будет дольше сохраняться тепло. Это же решение может быть применено и к чайнику.

Задача 1.5. Микросхема (продолжение).

Сформулируем обостренное противоречие (ОП). Чтобы проводник в ИМС имел маленькое сопротивление, он должен быть выполнен из золота, а чтобы проводник имел хорошую адгезию с подложкой, должен быть из другого материала. Более короткое и обостренное ОП можно сформулировать: материал проводника должен быть из **ЗОЛОТА** и **НЕ ИЗ ЗОЛОТА**. Типичное разрешение такого обостренного противоречия - использование **ПОСРЕДНИКА**.

Правило использование посредника подробно рассматриваться при изучении полного анализа.

Видимо, Вы уже догадались о решении. Сначала наносят **подслой**, имеющий хорошую адгезию с подложкой и с золотом, а затем на него напыляют золото. В качестве подслоя берут никель или титан.¹⁰

Задача 1.6. Корпус яхты (продолжение).

В задаче с проектированием корпуса яхты обостренных противоречий несколько:

1. **Для того чтобы яхта двигалась с большей скоростью (имело малое сопротивление формы), корпус должен быть узким и длинным, а чтобы вынести большую парусность (быть остойчивой), корпус должен быть широкий.**

Это противоречие было разрешено изобретением катамарана – два параллельных корпуса, соединенных вместе. Каждый корпус узкий, поэтому имеет малое сопротивление движению, а общая ширина корпуса широкая, поэтому яхта остойчивая.

2. Второе обостренное противоречие относится к другой части яхты - к балласту (киль). **Для повышения остойчивости яхты балласт должен быть тяжелым, а чтобы она была более маневренной, балласт должен быть легким.**

Противоречие разрешается или использованием внутреннего пространства кия, например, помещают туда аккумуляторы. Или киль делается пустотелым в виде трубы, в котором всегда проходит вода, являющаяся грубом (балластом).

Рассмотрим еще одну задачу.

Задача 1.7. Радиотехническое устройство

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 полуволны, 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.

Следует подчеркнуть еще раз, что в отличие от углубленного (технического) противоречия, принадлежащего всей системе, обостренное (физическое) - относится только к определенной ее части.

Таким образом, рассмотренные три вида противоречий образуют цепочку: **поверхностное противоречие (ПП) – углубленное противоречие (УП) - обостренное противоречие (ОП)**, которая определяет причинно-следственные связи в исследуемой технической системе.

ПП → УП → ОП

Проиллюстрируем эту цепочку.

Задача 1.8. Чемоданы

ПП – пустые чемоданы занимают **много места** (нежелательный эффект).

УП – чемодан необходим для **перевозки вещей**, но **занимает много места** дома, когда его не используют.

ОП – чемодан должен быть большой, чтобы в него помещалось много вещей, и маленький, чтобы он не занимал много места, когда он не используется. Т.е. чемодан должен быть **большой** и **маленький**.

Решение: Чемодан делается складной. Или чемоданы в виде матрешки. Меньший чемодан вкладывается в больший.

Задача 1.9. Мощные транзисторы

Неидеальность ключевых свойств мощных транзисторов и диодов являются причиной потерь электрической энергии, которая разогревает полупроводниковый прибор, ухудшая тепловой режим его работы.

Сформулируем **поверхностное противоречие (ПП)**: *"Необходимо улучшить тепловой режим транзисторного (диодного) ключа в радиоэлектроаппаратуре, в которую он устанавливается"*. Или: *"Необходимо исключить перегрев силового транзистора в усилителе радиоприемника"*. В первой формулировке ПП показывается, какое качество нужно улучшить, а во второй - **нежелательный эффект (НЭ) - перегрев транзистора**.

Устранение указанного поверхностного противоречия может осуществляться за счет создания нового транзистора или применения радиатора, который улучшает тепловой режим работы транзистора, но увеличивает габариты радиоаппаратуры.

Углубленное противоречие (УП) между **ТЕМПЕРАТУРОЙ** и **ГАБАРИТАМИ** или **ПОТЕРЯМИ ЭНЕРГИИ (МОЩНОСТИ)** и **ГАБАРИТАМИ**.

Улучшение теплоотвода приводит к необходимости увеличения площади радиатора, а снижение габаритов радиоаппаратуры требует уменьшения площади радиатора.

Опишем **обостренное противоречие (ОП)**: *площадь радиатора должна быть БОЛЬШОЙ, чтобы улучшить отвод тепла, и МАЛЕНЬКОЙ, чтобы радиоаппаратура была малых габаритов*.

Такое противоречие можно, например, разрешить путем изменения структуры. На радиаторе делают ребра. Общая площадь радиатора остается такой же или больше, а габариты аппаратуры не увеличиваются и даже могут быть уменьшены.

Целый букет противоречий разобран Ф.Энгельсом в работе "История винтовки".

Рассмотрим некоторые из них.

Задача 1.10. Винтовка

Изобретение винтовки преследовало цель - улучшить результаты стрельбы. Поэтому в гладкоствольных мушкетах была сделана нарезка, а плотно пригнанная пуля скользила по ним. При этом заряжать винтовку стало гораздо сложнее и дольше - пулю приходилось забивать шомполом (раньше оружие заряжалось с дульной части).

Возникло углубленное (техническое) противоречие между точностью стрельбы (преимущества нарезов винтовки) и скорострельностью или удобством заряжания (преимущества гладкоствольного оружия - мушкетов).

В глубине этого углубленного противоречия лежат несколько обостренных (физических). Вот некоторые из них:

1. **Чтобы повысить точность стрельбы, необходимы нарезы на внутренней поверхности ствола, а чтобы облегчить заряжание (повысить скорострельность), нарезы не нужны (внутреннюю поверхность ствола необходимо иметь гладкой).**

2. **Или - для увеличения скорострельности пуля должна не плотно прилегать к внутренней поверхности ствола, а для улучшения точности стрельбы пуля должна плотно прилегать к внутренней поверхности ствола и даже врезаться в нарезы.**

Обратите внимание, что, эти обостренные противоречия составлены для разных частей системы (винтовки): 1 – для ствола, 2 – для пули.

В то время пуля оборачивалась просаленной материей (пластырем) и без особых усилий забивалась шомполом в ствол.

Затем выяснилось, что для увеличения точности и дальности стрельбы пуле необходимо придавать вращательное движение, при этом она более точно выдерживает заданное ей направление, так как становится более устойчивой. На внутренней поверхности ствола стали делать винтовые нарезки. Препятствие еще более обострилось, в связи с тем, что заряжать винтовку стало еще труднее.

Винтовка "в значительной мере превосходила гладкоствольный мушкет в отношении меткости... Вместе с тем, зарядание винтовки являлось делом сравнительно трудным. Забивание пули представляло довольно утомительную операцию; порох и завернутая в пластырь пуля вкладывались в ствол отдельно, и за одну минуту можно было сделать не более одного выстрела"¹¹.

В данном случае обостренное противоречие будет.

Нарезки должны быть винтовые, для повышения точности стрельбы, и не должны быть винтовые (должны быть прямые) для повышения скорострельности.

Вот еще одно из характерных обостренных противоречий: "Старая винтовка, для того чтобы облегчить забивание пули, должна была быть короткой, настолько короткой, что она уже не подходила в качестве рукоятки для штыка". **Ствол винтовки должен быть коротким, чтобы было легче забивать пулю, и должен быть длинным, чтобы служить рукояткой для штыка.**

Противоречие было разрешено, когда был придуман затвор. Винтовка заряжалась с казенной части.

Теперь, рассмотрев различные противоречия, следует еще раз отметить, что решить сложную техническую задачу – значит улучшить необходимые показатели системы, не ухудшая другие. Осуществить это возможно путем выявления углубленного (технического) противоречия, определения причин, породивших его, или даже причины причин (выявление обостренного противоречия), и устранения этих причин, то есть разрешения обостренного (физического) противоречия.

Этап выявления обостренного противоречия представляет собой точную постановку задачи.

Выявление обостренного противоречия при решении технических задач требует определенной направленности поиска, что возможно только при знании ответа. В реальной технической задаче ответ, безусловно, не известен.

Направленность в решении может быть достигнута ориентировкой на законы развития технических систем и, прежде всего, на закон увеличения степени идеальности технической системы¹³.

Идеальный конечный результат

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

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

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

Идеальная техническая система - это система, которой нет, а ее функции выполняются, т.е. цели достигаются без средств. ИКР - маяк, к которому следует стремиться при решении задачи.

ИКР - решение, которое мы хотели бы видеть в своих мечтах, выполняемое фантастическими существами или средствами (волшебная палочка). Например, дорога

существует только там, где с ней соприкасаются колеса транспорта. ИКР транспортного средства - когда его нет, а груз транспортируется (груз сам передвигается в нужном направлении с необходимой скоростью).

Достаточно много технических систем, в названии которых есть слово САМ. Например, самосвал. САМ – значит без непосредственного участия человека. Раньше этому способствовала механизация, теперь автоматизация и кибернетизация, в частности, компьютеризация. Стиральная машина САМА (по программе) выполняет необходимую работу. Компьютер САМ переводит текст, делает мультфильмы или проектирует те или иные объекты.

Об идеальных аппаратах мечтают и исследователи океанских глубин: "Безусловно, уже давно люди понимали, что **идеальным** (выделил автор) был бы такой аппарат, который создавал бы на глубине "земные" условия.

Пример 1.1. Идеал спасательных средств на воде - непотопляемая лодка при любых погодных условиях. "... удостоительные фирмы ряда стран разработали конструкцию "непотопляемой" спасательной лодки, полностью герметичной и вмещающей в кубрик 35 человек, которые прикрепляют себя к сидениям спасательными ремнями. Лодка выполнена из прочного легкого материала и может без какого-либо вреда для пассажиров катапультироваться с высоты 25 м. Даже уйдя под воду, она снова выплывает на поверхность, принимая нормальное положение.

Одна из основных особенностей "идеального устройства" ("идеальной системы") та, что оно должно **появляться только в тот момент, когда необходимо выполнять полезную работу, причем в это время система несет 100% расчетную нагрузку. Во все остальное время этой системы не должно существовать или она должна выполнять другую полезную работу.** Это свойство давно нам знакомо из сказок - "Скатерть-самобранка" и т.д.

Много примеров можно привести и из жизни; все убирающиеся и складные предметы. Например, складная и приставная мебель (стол, диваны, кровати и т.д.), надувные предметы (лодки, спасательные жилеты, матрасы, кресса, понтоны и т.д.)

Пример 1.2. Для спасения людей в случае аварийной посадки самолета на воду английские инженеры разработали спасательное устройство, представляющее собой понтоны, которые автоматически надуваются сжатым воздухом¹⁶.

Вторая особенность "идеальной машины" или идеального устройства, что его вообще нет, а работа, которую они должны выполнять, производится как бы сама собой (с помощью волшебной палочки).

Идеальный грузовик - это кузов, перемещающий груз. Все остальные части грузовика лишние, они необходимы только для достижения этой цели.

ИКР транспортного средства - когда его нет, а груз транспортируется (груз "сам" передвигается в нужном направлении с необходимой скоростью).

Приведем примеры на свойство идеальности.

Пример 1.3. "Автомобильные ремни безопасности необходимо периодически менять. Вызвано это опасениями, не ослаблен ли материал. Изобрели ленту, которая сама своим видом покажет, когда ее менять".

Пример 1.4. "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"¹⁸. Этот метод можно применять при контроле шин для их замены.

Пример 1.5. Оконные стекла необходимо мыть. Осуществлять эту операцию в цехах с высокими и большой площади окнами довольно сложно и трудоемко. Если цехи "остеклить" лавсановой пленкой, то при дуновении легкого ветерка пленка **сама** сбрасывает с себя пыль. Эта пленка прозрачна, легка, не боится паров плавиковой кислоты. Для "остекления" окон такой пленкой можно использовать облегченные рамы.

Пример 1.6. Соприкосновение трущихся поверхностей, выполненных из стали,

приводит к их износу, поэтому участок взаимодействия смазывают.

Польские специалисты утверждают, что любая сталь станет **самосмазывающейся** (ИКР), не потеряв своих лучших механических свойств, если к ней добавить 0,3% свинца. Можно повысить скорость резания, продлить срок службы инструмента¹⁹.

Пример 1.7. В болтовых соединениях, для того чтобы гайка сама не отворачивалась в процессе эксплуатации, на болт наворачивают вторую (контр) гайку.

Идеалом в данном случае было бы "гайка сама себя закрепляет (контрит)". Сейчас уже существует немало разных конструкций самоконтрящихся гаек. Одна из них.

Гайку надежно удерживают на месте расположенные по торцу зубцы с острыми кромками, которые направлены по касательной к резьбовому отверстию и имеют наклон 7-10°. Такое решение позволяет применять самоконтрящиеся гайки многократно. При этом на 30% уменьшается сроки монтажа и демонтажа, повышается надежность соединений и сокращается номенклатура крепежа. Такая гайка особенно необходима для тех соединений, которые испытывают различные по характеру нагрузки.

В случае болтовых соединений без гайки контрится должен САМ болт "...на торцевой поверхности головки (в данном случае болта, но может быть и гайка), обращенной к соединяемой детали, выполнены концентричные заостренные кольцевые выступы (с насечкой) (см. рис. 1.1).

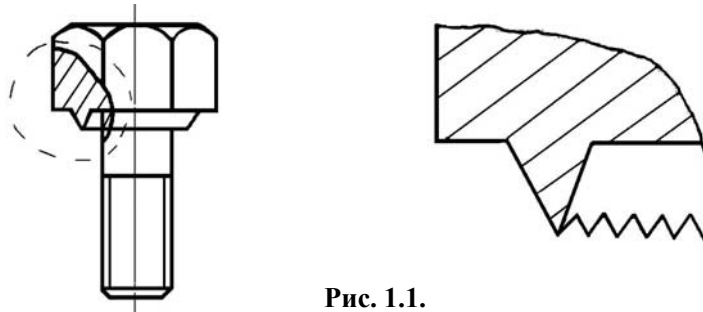


Рис. 1.1.

Стремление к идеалу – общая тенденция развития технических систем.

В транспортных средствах эта тенденция проявляется, в частности, в неуклонном повышении доли использования ими полезного веса. Этим объясняется увеличение водоизмещения судов, особенно танкеров.

Пример 1.8. Танкер водоизмещением 3000 тонн полезно использует 57% своего водоизмещения, а танкер водоизмещением более 200000 тонн - 86% , таким образом, приближаясь к идеалу (рис.1.2).

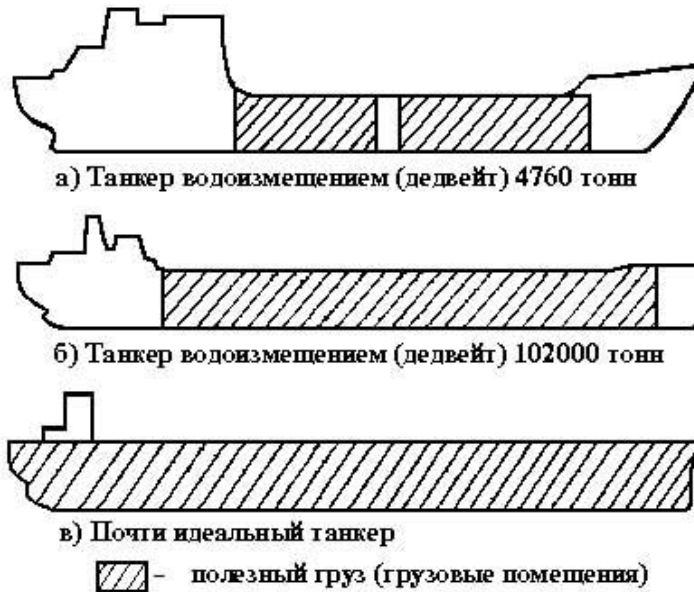


Рис. 1.2.

Пример 1.9. "Обработка деталей абразивными кругами сопровождается повышением температуры в зоне контакта, которая отрицательно воздействует на поверхностный слой детали, повышает износ самого круга".

ИКР в данном случае – круг сам предохраняет деталь и себя от перегрева.

"В Запорожском машиностроительном институте разработаны шлифовальные круги, состоящие из традиционных компонентов, но в своем составе имеющие эндотермическую добавку. При высоких температурах шлифования она разлагается с поглощением тепла и уносит его из зоны обработки"²⁵.

Интересно отметить, что стремление к идеалу присуще не только технической системе в целом, но и отдельным ее частям и процессам, происходящим в них.

Так, **идеальное вещество** - вещества нет, а функции его (прочность, непроницаемость и т.д.) остаются. Именно поэтому в современных судах тенденция использовать все более легкие и более прочные материалы, то есть материалы с все большей удельной прочностью и жесткостью.

Более идеально, когда устраняется не только средство, но и сама работа (процесс), и даже становится **ненужной функция**.

Рассмотрим в качестве примера процесс мытья посуды.

Пример 1.13. Раньше посуду мыли вручную. Особо грязные места приходилось долго оттирать щеткой. При этом полированная посуда царапалась. Затем развитие этого процесса осуществлялось в нескольких направлениях. Например, появились различные моющие средства, убыстряющие и улучшающие процесс мытья. После нанесения таких средств нужно только смыть грязь. Появились посудомоечные машины. Появилась и одноразовая посуда. В последнем случае не нужен ни процесс мытья, ни сама функция – очистка посуды. Таким образом, процесс мытья стал идеальным – он перестал существовать.

Рассмотрим еще одно проявление идеальности характерное для технических систем из хайтека.

Пример 1.14. Осциллограф - прибор, показывающий сигнал и его изменение во времени. Идеального осциллографа быть не должно, а его функция (показ вида сигнала) должна быть. Т.е. показывать сигнал без прибора. Функцию осциллографа перенесли на компьютер. Программа должна выполнять все функции: аналого-цифровое преобразование, показ вида сигнала и его запись.

В дальнейшем подобное решение использовали в модеме. Первоначально модем

представлял собой сложное устройство, теперь это программа.

Это тенденция замены прибора программой.

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

Сравнивая реальное решение с ИКРом, определяем противоречие. Таким образом, ИКР - инструмент, необходимый для выявления противоречия и для оценки качества решения. Следовательно, ИКР служит своего рода "путеводной звездой" при решении технических задач.

Задача 1.12. Лавина

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 "на всякий случай". 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. Как быть?

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 - Швейцарская фирма "Сулаб" предложило 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 человек, попавший в лавину, находится без сознания, причем длительность ее работы неограниченна батареи, которая могла бы иссякнуть, просто нет³⁵.

Таким образом, анализ задач по АРИЗ постепенно сужает поле поиска и выявляет диаметрально противоположные физические свойства выбранного объекта.

2.3 ПРАКТИКА ПО ФОРМУЛИРОВАНИЮ ПРОТИВОРЕЧИЙ

Приведем несколько задач. Попробуйте разобрать их, пользуясь описанной выше в п.2.2 последовательностью.

Условия задач **Задача 1.18. Шаровая молния**

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. Как?

Задача 1.19. Запайка ампул

На фармацевтическом заводе возникла проблема по запайке ампул с лекарством.

Ампулы с лекарством устанавливают в кассету. В кассете содержится 25 ампул. Кассету подают к коллективной горелке. Против каждого язычка пламени оказывается ампула. Язычки пламени в горелке точно отрегулировать невозможно, поэтому их пламя не равномерно. Одни язычки пламени большие, а другие маленькие.

Большие язычки пламени хорошо запаивают ампулу, но перегревают (портят) лекарство. Маленькие язычки пламени не портят лекарство, но не запаивают ампулу.

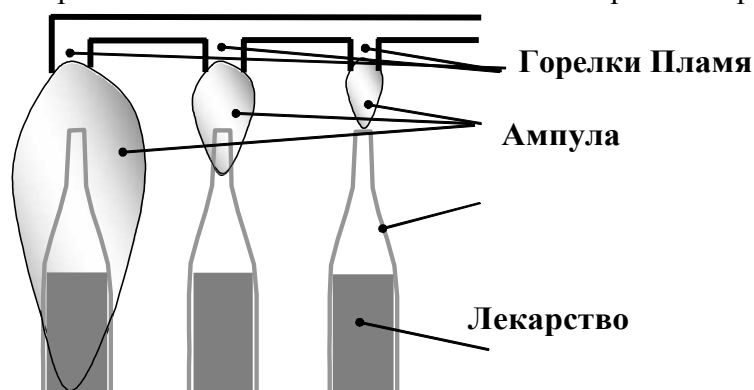


Рис. 1.17

Как сделать, чтобы все ампулы были запаяны, но ни одна не испорчена?

Задача 1.20. Колеса вагонов

Колесные пары железнодорожных вагонов или локомотивов изнашиваются, и время от времени их надо приводить в порядок

- обтачивать в строгом соответствии с железнодорожными требованиями. Это делается по традиционной схеме: колеса выкатывают из-под вагонов или тепловозов, ставят на огромные токарные станки и обрабатывают.

Специального оборудования на ремонтных заводах для этого недостаточно. Поэтому многие вагоны и тепловозы простаивают, дожидаясь "своей очереди". Кроме того, тратится много времени и сил для снятия и установки колес.

Как более производительнее и с меньшей затратой сил обтачивать колеса с имеющимся оборудованием?

Задача 1.21. Утечка нефти

В последние годы участились аварии танкеров, в результате которых происходят большие потери нефти, и огромные поверхности морей загрязняются ею.

Как при аварии избежать утечки жидкого груза из танков?

Задача 1.22. Снятие пружины с оправки

Обычно пружины изготавливают на токарном станке путем навивки на стержне, который называется оправка. Чтобы пружина была качественная (витки одинакового диаметра) ее нужно плотно навивать на оправку, но при этом пружину трудно снять с оправки. Ситуация усложняется если пружины квадратного или шестигранного сечений.

Обычно оправку выбивают, ослабляют пружину или навивают пружину неплотно.

При этом тратится много времени, нужно использовать специальный инструмент, портится оправка или пружина с самого начала сделана не качественно.

Как быть?

Задача 1.23. Маховик

Маховики используются, как аккумуляторы энергии. Чем больше их диаметры и масса, тем больше энергии они аккумулируют, но чем больше диаметр и скорость вращения, тем больше силы разрыва маховика. Как быть?

Задача 1.24. Растяжение арматуры

Для изготовления напряженного (сжатого) железобетона арматуру растягивают, закрепляют в форме и заливают бетоном. После того как бетон "схватился" (застыл), концы арматуры освобождают. Арматура укорачивается и сжимает (напрягает) бетон.

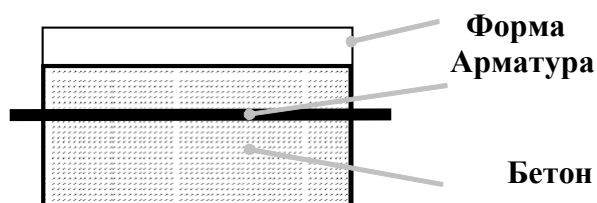


Рис. 1.18

Сначала арматуру растягивали с помощью гидродомкратов. Впоследствии с помощью более простого и надежного способа

– электронагрева. Арматура нагревается и удлиняется. Пока напряжения в бетоне требовались не очень большие, использовали арматуру из менее прочной стали. Необходимые удлинения в ней создавались нагревом на 350-400°C. Затем потребовался железобетон с большими напряжениями. Стали применять арматуру из более прочной стали. Для удлинения этой арматуры на расчетную величину ее требовалось нагреть до 700°C. Но нагрев выше 400°C приводит к потере высокопрочных механических свойств арматуры. Даже кратковременный (импульсный) нагрев недопустим. Применять проволоку из жаропрочной стали слишком дорого. Как быть?

Задача 1.25. Торможение танкера

У крупных современных танкеров тормозной путь составляет несколько километров. В связи с этим возрастает вероятность попадания таких судов в аварию.

Что только не предпринимают, чтобы сократить тормозной путь:

- реверс винта,
- поворот руля на 90°,
- тормозные парашюты – все мало эффективно.

Каким способом можно сократить тормозной путь крупных танкеров?

Задача 1.26. Окраска баллончиков

Завод выпускает большое количество пластмассовых изделий (баллончиков) цилиндрической формы. Их необходимо красить. Внесение краски в полимер невозможно, поэтому изделия покрывают снаружи с помощью краскопульта (распылителя). Для более равномерной окраски цилиндр поворачивают вокруг своей оси.

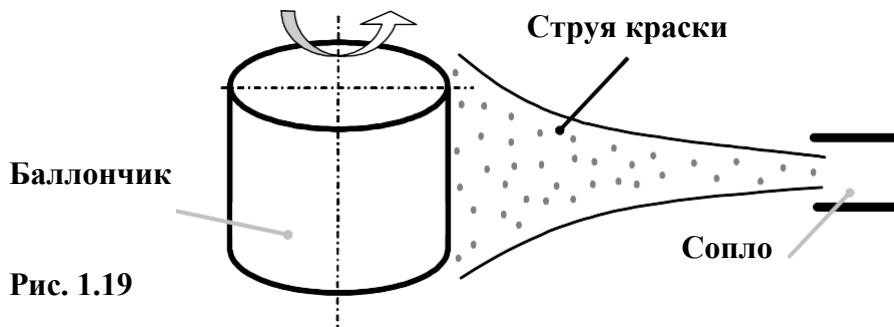


Рис. 1.19

Если распылитель отрегулировать на минимальный режим, то легко уловить момент, когда на баллончик будет нанесен нужный слой, но при этом процесс значительно замедляется, а, следовательно, снижается производительность. Применение электростатического способа в данном случае исключено.

Как сделать процесс окраски качественным и производительным?

Задача 1.27. Разлив металла

Разлив жидкого металла из ковша осуществляется из донного отверстия под действием гравитации (рис. 1.20).

Такой разлив осуществляется неравномерно, так как зависит от высоты столба жидкого металла (от гидростатического напора). Как сделать разлив равномерным?

1.30. Нить для платья

Моды постоянно меняются, и вот пришла мода делать платья из большого количества кусков материалов различного цвета или из материалов с разноцветными рисунками. Но как подобрать цвет нитки, чтобы шов не был виден?

2.4 АНАЛИЗ МОДЕЛИ ЗАДАЧИ, ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИКР И ОП

Основные понятия и структура второй части АРИЗ

Цель второй части АРИЗ – выявить имеющиеся в системе ресурсы, которые можно использовать для решения задачи. На этой части определяют оперативные параметры, рассматривая оперативную зону икс-элемента, оперативное время и часть вещественно-полевых ресурсов (ВПР), находящихся в оперативной зоне. Среди этих ресурсов могут быть любые из оперативных параметров.

Вещественно-полевые ресурсы – это вещества и поля, которые уже имеются или могут быть легко получены по условиям задачи. ВПР бывают внутренние (внутрисистемные), внешние (внешнесистемные) и надсистемы (надсистемные). Выявление вещественно-полевых ресурсов удобно систематизировать с помощью таблицы (см. табл. 4.1).

Таблица 4.1

ВПР	Вещество	Поле
1. Внутренние		
1.1. Инструмент (указать)	(указать)	(указать)
1.2. Изделие (указать)	(указать)	(указать)
2. Внешняя среда (указать)	(указать)	(указать)
2.1. Среда (указать)	(указать)	(указать)

2.1.1. Инструмента (указать)	(указать)	(указать)
2.1.2. Изделия (указать)	(указать)	(указать)
2.2. Общие	Воздух, вода и т.п.	"фоновые": гравитационное, магнитное поле Земли
3. Надсистема		
3.1. (указать)	(указать)	(указать)
3.2. Отходы (указать)	(указать)	(указать)
3.3. Дешевые (указать)	(указать)	(указать)

При решении мини-задачи в первую очередь желательно использовать внутренние ВПР. При развитии полученной идеи и при прогнозировании развития систем (макси-задачи), необходимо максимально использовать все виды ресурсов.

Особо следует обратить внимание на ресурсы изделия. Как мы уже отмечали раньше, изделие – неизменяемый элемент. Изделие действительно нецелесообразно изменять при решении мини-задачи. Иногда изделие может:

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

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

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

Итак, во второй части уточняются и конкретизируются параметры модели задачи, предельно сужая область исследования. С другой стороны, выявляются остальные ресурсы в системе, надсистеме и окружающей среде. Расширяя область представления о задаче. Эти знания используются после точной формулировки задачи (выявление ОП) для получения решения.

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



Рис. 4.1. Функция 2-ой части АРИЗ-85-В Анализ модели задачи

Где: 2 – номер части АРИЗ-85-В, М – модель задачи,

ВПР – вещественно-полевые ресурсы.

Более детально последовательность выявления ВПР представлена структурной схемой, показанной на рис. 4.2.

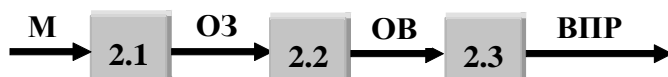


Рис. 4.2. Анализ модели задача. Где: 2.1-2.3 –шаги 2-й части АРИЗ-85-В.

- **Определить оперативную зону (ОЗ),**
 - **Определить оперативное время (ОВ),**
 - **Определить вещественно-полевые ресурсы (ВПр),**
- М – модель задачи, ОЗ – оперативная зона,
ОВ – оперативное время,
ВПр – вещественно-полевые ресурсы.**

Определения оперативной зоны и оперативного времени были даны в п.1.5 ("Вспомогательные понятия АРИЗ").

Определение оперативной зоны

Оперативная зона (ОЗ) является частью измененного элемента, в пределах которого обеспечивается противоречивость требований, обуславливающих наличие конфликта. ОЗ частично или полностью располагается на поверхности изделия или проникает в него.

Однако такое проникновение возможно лишь тогда, когда оно (проникновение) не нарушает условий задачи. Геометрически ОЗ может включать и весь изменяемый элемент. При этом слова "часть элемента" означают составную часть, распределенную во всем пространстве (например, радиоволны – часть окружающего пространства – атмосферы). Если в ОЗ действуют какие-либо силы, то источники этих сил (устройства) могут находиться за пределами этой ОЗ.

Перейдем к рассмотрению конкретных шагов этой части АРИЗ.

Итак, на шаге 2.1 определяется оперативная зона – зона конфликта. Выполним этот шаг для рассматриваемой задачи.

Задача 3.1. Газопровод (продолжение)

Напомним, что мы на шаге 1.6 в модели задачи рассматривали два варианта преградителей:

а) отсутствующий, б) сплошной.

2.1. Определить оперативную зону (ОЗ).

Для этой модели задачи оперативная зона – узкая часть внутреннего объема трубы или еще более точно – круг, вписанный в трубу.

В учебных целях для лучшего усвоения понятия оперативной зоны покажем ее предельные значения (область возможных значений). Предыдущая формулировка – это предельно широкое рассмотрение ОЗ. Посмотрим, как можно сформулировать предельно узкое значение ОЗ.

Предположим, что усиленную формулировку конфликта мы не сделали, тогда ОЗ можно рассматривать как зону одного отверстия и прилегающий к нему периметр преградителя. Еще более узкое рассмотрение оперативной зоны – это точка.

Для данной задачи мы показали предельные значения, между которыми можно рассматривать ОЗ.

Определение оперативного времени

Как мы уже говорили, что оперативное время (ОВ) – это время конфликта (Т1). Для разрешения конфликта может быть использовано время Т2 - до конфликта (предварительная подготовка) или время Т2 - после совершения конфликта (время исправления конфликта). Идеальнее использовать время до конфликта, тогда конфликт не возникнет, и не нужно будет терять время на его устранение. Может быть, полезно рассмотреть и время, когда происходит конфликт.

Задача 3.1. Газопровод (продолжение)

Определить оперативное время.

На этом шаге рассматривается два времени: Т1 – конфликтное время (время в течение которого происходит конфликт), и время до конфликта Т2. Конфликт иногда может быть

предотвращен в течение T2.

T1 – время возникновения пожара.

T2 – время прохождения газа (часто его рассматривают как резерв времени до конфликта).

Определение вещественно-полевых ресурсов

Ресурсы могут быть вещественные, полевые (энергетические и информационные), пространственные, временные и функциональные. Они могут рассматриваться в системе, подсистеме и надсистеме. Ресурсы могут быть в готовом виде или можно использовать видоизменение имеющихся ресурсов. Ресурсы можно менять в пространстве и времени. Кроме того, в качестве ресурсов могут использоваться отходы и "даровые" ресурсы (ресурсы, которые имеются в большом количестве). Для решения задач по АРИЗ ресурсы удобно представлять в виде таблицы 4.1.

Задача 3.1. Газопровод (продолжение)

Определить вещественно-полевые ресурсы (ВНР)

рассматриваемой системы, внешней среды и изделия.

Составить список ВНР.

Для этого необходимо заполнить таблицу (см. табл. 4.2)

Таблица 4.2.

ВНР	Вещество	Поле
1. Внутренние		
1.1. Инструмент – преградитель	керамика	-
1.2. Изделие – газ	газ	Давление, движение
2. Внешняя среда – газ	газ	Давление, движение
2.1. Среда	газ	Давление, движение
2.1.1. Инструмента – преградителя	газ	Давление, движение
2.1.2. Изделия – газ	газ	Давление, движение
огонь		Температура
2.2. Общие	Воздух, вода и т.п.	"фоновые": гравитационное, магнитное поле Земли
3. Надсистема		
3.1. труба	металл	давление
3.2. Отходы – продукты сгорания газа	Угарный газ	температура
3.3. Дешевые – газ	газ	давление

Определить оперативные параметры – внутрисистемные ВНР. Выписать их из таблицы (см. п. 2.3.1).

Из таблицы ВНР можно определить другие оперативные параметры модели задачи. Напомним, что оперативные параметры находятся в ОЗ и их следует рассматривать в ОВ. Таким образом, для рассмотрения оперативных параметров следует рассматривать только

внутрисистемные ВПР, к которым относятся керамика, газ, давление и температура. Эти параметры будут использованы при дальнейшем анализе задачи. Остальные ВПР могут быть использованы при разрешении противоречий и получения решения.

Основные понятия и структура третьей части АРИЗ

Цель третьей части АРИЗ – формулировка обостренного противоречия (ОП), которое формулируется из модели задачи с учетом ее оперативных параметров, рассматриваемых как ВПР.



Рис. 5.1. Функция 3-ой части АРИЗ-85-В. Определение ОП.

Где: 3 – номер части АРИЗ-85-В, М – модель задачи,

ВПР – вещественно-полевые ресурсы, ОП – обостренное противоречие.

Технология выявления обостренного противоречия (ОП) представлена блок схемой на рис.5.2.

Если задача не решена, перейти к четвертой части АРИЗ. Если задача решена, можно перейти к седьмой части АРИЗ,

хотя и в этом случае рекомендуется продолжить анализ по четвертой части.

К 4-ой части

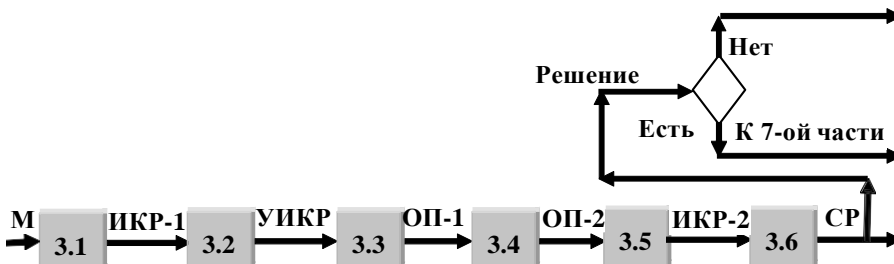


Рис. 5.2. Определение ОП Где: 3.1 - 3.6 – шаги 3 части АРИЗ-

85-В,

Записать формулировку ИКР-1

Усиление формулировки ИКР-1 (использование ВПР)

Формулировка обостренного противоречия (ОП) на макроуровне

Формулировка обостренного противоречия (ОП) на микроуровне

Формулировка идеального конечного результата ИКР-2

Применение системы стандартов. М – модель задачи,

ИКР-1 – идеальный конечный результат (ИКР) 1, УИКР – усиленная формулировка ИКР,

ОП – обостренное противоречие,

ОП-1 – обостренное противоречие на макроуровне,

ОП-2 – обостренное противоречие на микроуровне или более обостренное противоречие, чем ОП-1,

ИКР-2 – идеальный конечный результат (ИКР) 2,

СР – структурное решение.

Формулировка идеального конечного результата - ИКР

Третья часть начинается с формулировки идеального конечного результата – ИКР. Это осуществляется на шаге 3.1. В общем виде ИКР формулируется следующим образом.

Икс-элемент, абсолютно не усложняя систему и не вызывая вредных явлений, не допускает или устраняет (указать вредное действие) в течение ОВ в пределах ОЗ, сохраняя способность инструмента совершать (указать полезное действие).

Кроме конфликта "вредное действие связано с полезным действием", возможны и другие конфликты, например, "введение нового полезного действия, вызывает усложнение системы" или "одно полезное действие несовместимо с другим (или ослабляет другое действие)". Поэтому приведенная выше формулировка ИКР – только образец, по типу которого необходимо записывать ИКР. Общий смысл любых формулировок ИКР: приобретение полезного качества (или недопущение или устранение вредного) не должно сопровождаться ухудшением других качеств (или появлением вредного качества).

Задача 3.1. Газопровод (продолжение)

Записать формулировку ИКР-1:

Икс-элемент, абсолютно не усложняя систему и не вызывая вредных явлений, не допускает распространения огня в течение ОВ (во время образования пожара) в пределах ОЗ (в пределах внутреннего объема трубы), сохраняя способность преградителя свободно пропускать газ.

5.3. Усиленная формулировка ИКР

На следующем шаге, вводятся еще два вида более ИДЕАЛЬНЫХ формулировок ИКР. Напомним, что идеального объекта нет, а его функции выполняются. Поэтому идеальный икс-элемент, которого нет, т.е. в системе остаются только изделие и инструмент. Еще более идеальнее, когда изделие все совершает само, т.е. без инструмента.

Итак, можно рассматривать три вида ИКР, расположим их по степени увеличения идеальности:

- изделие, инструмент, икс-элемент;
- изделие, инструмент;
- изделие.

В дальнейшем анализе целесообразно проследить все эти три линии.

Кроме того, каждая из этих трех линий может быть расширена введением в рассмотрение только ресурсов. Вместо каждого из элементов, вставляются один из его ресурсов, и проводится анализ задачи. В дальнейшем используют другой ресурс и снова проводят анализ задачи и т.д.

Представим стандартные формулировки усиленных ИКР для инструмента и изделия.

Инструмент (указать) или его ВПР (указать), не вызывая вредных явлений, не допускает плохого действия (указать) в течение ОВ в пределах ОЗ, совершает полезное действие.

Изделие (указать) или его ВПР (указать), САМО совершает полезное действие (указать).

Задача 3.1. Газопровод (продолжение)

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

Усиленная формулировка ИКР-1 для изделия и инструмента может быть представлена.

Для рассматриваемой задачи:

а) Отсутствующий преградитель (газ, давление или температура) не допускает распространения огня в течение ОВ (во время образования пожара) в пределах ОЗ (в пределах внутреннего объема трубы), пропуская газ.

б) Сплошной преградитель (керамика, газ, давление или температура), пропускает газ и не допускает распространения огня в течение ОВ в пределах ОЗ.

Усиленная формулировка ИКР-1 для изделия может быть представлена.

Газ сам препятствует распространению огня.

Давление само препятствует распространению огня. Температура сама препятствует распространению огня.

5.4. Формулировка обостренного противоречия

На следующих шагах формулируются обостренные противоречия (ОП). Они формулируются на макро и микроуровнях, с углубленностью, до той степени, которой требует конкретная задача.

Первоначально ОП формулируется для икс-элемента, затем для инструмента, а потом для изделия.

Главное требование при формулировке ОП – найти свойство и анти-свойство, которым должен обладать икс- элемент, чтобы удовлетворить требованиям ИКР. Т.е. свойство икс-элемента, чтобы не допустить или устранить вредное действие и анти-свойство, чтобы сохранить полезное действие.

Приведем стандартную формулировку обостренного противоречия на макро уровне для икс-элемента.

Икс-элемент внутри ОЗ в течение ОВ должен быть (указать свойство), чтобы не допустить (указать вредное конфликтующее действие), и не должен быть (указать анти-свойство), чтобы сохранить (указать полезное конфликтующее действие).

Задача 3.1. Газопровод (продолжение)

Для рассматриваемой задачи:

Формулировка обостренного противоречия на макроуровне.

Формулировка обостренного противоречия на макро уровне для икс-элемента.

Икс-элемент внутри трубы во время появления огня должен не пропускать поток, чтобы преградить путь (не допустить распространение) огню, и должен пропускать поток, чтобы не мешать прохождению газа.

Приведем стандартную формулировку обостренного противоречия на макро уровне для инструмента.

Инструмент (указать) или его ВПР (указать) внутри ОЗ в течение ОВ должен быть (указать свойство), чтобы не допустить (указать вредное конфликтующее действие), и не должен быть (указать анти-свойство), чтобы сохранить (указать полезное конфликтующее действие).

Задача 3.1. Газопровод (продолжение)

Для рассматриваемой задачи:

Формулировка обостренного противоречия на макро уровне для инструмента.

Преградитель во время появления огня должен препятствовать прохождению потока, чтобы не допустить распространение огню, и должен пропускать поток, чтобы не мешать прохождению газа.

Приведем стандартную формулировку обостренного противоречия на макро уровне для изделия.

Изделие (указать) или его ВПР (указать) внутри ОЗ в течение ОВ должен быть (указать свойство), чтобы не допустить (указать вредное конфликтующее действие), и не должен быть (указать анти-свойство), чтобы сохранить (указать полезное конфликтующее действие).

Задача 3.1. Газопровод (продолжение)

Для рассматриваемой задачи:

Формулировка обостренного противоречия на макро уровне для изделия.

Газ должен создавать сопротивление прохождению потока, чтобы не допустить распространение огню, и не должен создавать сопротивление прохождению потока (должен пропускать поток), чтобы не мешать прохождению газа.

Перейдем к рассмотрению формулировки обостренного противоречия на микроуровне. Этот шаг может рассматриваться двояко:

- дальнейшее углубление обостренного противоречия,
- переходу к рассмотрению обостренного противоречия для микроструктуры системы. Можно рассматривать и то и другое.

Углубление обостренного противоречия лучше всего довести до выявления противоположных сил. В этом случае обостренное противоречие для микроструктуры должно выявить частицы, которые должны обеспечить действие, выявленных ранее противоположных сил.

Этап определения противоположных сил, при необходимости (для определения первопричин) может быть продолжен и дальше. Структура выявления этих свойств C_i была показана нами раньше при рассмотрении логики АРИЗ (п. 1.4).

Приведем стандартную формулировку обостренного противоречия на микроуровне.

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

Задача 3.1. Газопровод (продолжение)

Формулировка обостренного противоречия на микроуровне.

Частицы ОЗ должны соединяться, чтобы препятствовать прохождению потока, и не должны соединяться, чтобы не препятствовать прохождению потока.

Частицы ОЗ должны создавать силу, чтобы создавать сопротивление прохождению потока, и не должны создавать силу, что бы не создавать сопротивление прохождению потока.

Перейдем к рассмотрению шага 3.5, где происходит формулировка идеального конечного результата ИКР-2.

5.5. Формулировка ИКР-2

Приведем стандартную формулировку ИКР-2.

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

Задача 3.1. Газопровод (продолжение)

Формулировка идеального конечного результата ИКР-2.

Часть пространства трубы во время возникновения пожара должна препятствовать прохождению огня и не препятствовать прохождению газа (должна создавать силу и не создавать силу).

5.6. Применение системы стандартов

На последнем шаге (3.6) третьей части АРИЗ-85-В проверяют возможность применения системы стандартов на решения изобретательских задач для задачи, сформулированной в виде ИКР-2.

Задача 3.1. Газопровод (продолжение)

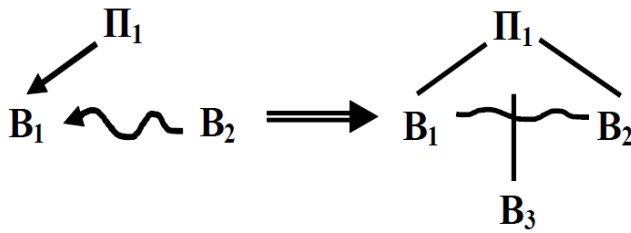
Применение системы стандартов.

Мы уже построили возможные вепольные структуры на шаге 1.7. Выберем из них те, которые соответствуют формулировке ИКР-2, и дополним их при необходимости стандартными решениями.

Задача заключается в устранении вредных связей. Следовательно, мы должны рассматривать стандарты группы 1.2 – разрушение веполей.

Стандарт 1.2.1. Устранение вредной связи введением V_3

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



Приведем возможные вепольные преобразования где V_1 – газ;

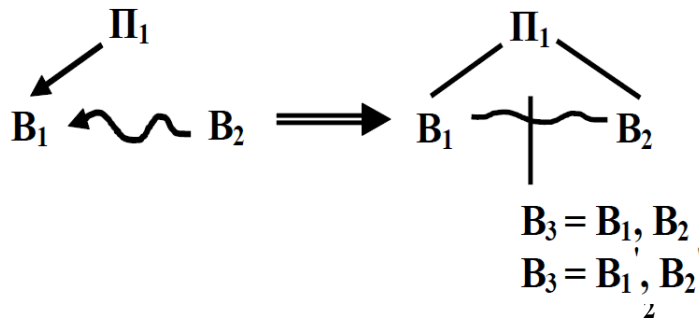
V_2 – преградитель (стенка);

Π_1 – давление газа, создающее поток.

V_3 – вещество, которое должно способствовать прохождению газа.

Стандарт 1.2.2. Устранение вредной связи введением видоизмененных V_1 и/или V_2

Если между двумя веществами в веполе возникают сопряженные - полезное и вредное - действия, причем непосредственное соприкосновение веществ сохранять необязательно, а использование посторонних веществ запрещено или нецелесообразно, задачу решают введением между двумя веществами третьего, являющегося их видоизменением (см. вепольную формулу ст. 1.2.1).



где V_1 – газ;

V_2 – преградитель (стенка);

Π_1 – давление газа, создающее поток.

V_3 – вещество преградителя, которое может быть сделано или из V_1 (газа) или из V_2 (преградителя) или из их модификаций (V_1' , V_2').

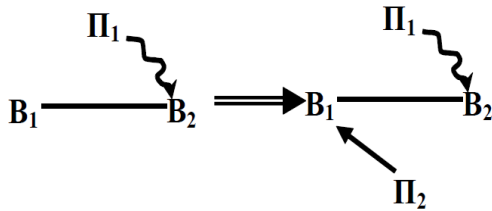
1 2

Очевидно, что идеальнее V_3 сделать из газа.

Стандарт 1.2.4. Противодействие вредным связям с помощью

Π_2

Если между двумя веществами в веполе возникают сопряженные - полезное и вредное - действия, причем непосредственное соприкосновение веществ - в отличие от стандартов 1.2.1 и 1.2.2 - должно быть сохранено, задачу решают переходом к двойному веполу, в котором полезное действие остается за полем Π_1 , а нейтрализацию вредного действия (или превращение вредного действия во второе полезное действие) осуществляет Π_2 :



где V_1 – отсутствующий преградитель (преградитель с очень большими отверстиями),
 Π_1 – огонь,
 V_2 – газ,
 Π_2 – поле, задерживающее огонь.

Итак, стандарты подсказывают, что необходимо вводить дополнительное вещество V_3 , которое должно препятствовать прохождению огня, но не мешать прохождению, газа, когда огня нет. Значит, это вещество должно появляться только в момент (T_1) появления огня. Стандарт 1.2.2 говорит, что этим веществом может быть или преградитель (V_1) или газ (V_2). Идеальнее не вводит дополнительных преградителей, т.е. использовать вещество V_2 – газ.

2.5 МОБИЛИЗАЦИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ ВЕЩЕСТВЕННО-ПОЛЕВЫХ РЕСУРСОВ

Основные понятия и структура четвертой части АРИЗ

Цель шестой части АРИЗ-85-В – повышение эффективности использования вещественно-полевых ресурсов (ВПР).



Рис. 6.1. Функция 6-ой части АРИЗ-85-В Мобилизация и применение ВПР

Где: 6 – номер части АРИЗ-85-В,

ОП – обостренное противоречие,

ВПР – вещественно-полевые ресурсы.

На шаге 2.3 были определены имеющиеся ВПР, которые можно использовать бесплатно. Четвертая часть АРИЗ включает планомерные операции по увеличению ресурсов: рассматриваются производные ВПР, получаемые почти бесплатно путем минимальных изменений имеющихся ВПР.

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

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

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

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

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

Детальная технология выявления и использования ВПР описана в тексте АРИЗ-85-В. Общая последовательность показана на рис.6.2. Она следующая:

Метод моделирования маленькими человечками

(ММЧ).

Шаг назад от ИКР.

Смесь ресурсных веществ.

Замена веществ пустотой или смесью ресурсных веществ с пустотой.

Применение веществ, производных от ресурсных (или применение смеси этих производных веществ с "пустотой").

Использование ресурсных полей и их сочетаний

Поле и отзывчивое вещество.



Рис. 6.2. Мобилизация и применение ВПР Где: 4.1 - 4.7 - шаги 4-ой части АРИЗ-85-В,

Метод ММЧ

Шаг назад от ИКР

Смесь ресурсных веществ

Замена веществ пустотой или смесью ресурсных веществ с пустотой

Применение веществ производных от ресурсных

Использование ресурсных полей и их сочетаний

Поле и отзывчивое вещество.

ОП – обостренное противоречие, ИР – идея решения.

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

Применение метода ММЧ

Метод моделирования маленькими человечками (ММЧ) – один из методов развития творческого воображения (РТВ)⁶⁴. Основная функция метода ММЧ снять психологическую инерцию. Кроме того, с помощью этого метода легко представить модель системы или процесса. В процессе моделирования с помощью толпы маленьких человечков легче представить идею решения. Моделирование лучше всего начинать с построения условий задачи. Для этого делается рисунок или серия рисунков (чтобы показать динамику). Как минимум делается два рисунка: конфликтная ситуация и возможный путь ее разрешения. В процессе моделирования человечки должны разрешить обостренное противоречие. При этом человечки могут быть как веществом, так и полем.

"Конфликтующие требования" – это конфликт из модели задачи или противоположные физические состояния, указанные на шаге 3.5.

На рисунке желательно показать действует большого числа "маленьких человечков" (группа, несколько групп, "толпа"). Изображать в виде "маленьких человечков" следует только изменяемые части модели задачи (инструмент, икс-элемент).

Итак, метод ММЧ рекомендуется применять в следующей последовательности:

- . построить схему конфликта, используя метод ММЧ;
- . изменить схему так, чтобы "маленькие человечки" действовали, не вызывая конфликта;
- . перейти к технической схеме.

Иногда шаг 4.1.2 можно выполнить, совместив на одном рисунке два изображения: плохое действие и хорошее действие. Если события развиваются во времени, целесообразно сделать несколько последовательных рисунков.

Типичная ошибка, совершаемая на шаге 4.1, что, ограничиваются беглыми, небрежными рисунками. Хорошие рисунки:

а) выразительны и понятны без слов;

б) дают дополнительную информацию об обостренном противоречии, указывая в общем виде пути его устранения.

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

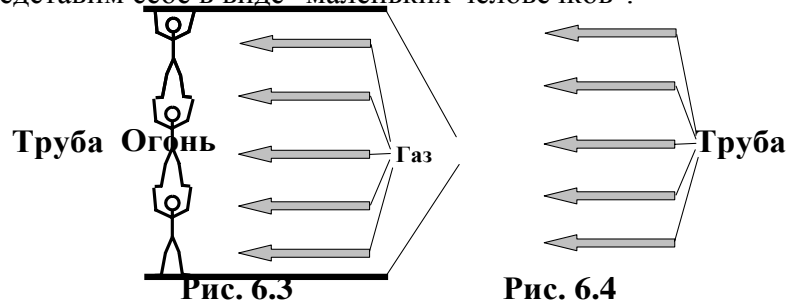
Продемонстрируем Метод ММЧ на рассматриваемой задаче.

Задача 3.1. Газопровод (продолжение)

Метод ММЧ.

Построить модель конфликта

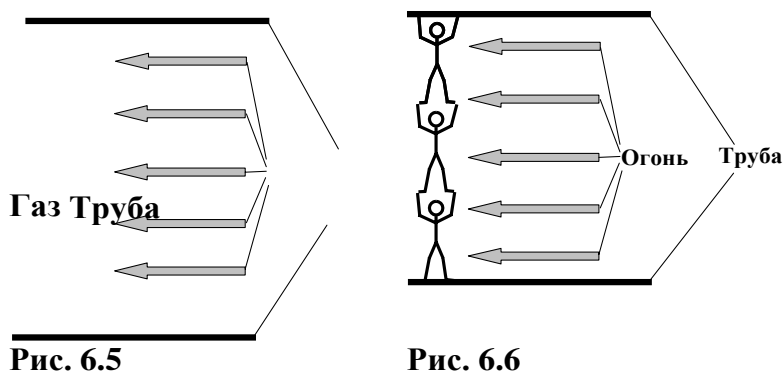
Преградитель представим себе в виде "маленьких человечков".



На рис. 6.3 показана модель конфликта, когда преградитель представляет собой сплошную стену, а на рис. 6.4 – отсутствующий преградитель. На рисунках показаны только конфликтные действия.

Изменить схему, представленную на шаге 4.1.1 так, чтобы "маленькие человечки" действовали не вызывая конфликта.

Как нужно перестроить модель, чтобы устранить конфликт?



На рис. 6.5 показано, что пока нет огня, человечков (преградителя) не должно быть, но когда появляется огонь, человечки должны или перекрыть трубу (рис. 6.6) или воздействовать с силой на огонь, препятствуя его прохождению (рис. 6.7). Видимо, на рис. 6.6 человеком можно представить в виде вещества, а на рис. 6.7 – в виде поля.

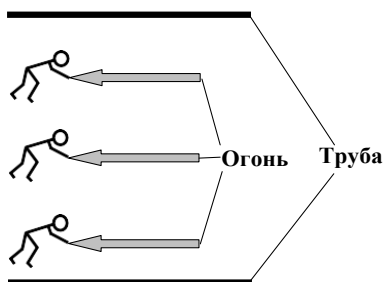


Рис. 6.7

Шаг назад от ИКР

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

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

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

Перейдем к рассмотрению шага 4.2 - шаг назад от ИКР.

Шаг назад от ИКР.

ИКР - (указать).

Шаг назад - (осуществить).

Что сделать, чтобы от 4.2.2 перейти к 4.2.1? (описать).

Применение преобразованных ВПР

Эта группа шагов нацелена на максимально эффективное использование имеющихся ресурсов. Для этого с ними продельвают различные преобразования, объединения и комбинации.

4.3. Смесь ресурсных веществ.

Далеко не всегда можно получить решение использованием ресурсных веществ в том виде, в каком они даны. Часто для решения задачи нужны новые вещества, но введение их связано с усложнением системы, появлением побочных вредных факторов и т.д. Суть работы с ВПР в четвертой части АРИЗ в том, чтобы разрешить это противоречие и ввести новые вещества, не вводя их.

Первоначально нужно использовать ресурсы оперативной зоны. Для этого, прежде всего, нужно описать все вещества внутри оперативной зоны.

В простейшем случае шаг 4.3. состоит в переходе от двух моновеществ к *неоднородному* бивеществу.

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

Один из механизмов образования новой системы при объединении одинаковых систем состоит в том, что в объединенной системе сохраняются *границы* между объединившимися системами. Так, если моносистема – лист, то полисистема – блокнот, а

не один очень толстый лист. Но сохранение границ требует введения второго (граничного) вещества (пусть это будет даже пустота).

Отсюда шаг 4.4. – создание неоднородной квазиполисистемы, в которой роль второго - граничного вещества играет пустота. Правда, пустота - необычный партнер. При смешивании вещества и пустоты границы не всегда видны. Но новое качество появляется, а именно это и нужно.

Замена веществ пустотой или смесью ресурсных веществ с пустотой.

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

Пустота – это не обязательно вакуум. Если вещество твердое, пустота в нем может быть заполнена жидкостью или газом. Если вещество жидкое, пустота может быть газовым пузырьком. Для вещественных структур определенного уровня пустотой являются структуры нижних уровней, которые будут описаны на следующем шаге. Так для кристаллической решетки пустотой являются отдельные молекулы, для молекул отдельные атомы и т.д.

Под "пустотой" можно понимать и вкрапление веществ меньшей плотности в вещества с большей плотностью.

Применение веществ, производных от ресурсных (или применение смеси этих производных веществ с "пустотой").

Этот шаг должен развить идею, полученную на шаге 4.3.

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

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

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

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

Суть правила: достройка менее крупных структур.

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

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

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

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

так:

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

Использование ресурсных полей и их сочетаний

Прежде всего, нужно описать ресурсные поля.

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

Поле и отзывчивое вещество.

Например, "магнитное поле - ферровещество", "ультрафиолет - люминофор", "тепловое поле - металл с памятью формы" и т.д. Другие пары приведены в таблице "Соответствие веществ и полей" (см. приложение 5).

На шаге 2.3 рассмотрены уже имеющиеся ВПР. Шаги 4.3-

относятся к ВПР, производным от имеющихся. Шаг 4.6 – частичный отход от имеющихся и производных ВПР: вводят "посторонние" поля. Шаг 4.7 – еще одно отступление: вводят "посторонние" вещества и поля.

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

2.6 ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ФОНДА И ДРУГИЕ ФАЗЫ АРИЗ

Основные понятия и структура пятой части АРИЗ

На пятой части АРИЗ-85-В применяют информационный фонд для разрешения обостренного противоречия. Структура этой части представлена рис. 7.1.



Рис. 7.1. Функция 5-ой части АРИЗ-85-В. Применение информационного фонда.

Где: 5 – номер части АРИЗ-85-В,

ОП – обостренное противоречие, Р – решение.

Во многих случаях четвертая часть АРИЗ приводит к решению задачи. В таких случаях можно переходить к седьмой части. Если же после 4.7 нет решения, надо пройти пятую часть. Цель пятой части АРИЗ - использование опыта, сконцентрированного в информационном фонде ТРИЗ. К моменту ввода в пятую часть АРИЗ задача существенно проясняется – становится возможным ее прямое решение с помощью информационного фонда.

На пятой части используется:

1. система стандартов;
2. задачи-аналоги;
3. типичные преобразования (представлены в таблице 7.1);
4. технологические эффекты;
 - физические эффекты;
 - химические эффекты;
 - биологические эффекты;
 - геометрические эффекты.

Представим это в виде структурной схемы (см. рис. 7.2).

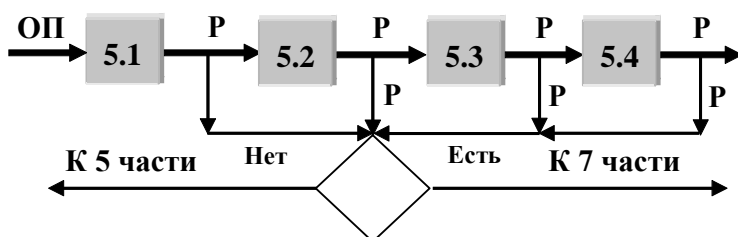


Рис. 7.2. 5-я часть АРИЗ-85-В. Применение информационного фонда

Где: 5.1-5.4 – шаги 5-ой части АРИЗ-85-В.

- Использование стандартов,
- Использование задач-аналогов,
- Использование типовых преобразований,
- Использование технологических эффектов. ОП – обостренное противоречие, Р – решение.

Использование системы стандартов

На шаге 5.1 рекомендуется использовать систему стандартов на решение изобретательских задач. Мы уже частично на шаге 3.6 рассматривали стандарты для решения задачи. На шагах 4.6 и 4.7 мы по существу тоже использовали стандарты. До этих шагов главной идеей было использование имеющихся ВПР – по возможности, избегая новых веществ и полей. Если задачу не удастся решить в рамках имеющихся и производных ВПР, приходится вводить новые вещества и поля.

Большинство стандартов как раз и относятся к технике введения добавок. Поэтому на шаге 5.1 рекомендуется посмотреть по всей системе стандартов.

Перейдем к рассмотрению задачи

Задача 3.1. Газопровод (продолжение)

Использование стандартов.

Мы уже частично рассматривали стандарты на шаге 3.6. Для решения данной задачи мы опустим этот шаг.

7.3. Использование задач-аналогов

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

Поэтому значительная часть задач решается по аналогии с другими задачами, содержащими аналогичное обостренное противоречие. Внешне задачи могут быть весьма различными, аналогия выявляется только после анализа – на уровне обостренного противоречия.

Задача 3.1. Газопровод (продолжение)

Использование задач-аналогов

В данной задаче мы не будем рассматривать этот шаг.

7.4. Использование типовых преобразований

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

Задача 3.1. Газопровод (продолжение)

Использование типовых преобразований (см. табл. 7.1)

В пространстве - противоречие не разрешается.

Во времени – преградитель или силы препятствующие распространению огня появляются только в момент появления огня, во все остальное время их нет.

Переход на микроуровень – силы должны появляться за счет использования эффектов.

Фазовые переходы – за счет повышения температуры должны происходить фазовые превращения, с помощью которых перекрывается трубопровод.

Контрольный ответ 1. Именно такая идея положена в основу конструкции аварийного клапана для трубопроводов, предложена японским инженером Тойоки Киросава. Основная деталь клапана – пластиковое кольцо (из какого именно пластика – не сообщается). При нормальной температуре кольцо не препятствует потоку жидкости или газа. Но стоит в результате пожара или взрыва температуре подняться – кольцо плавится, образуя пену, которая надежно закупоривает магистраль. Слегка изменив конструкцию клапана, его можно использовать и с противоположной целью – для открывания трубопровода при повышении температуры⁶⁵.

Можно использовать *фазовый переход второго рода*, например, эффект памяти формы.

Контрольный ответ 2. Вставка выполнена из материала, обладающего обратимым эффектом памяти формы (ЭПФ). Эта вставка при высокой температуре будет "вспоминать" форму с отсутствием отверстий, а при нормальных условиях с отверстием, равным внутреннему диаметру трубопровода.

Таблица 7.1: Типовые преобразования – разрешение физического (углубленного) противоречия

Вид преобразования (разрешения противоречия)	Конкретные преобразования
1. В пространстве	
2. Во времени	
3. В структуре	
3.1. Системные переходы	
3.1.1. Объединение систем (элементов)	
3.1.1.1. Однородных	
3.1.1.2. Неоднородных	
- <i>Альтернативных</i>	
- <i>Антагонистических</i>	
3.1.2. Изменение свойств. Сочетание свойства и антисвойства (противоположные свойства целого и частей)	
3.1.3. Переход на микроуровень	
3.2. Фазовые переходы	

<i>Замена фазового состояния части системы или внешней среды</i>	
<i>Двойственное фазовое состояние одной части системы (переход этой части из одного состояния в другое в зависимости от условий работы).</i>	
<i>Использование явлений, сопутствующих фазовому переходу.</i>	
<i>Замена однофазного вещества двухфазным</i>	
.Физико-химический переход: возникновение - исчезновение вещества за счет разложения-соединения, ионизации-рекомбинации.	

Контрольный ответ 3. Взрыв транспортируемого газа сам запирает трубопровод. В трубчатом корпусе помещен цилиндр, в обычном режиме закрепленный в корпусе гибкой проволокой, и газ проходит между стенками корпуса и цилиндра. При взрыве цилиндр расточенным на конус концом распрессовывается на конусообразный кольцевой выступ стенки и наглухо закрывает путь газу.

Системный переход. Вся система наделяется одним свойством, а ее часть противоположным – антисвойством.

Отверстие пропускает газ и не пропускает огонь.

Контрольный ответ 4. Это может быть выполнено на микроуровне. В огнепреградителе на электроды керамической вставки подается высокое напряжение. Электрическое поле надежно задерживает пламя в отверстиях, диаметр которых в три раза больше критического.

Применение технологических эффектов

Рассмотреть возможность устранения обостренного противоречия с помощью "Указателей применения технологических эффектов" [14,15].

Задача 3.1. Газопровод (продолжение)

Применение технологических эффектов

5.4.1. *Использование указателя физических эффектов*

5.4.2 *Использование указателя химических эффектов*

Использование указателя биологических эффектов

Использование указателя геометрических эффектов

Мы использовали один физический эффект. Остальные разделы эффектов для решения данной задачи мы продемонстрировать не будем.

ИЗМЕНЕНИЕ И/ИЛИ ЗАМЕНА ЗАДАЧИ

Цель шестой части АРИЗ-85-В – перейти от структурного (СР) или физического решения (ФР) к техническому (ТР). Это представлено на рис. 8.1.



Рис. 8.1. Функция 6-ой части АРИЗ-85-В. Изменение и/или замена задачи.

Где: 6 – номер части АРИЗ-85-В,

ОП – обостренное противоречие, СР – структурное решение,

ФР – физическое решение, ТР – техническое решение

Таким образом, в этой части мы должны получить окончательное (техническое) решение.

Простые задачи решаются буквальным преодолением обостренного противоречия, например, разделением противоречивых свойств во времени или в пространстве. Решение сложных задач обычно связано с изменением смысла задачи - снятием первоначальных ограничений, психологической инерцией и до решения кажущихся самоочевидными.

Для правильного понимания задачи необходимо ее сначала решить: изобретательские задачи не могут быть сразу поставлены точно. Процесс решения, в сущности, есть процесс корректировки задачи.

На схеме (см. рис. 8.2) показан алгоритм действий, когда решение получено или не получено.

Если решение получено (на схеме это обозначено "Есть"), то мы должны перейти к шагу 6.1 и разработать техническое решение (ТР).

Если решение не получено (на схеме это обозначено "Нет"), то мы должны перейти к шагу 6.2, который нас возвращает к первой части АРИЗ-85-В, где необходимо сделать соответствующие преобразования.

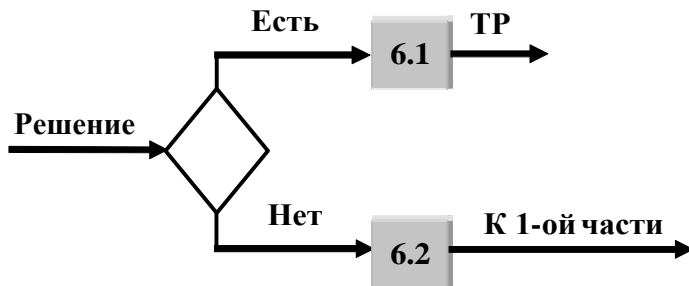


Рис. 8.2. Функция 6-ой части АРИЗ-85-В. Изменение и/или замена задачи.

Где: 6.1-6.2 – шаги 6-ой части АРИЗ-85-В.

– перейти к техническому решению,

– сделать изменения в 1-ой части, ТР – техническое решение.

Более детальная схема показана на рис. 8.3.

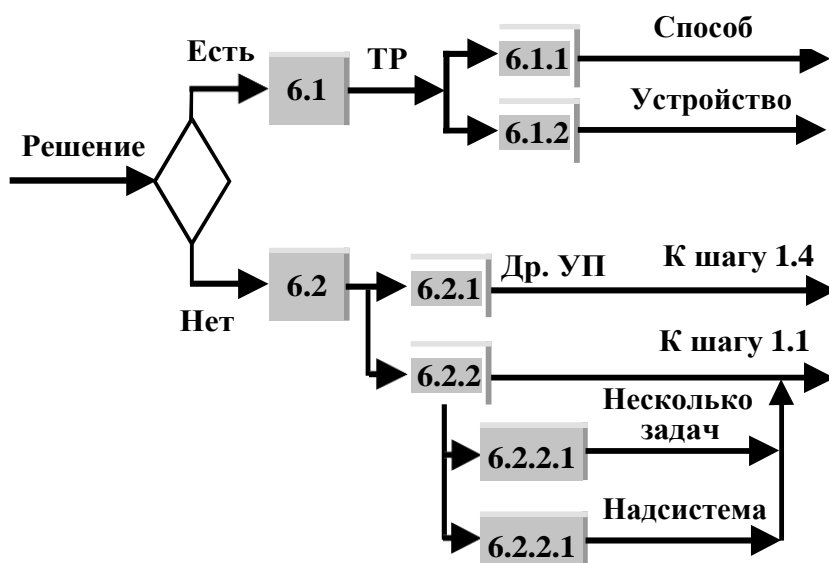


Рис. 8.3. Функция 6-ой части АРИЗ-85-В. Изменение и/или замена задачи.

Где: 6.1-6.2 – шаги 6-ой части АРИЗ-85-В.

– перейти к техническому решению,

– сделать изменения в 1-ой части,
6.2.1-6.2.2 и 6.2.2.1, 6.2.2.2 – подшаги шага 6.2
ТР – техническое решение,
Др. УП – другое углубленное противоречие.

- Разработка технического решения (шаг 6.1), как минимум должна включать:
- формулировку способа осуществления технического решения (шаг 6.1.1).
 - дать принципиальную схему устройства, осуществляющего этот способ (шаг 6.1.2).

Как правило, способ и устройства защищаются в виде патентов. На этих шагах желательно, как минимум стоит составить формулы изобретений.

Если решение не получено (шаг 6.2), то возможно:

- перейти к шагу 1.4 и сформулировать другое углубленное противоречие (шаг 6.2.1);
- перейти к шагу 1.1 (шаг 6.2.2). Это возможно по двум причинам:
.формулировка задачи является сочетанием нескольких задач. Тогда необходимо сформулировать их, выбрать главную задачу и решать ее снова. Если и в этом случае нет решения - решать другие задачи.
.заново сформулировать мини-задачу, отнеся ее к надсистеме. При необходимости такое возвращение совершают несколько раз с переходом к наднадсистеме и т.д.

Приведем примеры, когда решение не получено (шаг 6.2).

Первоначально разберем случай, когда необходимо вернуться к шагу 1.4 сформулировать другое углубленное противоречие (шаг 6.2.1).

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

Характерный пример – решение задачи о последовательной перекачке нефтепродуктов по одному нефтепроводу.

Задача 8.1. Перекачка нефти

Трубопровод не всегда удастся загрузить одним нефтепродуктом. Поэтому использовали последовательную транспортировку по одному трубопроводу разные нефтепродукты (один за другим). Способ имеет большое преимущество: вместо нескольких параллельных трубопроводов можно построить один. Но имеется и недостаток. При перекачке одного нефтепродукта за другим в зоне их соприкосновения неизбежно происходит смешивание. В связи с этим возникают сложные технические проблемы. Например, точно установить, когда кончиться чистый бензин и начинается смесь его с дизельным топливом? А где кончается эта смесь и начинается последующий чистый продукт? Как своевременно отделить смесь от чистых продуктов и избежать загрязнения топлива, ранее поступившего в резервуары конечного продукта перекачки?

Проводили измерения смеси, первоначально в лабораториях, а в дальнейшем автоматизировали этот процесс. В брак уходило большое количество чистых продуктов.

В дальнейшем перешли от задачи на измерения к задаче на изменение. Стали использовать разделители. Первоначально механические – диски с манжетами и щеточными уплотнителями, но и через зазоры между стенками трубы и уплотнителями просачивались нефтепродукты. Кроме того, они застревают в трубопроводах и не проходят через насосы, которые через определенное расстояние расположены на трассе. Приходилось разбирать трубы и вынимать разделители.

В дальнейшем это противоречие разрешили - стали использовать жидкие разделители (вода, лигроин). На первый взгляд, это удачное решение: такой разделитель не застревает, легко проходит через насосные станции, дешев. Но и такой разделитель в процессе транспортировки смешивается с нефтепродуктами. Не жалко выбросить отработанную воду, но как отделить ее от нефтепродуктов? Мы снова вернулись к задаче на измерение.

При применении жидкого разделителя или прямой (без разделителя) транспортировке, задача состоит в возможно более точном контроле за составом "стыковых" участков перекачиваемых нефтепродуктов.

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

Итак, твердые и жидкие разделители имеют серьезные недостатки. Газообразные вообще не подходят: газ поднимается в верхнюю часть трубопровода и перестает играть роль разделителя.

Возникает обостренное противоречие: разделитель должен быть жидким, что бы разделять нефтепродукты, и он должен быть газообразным, чтобы не осуществлять операции измерения и, чтобы не выбрасывать смешанные нефтепродукты, которые смешались с разделительной жидкостью. Разделение этого противоречия должно проходить во времени.

Решение: пусть жидкости бесконтрольно смешиваются, но в конечном пункте жидкость-разделитель должна сама превращаться в газ и уходить из резервуара.

Идея решения есть. Теперь надо сформулировать требования к веществу разделителя. Это вещество должно:

- Не растворяться в нефтепродуктах;
- Быть химически инертным по отношению к углеводам;
- Иметь (в жидком состоянии) плотность, примерно равную плотности перекачиваемых нефтепродуктов;
- Не замерзать при температуре по крайней мере до -50° ;
- Быть безопасным и дешевым.

Этим требованиям удовлетворяет аммиак: он не растворяется в нефтепродуктах и не взаимодействует с ними, имеет требуемую плотность, легко сжижается, не замерзает до -77° . Жидкий аммиак достаточно дешев, его, например, применяют в сельском хозяйстве для удобрения почвы.

Приведем пример, когда формулировка задачи является сочетанием нескольких задач (шаг 6.2.2.1).

Задача 8.2. Золотая цепочка

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

Задача разбивается на ряд подзадач:

а) как ввести микродозы припоя в зазоры звеньев?

б) как обеспечить нагрев внесенных микродоз припоя без вреда для всей цепочки?

в) как убрать излишки припоя, если они есть? Главная задача – внесение микродоз припоя в зазоры.

Приведем пример, когда необходимо заново сформулировать мини-задачу, отнеся ее к *надсистеме*.

Задача 8.3. Холодильный костюм

Первоначально была поставлена задача на создание холодильного костюма.

Холодильный костюм для горноспасателей должен мало весить (не более 28 кг), чтобы он смог работать. Кислородный аппарат весит более 12 кг, инструменты - 7 кг и остается 9 кг на сам костюм и холодильный агрегат (хладо вещество и оборудование).

В качестве хладо вещества применяют: сухой лед, фреон, сжиженные газы. Этого веса не достаточно, чтобы обеспечить холодильную мощность для работы не менее двух часов (это условие, поставленное заказчиком). Необходим запас не менее 15-20 кг.

Обеспечить требуемую холодильную мощность при заданном весе системы оказалось физически невозможно.

Задача была решена переходом к надсистеме. Создан газотеплозащитный скафандр, одновременно выполняющий функции холодильного костюма и дыхательного защитного прибора. Скафандр работает на жидком кислороде, который сначала испаряется и нагревается, обеспечивая теплоотвод, а потом идет на дыхание.

Отпадает необходимость в тяжелом дыхательном аппарате, что позволяет во много раз увеличить запас холодильного вещества⁶⁹.

Переход к надсистеме позволил в 2-3 раза увеличить допустимый весовой предел.

На рис. 8.4 показано устройство газотеплозащитного костюма. Жидкий кислород размещен в ранцевом резервуаре 1. Испаряясь, кислород поступает в инжектор 2, расположенный по оси сквозного канала 3. Вытекая из инжектора, кислород смешивается с теплым воздухом подкостюмного пространства и охлаждает его.



Рис. 8.4. Газотеплозащитный костюм для горноспасателей. Изобретение Г.С.Альтшуллера а.с. № 111 144

АНАЛИЗ СПОСОБА УСТРАНЕНИЯ ОП

Основные понятия и структура седьмой части АРИЗ

Цель седьмой части АРИЗ-85-В – оценка качества полученного решения. Физическое противоречие должно быть устранено почти идеально, "без ничего". Лучше потратить 2-3 часа на получение нового – более сильного решения, - ответа, чем потом устранять недостатки слабого решения.



Рис. 9.1. Функция 7-ой части АРИЗ-85-В. Анализ способа устранения ОП.

Где: 7 – номер части АРИЗ-85-В, Р – решение, ОР – оценка решения.

Детальная последовательность 7-ой части АРИЗ-85-В показана на рис.9.2. Она следующая:

- Контроль решения,
- Предварительная оценка полученного решения,
- Проверка формальной новизны,

– Определение подзадач.

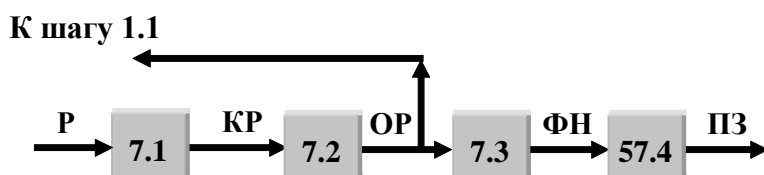


Рис. 9.2. 7-я часть АРИЗ-85-В. Анализ способа устранения ОП.

Где: 7.1-7.4 – шаги 7-ой части АРИЗ-85-В.

- Контроль решения,
 - Предварительная оценка полученного решения,
 - Проверка формальной новизны,
 - Определение подзадач. Р – решение.
- КР – корректировка решения ОР – оценка решения,
 ФН – формальная новизна, ПЗ – подзадачи.

Контроль решения

На шаге 7.1 осуществляют проверку качества решения. Для этого рассматривают вводимые вещества и поля и выясняют:

- можно ли не вводить новые вещества и поля, а использовать ВПР, в имеющемся виде или виде их производных?
- можно ли использовать саморегулируемые вещества?

При необходимости нужно внести соответствующие поправки в техническое решение.

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

Задача 3.1. Газопровод (продолжение)

Контроль ответа.

Рассмотреть вводимые вещества и поля.

Можно ли не вводить новые вещества и поля, использование ВПР – имеющиеся и производные?

Полученные решения не удовлетворяют этому требованию. Имеющиеся вещественные ресурсы: газ и материал трубы. Среди полевых ресурсов: давление газа, огонь и температура. Остановить (погасить) огонь газом невозможно. Материал трубы, тоже не представляется возможным. Погасить огонь можно прекращением доступа кислорода. Для этого нужно герметизировать участок трубы, т.е. создать перегородку. Создать управляемую перегородку из газа или материала трубы не представляется возможным. Может быть использовать огонь. Известен способ гасить пожар пожаром, пущенным навстречу. Это решение в данных условиях осуществить достаточно сложно, оно будет несравненно дороже, предложенных.

Можно ли использовать саморегулируемые вещества?

Мы использовали саморегулирующееся вещество – вещество с обратимой памятью формы.

Внести соответствующие поправки в техническое решение.

Решения остались прежними, поэтому не нужно вносить поправки.

Оценка решения

На шаге 7.2 проводят предварительную оценку полученного решения. Для этого используют контрольные вопросы:

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

Если полученное решение не удовлетворяет хотя бы одному из контрольных вопросов вернуться к 1.1. Это показано на рис. 9.2.

Задача 3.1. Газопровод (продолжение)

Провести предварительную оценку полученного решения.

Контрольные вопросы:

Обеспечить ли полученное решение выполнение главного требования ИКР-1 ("Элемент сам...")?

Да!

Какое обостренное (физическое) противоречие устранено (и устранено ли) полученным решением?

Устранено обостренное противоречие

Содержит ли полученная система хотя бы один хорошо управляемый элемент? Какой именно? Как осуществлять управление?

Во всех предложенных решениях содержатся управляемые элементы (вещества или электрическое поле).

Годится ли решение, найденное для "одноциклового" модели задачи, в реальных условиях со многими "циклами"?

Решения с эффектом обратимой памяти формы и с использованием электрического поля – многоциклового.

Если полученное решение не удовлетворяет хотя бы одному из контрольных вопросов вернуться к 1.1.

Решение удовлетворяет всем контрольным вопросам.

Возвращаться к шагу 1.1. не нужно.

Определение новизны и подзадач

На шаге 7.3 проверяют по патентным данным формальную новизну полученного решения.

На шаге 7.4 определяют, какие подзадачи возникают при технической разработке полученной идеи? Необходимо записать возможные подзадачи - изобретательские, конструкторские, расчетные, организационные.

Задача 3.1. Газопровод (продолжение)

Проверить (по патентным данным) формальную новизну полученного решения.

Часть приведенных решений уже запатентованы (это учебная задача).

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

Необходимо сделать опытные образцы и провести испытание.

РАЗВИТИЕ ПОЛУЧЕННОЙ ИДЕИ

10.1. Основные понятия и структура восьмой части АРИЗ

После получения удовлетворяющего нас решения, мы не всегда задумываемся над

тем, как можно развивать и где еще можно использовать данную идею. В лучшем случае рассматривается вопрос о "совместимости" выбранного решения с имеющейся сейчас системой.

Сущность данной стадии в дальнейшем развитии найденной идеи.

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



Рис. 10.1. Функция 8-ой части АРИЗ-85-В. Анализ способа устранения ОП.

Где: 8 – номер части АРИЗ-85-В, ОР – оценка решения.

РИ – развитие идеи.

Развитие идеи решения осуществляется (как мы уже писали) по трем направлениям:

- согласование полученного решения с системой и надсистемой, в которые входит данное решение;
- использование полученного решения по новому назначению;
- использование найденной идеи при решении других задач.

Более детальная структурная схема показана на рис. 10.2

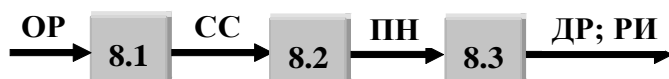


Рис. 10.2. Развитие идеи решения.

Где: 8.1-8.3 – шаги 8-й части АРИЗ-85-В.

– Согласование полученного решения,

– Использование полученной системы по новому назначению,

– Использование идеи решения, ОР – оценка решения,

СС – согласованная система

ПН – применение решения по-новому ДР - дополнительные решения,

РИ - развитие идеи.

Согласование полученного решения

Согласование, прежде всего, зависит от уровня полученного решения. Решение может быть принципиально новое – "пионерское" (например, изобретение самолета, радио, лазера, компьютера и т.п.) и 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 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. Час то в таких случаях устранение этих недостатков является новой задачей, которую может быть тоже следует решить по АРИЗ. После этого решение дорабатывается конструктивно, технологически, разрабатываются организационно-технические 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.

Задача 3.1. Газопровод (продолжение)

В рассматриваемой задаче решение не пионерское, поэтому нужно согласовать с системой газопровода.

Использование полученной системы по новому назначению

Разработав новую систему, необходимо не только заботиться о придании ей соответствующей формы. прежде всего следует выяснить ее взаимосвязи с другими системами, надсистемой и внешней средой и обеспечить процесс их взаимодействия так, чтобы не вызывать взаимных отрицательных явлений. При этом возможны частные или даже полные изменения надсистемы или по лученного решения. Подобный подход уже был нами рассмотрен в главе "Выбор задачи".

Побочные исследования могут выявить необходимость изменения технологического или организационного обслуживания.

Задача 3.1. Газопровод (продолжение)

Описанные решения могут использоваться для герметизации, а решение с электрическим полем, для управления огнем в различных устройствах.

10.4. Использование идеи решения

Использование полученной идеи решения можно осуществлять по следующим направлениям:

- *Сформулировать в общем виде полученный принцип решения.*
- *Рассмотреть возможность прямого применения полученного принципа при решении других задач.*
- *Рассмотреть возможность использования принципа, обратного полученному.*
- *Построить морфологическую таблицу*
(например, типа "расположение частей - агрегатные изделия" или "использованные поля - агрегатные состояния внешней среды") и рассмотреть возможные перестройки решения по позициям этих таблиц.
- *Рассмотреть возможность изменения найденного принципа при предельных изменениях параметров системы.*

Постепенно изменяют параметры от существующих к нулю, бесконечности и минус бесконечности, определяя, где происходят качественные изменения. Эти качественные изменения могут привести к качественным решениям и новым использованиям полученного решения.

Более детально рассмотрим некоторые из указанных направлений использования полученной идеи.

Наиболее эффективно решение будет использовано тогда, когда для него будут найдены и другие применения. Такая работа не проходит зря и обоюдовыгодна как изобретателю, так и заказчику. В изобретательском праве некоторых стран в качестве объекта изобретения признается и применение ранее известных устройств, способов, веществ по новому назначению. Нахождение нового применения разработанной системы расширяет рынок для фирмы заказчика.

Идея, полученная при решении данной задачи, может быть использована при решении других задач. На этом этапе желательно выяснить все многообразие сторон полученной идеи. Для этого рассматривают идеи, обратные полученной, и проводится своеобразный морфологический анализ полученного решения⁷⁰.

Решение представляется в виде модели: два взаимодействующих объекта и энергии их взаимодействия (энергия может быть и в виде информации). Два взаимодействующих элемента назовем объектом (О) и инструментом (И). Энергия представляется в виде поля

и обозначается "П". Взаимное пространственное расположение этих элементов будет:
ПИО; ПОИ; ИПО.

В некоторых случаях такие элементы используются парно, которые могут располагаться симметрично или ассиметрично. Общее количество их пространственных расположений будет определяться числом сочетаний, которое можно записать:

- 1. ПИОИП; 2. ИПОПИ; 3. ПОИОП;
4. ОПИПО; 5. ОИПИО; 6. ИОПОП;
7. ПИОПИ; 8. ПОИПО; 9. ОИПОИ.**

Здесь в случаях 1 и 2 в центре расположен объект, в 3 и 4 – изделие, а в 5 и 6 поле. Так, в формуле 1 объект (О) окружает инструмент (И), а за ним расположен источник поля (П).

Кроме чисто пространственного расположения элементов можно рассмотреть их взаимодействие. Например, предоставив в следующей форме:

- A. П → И; B. П → И; C. П → И; D. П → О;
E. П → О; F. О → П; G. О → П; H. О → П;
I. О → И; J. И → П; K. И → П; L. И → О.**

Тогда общую картину возможных вариантов расположений и взаимодействий можно представить в виде таблицы 10.1.

Их число в данном случае составляет 108.

Инструмент, обрабатывающий объект, может находиться в различных агрегатных состояниях: твердом, жидком и газообразном, а в соответствии с тенденцией дробления (см. рис. 10.3) таких состояний значительно больше. Это можно представить в виде морфологической матрицы.

Таблица 10.1. Возможных взаиморасположений и взаимосвязей объекта, инструмента и источника энергии.

Расположения	Взаимодействия										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											

Поле, в соответствии с тенденцией изменения управляемых полей, описывается последовательностью представленной в (см. рис. 10.4).

Аналогичным образом можно представить объект. Кроме то го, можно рассмотреть различные виды сред и ее взаимодействие с объектом и инструментом.

УВЕЛИЧЕНИЕ СТЕПЕНИ ДРОБЛЕНИЯ

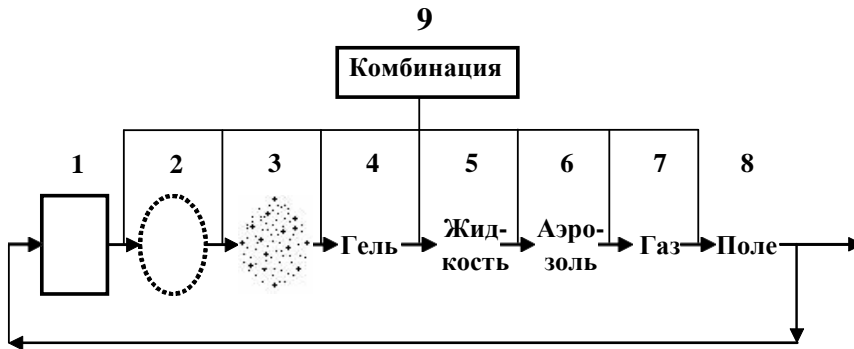


Рис. 10.3

Таким образом, получается многообразие различных решений, развивающих полученное. Напомним, что решения будут более прогрессивные, если применять вещества и поля, в соответствии с тенденциям их изменения (см. рис. 10.3 и 10.4).



Рис. 10.4

АНАЛИЗ ХОДА РЕШЕНИЯ

Цель девятой части – совершенствование навыков пользования АРИЗ. Каждая решенная по АРИЗ задача должна повышать творческий потенциал человека. Но для этого необходимо тщательно проанализировать ход решения. Такая операция проводится путем сопоставления идеального хода решения **ИХР** задачи по всем шагам АРИЗ с реальным ходом решения (**РХР**). Структурная схема представлена на рис. 11.1. Тем самым производится оценка хода решения (**ОХР**). Для наглядности такую операцию можно представить в виде условной формулы:

$$\text{ОХР} = \text{ИХР} - \text{РХР}.$$



Рис. 11.1. Функция 9-ой части АРИЗ-85-В. Анализ хода решения.

Где: 9 – номер части АРИЗ-85-В, ХР – ход решения.

ОХР – оценка хода решения.

Детальная схема девятой части АРИЗ-85-В представлена на рис. 11.2.

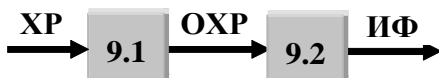


Рис. 11.2. Анализ хода решения. Где: 9.1-9.2 – шаги 9-й части АРИЗ-85-В.

- Сравнить реальный ход решения данной задачи с теоретическим,
- Сравнить полученный ответ с данными информационного фонда ТРИЗ

ХР – ход решения.

ОХР – оценка хода решения ИФ – информационный фонд.

На шаге 9.1 сравнивают реальный ход решения данной задачи с теоретическим (по АРИЗ). *Если* есть отклонения, их фиксируют. Это необходимо для усовершенствования навыков решения по АРИЗ и для усовершенствования самого АРИЗ.

После получения решения достаточно легко представить **идеальный ход решения (ИХР)**, ибо "с вершины" полученного решения легче увидеть наиболее быстрый, легкий и точный путь, который ведет к решению. При сравнении реального хода 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 методика осваивается значительно эффективнее и быстрее.

Кроме того, на шаге 9.1 накапливаются "сбои" решений на различных шагах АРИЗа. Такая информация используется для его усовершенствования. Таким образом, шаг 9.1 помогает усовершенствовать АРИЗ и навыки пользования им.

На шаге 9.2 сравнивают полученное решение с данными информационного фонда ТРИЗ (стандарты, эффекты, приемы, ресурсы).

Если в информационном фонде нет подобного принципа, его записывают в предварительный накопитель.

Задача 3.1. Газопровод (продолжение)

Сравнить реальный ход решения данной задачи с теоретическим (по АРИЗ). Если есть отклонения, записать. Реальный ход решения не отличается от теоретического, так как задача учебная.

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

Решения, полученные в данной задаче, могут быть использованы в виде:

- Задачи-аналога,
- Физического эффекта.

Обостренное противоречие в выявленной задаче аналоге:
пропускать – не пропускать.

В указателе физических эффектов не представлен эффект описанный в а.с. 369 913.

Рекомендации по использованию АРИЗ

Выше был описан АРИЗ-85-В. Осталось только посоветовать читателю, когда использовать АРИЗ-85-В при решении практических задач.

Напомним, что решения задач по АРИЗ будут тем эффективнее, чем лучше решатель знает все инструменты ТРИЗ.

Когда и как использовать АРИЗ зависит как от самой задачи, так и от опыта использования ТРИЗ (и АРИЗ в частности) человеком, который решает эту задачу.

АРИЗ-85-В в полном объеме достаточно сложный инструмент. Он предназначен для решения сложных задач.

Рассмотрим два предельных варианта: новичок и опытный решатель.

Разница определяется в том, что опытный решатель сразу видит недостатки в исследуемой системе и неосознанно формулирует в голове противоречия. К каждому виду противоречий имеются стандартные пути их разрешения и решенные задачи-аналоги. Стандартные пути решения, чаще всего комбинация из конкретных стандартов на решение изобретательских задач, эффектов, ресурсов и приемов.

Новичку лучше всего начинать решение практических задач с АРИЗ или системы



стандартов, если он ее знает.

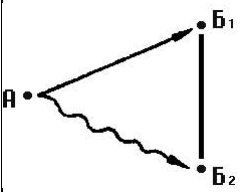
Опытный решатель в соответствии со структурной схемой ТРИЗ (см. рис. 1) определяет для него это стандартная задача (у него есть задача-аналог) или нет.

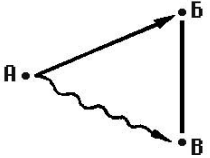
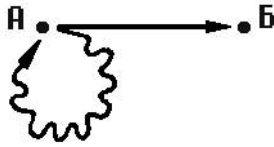
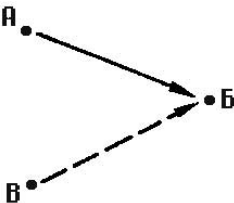

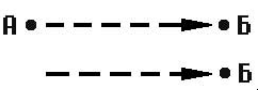

1	Прогнозирование развития ТС	1	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Поиск задачи	1	-	2	1	3	3	3	3	4	3	4	-	-
3	Выбор задачи	2	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	Решение задачи	2	1	2	1	2	2	2	2	2	2	3	-	-
5	Оценка решения	1	2	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	Развитие творческого воображения	2	-	-	-	-	-	-	-	3	2	1	-	-
7	Развитие творческой личности	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
8	Развитие творческих коллективов	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1


Примечание. В таблице цифрами обозначена очередность применения, что примерно соответствует степени важности этого элемента для данной функции. Знак "-" показывает, что данный элемент для этой функции не используется.

Схемы типовых конфликтов в моделях задач

Конфликт	Пояснения
<p>1. Противдействие</p> 	<p>А действует на Б полезно (сплошная стрелка), но при этом постоянно или на отдельных этапах возникает обратное вредное действие (волнистая стрелка). Требуется устранить вредное действие, сохранив полезное действие.</p> <p>Примеры. Задача об отделении опалубки после затвердевания бетона (Техника и наука. 1981. №5-7); задача о размыкателе (Техника и наука. 1981. №3-5); задача о мешалке для расплава стали (Техника и наука. 1981. №8).</p>
<p>2. Сопряженное действие</p> 	<p>Полезное действие А на Б в чем-то оказывается вредным действием на это же Б (например, на разных этапах работы одно и то же действие может быть то полезным, то вредным). Требуется устранить вредное действие, сохранив полезное.</p> <p>Пример. Задача о вводе порошка в расплав металла (Техника и наука. 1980. №8).</p>

Конфликт	Пояснения
<p>Сопряженное действие</p> 	<p>Полезное действие А на одну часть Б оказывается вредным для другой части Б. Требуется устранить вредное действие на Б₂, сохранив полезное действие на Б₁.</p> <p>Пример. Задача о "Бегущей по волнам" (Техника и наука. 1981. №2).</p>

<p>Сопряженное действие</p> 	<p>Полезное действие А на Б является вредным действием на В (причем А, Б и В образуют систему). Требуются устранить вредное действие, сохранив полезное и не разрушив систему. <i>Пример.</i> Задача о кабине стратостата (Техника и наука. 1980. №2).</p>
<p>Сопряженное действие</p> 	<p>Полезное действие А на Б сопровождается вредным действием на само А (в частности, вызывая усложнение А). Требуются устранить вредное действие, сохранив полезное. <i>Пример.</i> Задача о паяльнике (Техника и наука. 1980. №4)</p>
Конфликт	
<p>Несовместимые действия</p> 	<p>Пояснения Полезное действие А на Б несовместимо с полезным действием В на Б (например обработка несовместима с измерением). Требуются обеспечить действие В на Б (пунктирная стрелка), не меняя действия А на Б. <i>Примеры.</i> Задача об измерении диаметра шлифовального круга в процессе работы (Техника и наука. 1980. №7); задача о киноаппарате и гермошлеме (Техника и наука. 1981. №9).</p>
<p>7. Неполное действие</p>  	<p>А оказывает на Б одно действие, а нужны два равных действия. Или А не действует на Б. Иногда А вообще не дано: надо изменить Б, а каким образом - неизвестно. Требуются обеспечить действие на Б при минимально простом А. <i>Примеры.</i> Задача о смазке валков при прокате (Техника и наука. 1981. №7-8); задача о получении высокого давления (Техника и наука. 1979. №6).</p>
<p>8. "Безмолвие"</p> 	<p>Нет информации (волнистая пунктирная стрелка) об А, Б или взаимодействии А и Б. Иногда дано только Б. Требуются получить необходимую информацию.</p>

Конфликт	Пояснения
<p>Нерегулируемое (в частности, избыточное) действие</p> <p>А  Б</p>	<p>А действует на Б нерегулируемо (например постоянно), а нужно регулируемое действие (например, переменное). Требуется сделать действие А на Б регулируемым (штрихпунктирная стрелка).</p> <p>Примеры. Задача о сливе стекла из ковша (Техника и наука. 1979. №10); задача об ампуле (Техника и наука. 1981. №9).</p>

Темы опросов на занятиях

1. В чем достоинства и недостатки метода проб и ошибок?
2. В чем состоит основной постулат теории решения изобретательских задач?
3. Каковы особенности основных этапов развития технических систем?
4. Какова последовательность вытеснения человека из технической системы?
5. В чем состоит основная идея функционального подхода?
6. В каком направлении происходит изменение устойчивости систем в процессе их развития?
7. Каковы поля, наиболее эффективно работающие в технике, и последовательность их применения по мере развития технической системы?
8. Каковы тенденции в использовании полей при развитии технических систем?
9. По какой линии идет увеличение степени идеальности технической системы?
10. Каковы основные инструменты теории решения изобретательских задач?
11. Каковы основные этапы решения исследовательских задач?
12. Каковы основные классы стандартов на решение типовых изобретательских задач?

Вопросы для экзамена.

1. В чем достоинства и недостатки метода проб и ошибок?
2. На чем основан метод мозгового штурма?
3. На чем основан метод фокальных объектов?
4. На чем основан метод обратного штурма?
5. На чем основан морфологический анализ?
6. На чем основан метод синектики?
7. На чем основан метод контрольных вопросов?
8. В чем состоит основной постулат теории решения изобретательских задач?
9. Каковы основные механизмы совершенствования и синтеза новых технических систем в теории решения изобретательских задач?
Отметить подходящее:
алгоритм решения изобретательских задач;
система стандартов на решение изобретательских задач.
10. Какие подходы сочетает в себе системный подход к развитию техники? Отметить подходящее:
компонентный, изучающий состав системы (наличие в ней подсистем, её надсистемы);
структурный (взаимное расположение подсистем в пространстве и во времени, связи между ними);
функциональный (функционирование системы, взаимодействие её подсистем);
генетический (становление системы, последовательность её развития, замена одной системы другой).
11. Как понимается развитие технической системы в теории решения изобретательских задач? Отметить подходящее.

Как процесс:

увеличения суммы выполняемых системой полезных функций;
увеличения суммы факторов расплаты;
уменьшения суммы выполняемых системой полезных функций;
уменьшения суммы факторов расплаты;
уменьшения степени идеальности;
+увеличения степени идеальности.

12. Какие основные этапы проходят в своём развитии технические системы? Отметить подходящее:

«Рождение» и «детство»;

Период интенсивного развития;

«Старость» и «смерть».

13. Каковы особенности основных этапов развития технических систем?

14. Какова последовательность вытеснения человека из технической системы?

15. Какие виды противоречий рассматриваются в теории решения изобретательских задач?

Отметить подходящее:

логическое;

техническое;

физическое.

16. По какой схеме строится физическое противоречие? Отметить подходящее:

Объект (часть объекта) должен обладать свойством С и вместе с тем иметь:

превосходящее;

смежное;

противоположное свойство анти-С;

супер-С;

дубль-С.

17. В чем состоит основная идея функционального подхода?

18. В чем состоит основная идея поэлементного экономического анализа?

19. Какие ресурсы, чаще всего используют при совершенствовании технических систем?

Отметить подходящее:

финансовые;

вещества;

энергии;

кадровые;

информации;

пространства;

времени;

функциональные;

системные.

20. Какое использование ресурсов позволяет решать задачи наиболее эффективно?

Отметить подходящее:

использование только одного ресурса;

комбинированное;

когда удаётся использовать в качестве ресурсов вредные вещества, поля, вредные функции системы.

21. За счет чего происходит повышение динамичности систем? Отметить подходящее:

за счет повышения её скорости;

за счет перехода к multifunctionality;

за счет перехода к системам с увеличенным числом степеней свободы.

22. За счет чего происходит повышение управляемости систем? Отметить подходящее:

за счет принудительного управления состоянием системы;

за счет перехода к самоуправлению;

за счет хаотичного управления.

23. В каком направлении происходит изменение устойчивости систем в процессе их развития?

24. Приведите иерархию глубинных уровней строения вещества, которые используются в развитии технических систем?

25. Каковы поля, наиболее эффективно работающие в технике, и последовательность их применения по мере развития технической системы?

26. Каковы тенденции в использовании полей при развитии технических систем?

27. Каковы основные виды согласования в развитии технических систем? Отметить подходящее:

прямое – увеличение одного параметра требует увеличения другого;

обратное – увеличение одного параметра требует уменьшения другого;

однородное – согласование однотипных параметров;

неоднородное – согласование разнотипных параметров;

внутреннее – согласование параметров подсистем между собой;

внешнее – согласование параметров системы с надсистемой, внешней средой;

непосредственное – согласование систем, так или иначе связанных между собой;

условное – согласование систем, непосредственно не связанных друг с другом, осуществляемое через глубинные (общественные) механизмы.

28. Каковы основные этапы согласования в развитии технических систем? Отметить подходящее:

динамическое рассогласование;

динамическое согласование;

согласование;

рассогласование;

динамическое согласование – рассогласование.

29. По какой линии происходит вытеснение человека из технической системы?

30. По какой линии идет увеличение степени идеальности технической системы?

31. По какой линии происходит развертывание технической системы?

32. По какой линии происходит свертывание технической системы?

33. Как развивается согласование взаимодействия инструмента с изделием?

34. По какой линии идет согласование ритмики рабочих движений при обработке?

35. По какой линии идет дробление технической системы?

36. Каковы основные инструменты теории решения изобретательских задач? Отметить подходящее:

типовые приёмы устранения технических противоречий;

вепольный анализ;

стандарты на решение изобретательских задач;

алгоритм решения изобретательских задач.

37. Указатели каких эффектов и явлений применяются в качестве инструментов в теории решения изобретательских задач? Отметить подходящее:

необычных;

физических;

геометрических;

алгоритмических;

химических;

логических.

38. Каковы основные виды конфликтов в решении изобретательских задач?

39. Каковы основные этапы решения исследовательских задач?

40. Каковы основные классы стандартов на решение типовых изобретательских задач?

4 ЛИТЕРАТУРА

1. Альтшуллер Г.С., Шапиро Р.Б. Психология изобретательского творчества. - Вопросы психологии, 1956, №6, с. 37-49.
2. Альтшуллер Г.С. Как научиться изобретать. - Тамбов: Кн. изд., 1961, 128 с.
3. Альтшуллер Г.С. Основы изобретательства. -
4. Воронеж: Центрально-Черноземное кн. изд., 1964, 240 с.
5. Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения. - М: Московский рабочий, 1969.-272 с.
6. Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения. 2-е изд. - М: Московский рабочий, 1973.-296 с.
7. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. Теория решения изобретательских задач. - М.: Сов. радио, 1979.-184 с.- Кибернетика.
8. Альтшуллер Г.С., Селюцкий А.Б. Крылья для Икара: Как решать изобретательские задачи. - Петрозаводск.: Карелия, 1980, 224 с.
9. Альтшуллер Г.С. Найти идею. Введение в теорию решения изобретательских задач. - Новосибирск: Наука, 1986. 209 с.
10. Альтшуллер Г.С. АРИЗ - значит победа. Алгоритм решения изобретательских задач АРИЗ-85-В.- Правила игры без правил/ Сост. А.Б.Селюцкий. - Петрозаводск: Карелия, 1989.-280 с.- (Техника - молодежь - творчество), с. 11-50.
11. Поиск новых идей: от озарения к технологии (Теория и практика решения изобретательских задач)/ Г.С.Альтшуллер, Б.Л.Злотин, А.В.Зусман, В.И.Филатов.- Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1989.-381 с.
12. Жуков Р.Ф., Петров В.М. Современные методы научно-технического творчества. - Л: ИПК СП, 1980.- 88 с.
13. Жуков Р.Ф., Петров В.М. Методы научно-технического творчества (учебное пособие), Ч.1-3.-Л., 1982.-356 с.
14. Злотина Э.С., Петров В.М. Методы научно-технического творчества. - Л.: ЛДНТП, 1987.-20 с.
15. Дерзкие формулы творчества/Сост. А.Б.Селюцкий. - Петрозаводск: Карелия, 1987. - 269 с.- (Техника- молодежь-творчество).
16. Нить в лабиринте/Сост. А.Б.Селюцкий. - Петрозаводск: Карелия, 1988.-277 с.- (Техника - молодежь - творчество).
17. Правила игры без правил/ Сост. А.Б.Селюцкий. - Петрозаводск: Карелия, 1989.-280 с.- (Техника - молодежь творчество).
18. Как стать еретиком/Сост. А.Б.Селюцкий. - Петрозаводск: Карелия, 1991.-365 с.- (Техника - молодежь творчество).
19. Шанс на приключение/Сост. А.Б.Селюцкий. - Петрозаводск: Карелия, 1991.-304 с.- (Техника - молодежь творчество).
20. Петров В.М., Злотина Э.С. Теория решения изобретательских задач - основа прогнозирования развития технических систем. -Л.:Квант,-Прага: ЧДНТО, 1989, 92 с.
21. Петров В.М., Злотина Э.С. Структура и основные понятия теории решения изобретательских задач. Тель-Авив, 1991.