Библиотека создания инноваций

«СОЛОН»

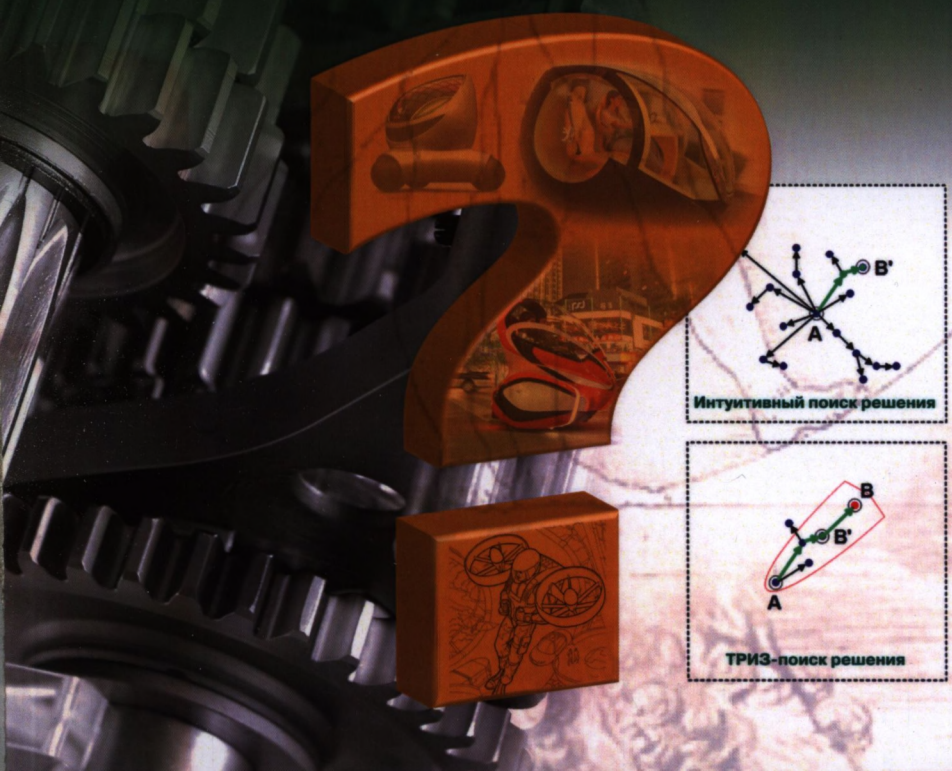
Владимир Петров

ТРИЗ

Теория решения изобретательских задач

Учебник по дисциплине

АЛГОРИТМЫ РЕШЕНИЯ НЕСТАНДАРТНЫХ ЗАДАЧ



УДК 519.5
ББК 22.12
П 305

Рецензенты:

Сергей Яковенко
Президент Международной Ассоциации ТРИЗ, Мастер ТРИЗ, доктор наук, профессор Массачусетского Технологического Института, Бостон, США

Семен Литвин, к.т.н., Мастер ТРИЗ
CEO GEN TRIZ, Chairman of TRIZ Master Certification Board Vice President R&D International TRIZ Association (MATRIZ), Бостон, США

Павел Ливотов
Президент Европейской Ассоциации ТРИЗ (ETRIA), профессор, доктор-инженер, Университет Оффутбург, Германия

Петров В. М.

Теория решения изобретательских задач – ТРИЗ: учебник по дисциплине «Алгоритмы решения нестандартных задач» / В. М. Петров. М.: СОЛОН-Пресс, 2017 – 500 с.: ил. 364.

Данный учебник посвящен системному изложению теории решения изобретательских задач (ТРИЗ). В книге подробно рассмотрены методы постановки нестандартных задач и способы их решения, законы развития технических систем (ТС), методика прогнозирования развития ТС, структурный анализ и синтез ТС, методы моделирования ТС, способы выявления и разрешения противоречий, методика выявления и использования ресурсов.

Некоторые из материалов этой книги обсуждались с Генрихом Альтшуллером.

Теоретический материал иллюстрируется большим количеством примеров, задач и графического материала (более 300 примеров и задач и более 300 иллюстраций). Описывается более 300 понятий. В конце каждой главы представлен материал для самостоятельной работы.

Книга предназначена для студентов инженерных специальностей. Она также может быть полезна инженерам и изобретателям, ученым, преподавателям университетов и людям, решающим творческие задачи.

ISBN 978-5-91359-207-1

© СОЛОН-Пресс, 2017
© Петров В. М., 2017

Отзывы на книгу

Теория Решения Изобретательских Задач (ТРИЗ) нашла широкое распространение во многих странах и лучших компаниях мира — Intel, Samsung, Siemens, General Electric, Procter & Gamble, Hyundai Motor, LG и многих других как эффективная методика инноваций.

О ТРИЗ издано много книг, но эта книга — особенная. Написанная Владимиром Петровым, одним из ближайших учеников и соратников основателя ТРИЗ Г. Альтшуллера, книга является отличным учебником по методике с детальным изложением основных инструментов ТРИЗ и богатым набором примеров и упражнений. Читатели найдут книгу занимательной и понятной, и в то же время, полно описывающей основы ТРИЗ.

Многие университеты Европы, Азии, Америки уже ввели курс по ТРИЗ в свои программы и эта книга может служить как эффективным учебным пособием для студентов, так и быть чрезвычайно полезной для преподавателей ТРИЗ и инженеров — из неё вы узнаете много полезного и интересного.



Сергей Яковенко
доктор наук, Президент Международной Ассоциации ТРИЗ,
ТРИЗ Мастер, профессор Массачусеттского Технологического Института, Бостон, США

Актуальность

Тема книги В.Петрова представляется весьма актуальной в связи с растущей потребностью в эффективной методике, обеспечивающей достижение сильных инновационных результатов. До сравнительно недавнего времени инновационная деятельность базировалась на организационных методах, таких как Six Sigma, Lean, QFD, и.т.п. и методах психологтческой активизации творчества типа Мозгового Штурма. Однако начиная с 60-х годов прошлого века в Советском Союзе была создана наука об инновациях, Теория Решения Изобретательских Задач — ТРИЗ. Сегодня эта нука активно используется в России и во всем мире, взята на вооружение крупнейшими мировыми компаниями, такими как General Electric, Intel, PepsiCo, Samsung, Siemens и др. Описываемые автором книги основные положения и инструменты ТРИЗ позволяют получить гамму сильных инновационных решений решений.

Цели и содержание книги

Главной целью книги является систематизация обширного фонда материалов по ТРИЗ в виде учебного пособия для студентов инженерных специальностей, а также менеджеров, инженеров и ученых, работающих в различных отраслях. Достижению этой цели посвящены разделы книги Законы Развития Технических Систем, Информационный Фонд ТРИЗ, Вепольный Анализ Технических Систем, Алгоритм Решения Изобретательских Задач (АРИЗ), Диверсионный Анализ» и Методы Системного Анализа и Синтеза.

Отдельно рассмотрена методика Функционально-Стоимостного Анализа (ФСА), успешно интегрированная в современную ТРИЗ. Эта методика рассматривает в дополнение к техническим также экономические и бизнесовые аспекты инновационнго процесса.

Другая цель книги — помочь читателям в повышении их персональной креативности, социальной активности и определении своей роли в коллективе. Достижению этой цели посвящены такие разделы книги как Методы Развития Творческого Воображения, Теория Развития Творческой Личности и Теория Развития Творческих Коллективов.

Научно-методический подход

Автором проведён глубокий анализ известных в ТРИЗ методов анализа технических систем, синтеза новых технических решений, а также прогнозирования развития техники. Автором использована также стастика мно-

гочисленных инновационных проектов, в которых он принимал активное участие. Особое внимание В.Петров обращает на инструментальность представленных в книге подходов и рекомендаций. В книге имеется много примеров (около 300), учебных задач и иллюстраций (более 350). В конце каждой главы имеются задания для самостоятельной работы.

Все предложенные В.Петровым изменения и нововведения в инструментарии ТРИЗ прошли солидную практическую проверку в рамках многочисленных прооектов, выполненных автором и его коллегами для ведущих мировых компаний.

Практическая ценность книги

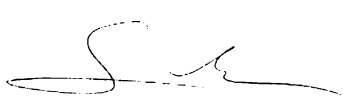
Описанная автором методика прошла успешную практическую апробацию. С её помощью разработаны решения по усовершенствованию десятков реальных изделий и технологических процессов. Применение ТРИЗ читателями в инновацинных проектах позволит заметно повысить их творческую результативность.

Новизна

Целый ряд представленных в книге подходов и рекомендаций отличаются новизной. Особо стоит отметить многолетние усилия автора по систематизации Законов Развития Технических Систем — теоретической базы ТРИЗ.

Выводы

В целом книга написана на высоком профессиональном уровне. Хотелось бы, чтобы она поскорее вышла в свет и нашла дорогу к умам и сердцам читателей.



С.С.Литвин, к.т.н., Мастер ТРИЗ
Managing Director & Chief Scientific Officer, GEN3 Partners, Boston, USA Chairman of TRIZ Master Certification Board
Vice President R&D, International TRIZ Association (MATRIZ) Member of Altshuller's Institute for TRIZ Studies
Member of European TRIZ Association

Hochschule Offenburg
offenburg.university

Рецензия

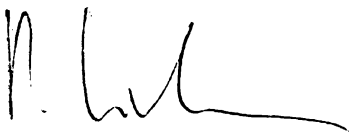
на книгу В. М. Петрова Теория решения изобретательских задач — ТРИЗ: учеб. пособие по дисциплине «Алгоритмы решения нестандартных задач»

Способность быстро и эффективно решать нестандартные инновационные задачи во многом определяет не только профессиональные качества инженеров, но и конкурентноспособность промышленных предприятий. В последние годы в европейских университетах и предприятиях существенно возросло понимание важной роли теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) в достижении инновационных и технологических целей. Примером тому служит решение Ассоциации Немецких Инженеров (Verein Deutscher Ingenieure — VDI), одной из крупнейших европейских нормативных организаций, о создании первого в мире стандарта по ТРИЗ (VDI 4521, Inventive problem solving with TRIZ, part 1, 2016), а также ежегодное появление новых книг и многочисленных научных и практических публикаций по ТРИЗ. Тем не менее, в первую очередь по причине высокой трудоемкости, до сих пор не было издано современных полноценных учебных пособий и практикумов по ТРИЗ.

Предлагаемое В. М. Петровым учебное пособие с около 300 примеров и задач носит первопроходческий характер и представляет собой наиболее полное изложение классической ТРИЗ, в особенности применительно к дисциплине «Алгоритмы решения нестандартных задач». Автору, в совершенстве владеющему системным подходом, впервые удалось сконцентрировать внимание читателей и будущих пользователей книги на элементах ТРИЗ, наиболее важных и эффективных при анализе и поиске решений трудных изобретательских задач, таких как законы эволюции технических систем и алгоритм решения изобретательских задач АРИЗ. Дидактически продуманно, автор придает большое значение объяснению логики АРИЗ на примере решения ряда задач, а лишь затем переходит к применению АРИЗ в его полной форме.

Учебное пособие отличается большим количеством тщательно подобранных примеров и упражнений для самостоятельной работы из различных областей науки и техники, что делает его полезным для широкого круга пользователей с различным образовательным профилем. Уникальный

преподавательский опыт автора, нашедший своё отражение в книге, окажется предельно полезным для преподавателей ТРИЗ и других дисциплин, связанных с развитием инженерного творчества, инновационных методов и креативности.



Павел Ливотов *Оффенбург, 23.04.2016*
профессор, доктор-инженер
Университет Оффенбург, Германия.
Президент Европейской Ассоциации ТРИЗ — ЕТРИА (ETRIA), Фрайбург, Германия.

Prof. Dr.-Ing. Pavel Livotov
Lab for Product- and Process Innovation (PPI)
Hochschule Offenburg — University of Applied Sciences
Department of Mechanical and Process Engineering
Badstr. 24, 77652 Offenburg, Germany
Fon: +49 (781) 205-4685
Fax: +49 (781) 205-45-4685
E-Mail: pavel.livotov@hs-offenburg.de

Список сокращений

АРИЗ – алгоритм решения изобретательских задач;
АП – административное противоречие;
А.С. – авторское свидетельство (документ, утверждающий авторское право на изобретение). Выдавался в СССР;
БД – база данных;
В – вещество;
ВАВ – вызывающий аналогию вопрос.
ВПР – вещественно-полевые ресурсы;
ГФ – главная функция;
ДР – другие решения;
ЗРТС – законы развития технических систем;
И – инструмент;
ИН – измененная надсистема;
ИС – изобретательская ситуация;
ИКР – идеальный конечный результат;
ИР – идея решения (рис. 6.44);
ИР – журнал «Изобретатель и рационализатор»;
ИФ – информационный фонд;
КП – конфликтующая пара;
КР – корректировка решения;
КС – компоненты системы;
ЛА – личная аналогия;
М – модель задачи;
МА ТРИЗ – международная Ассоциация ТРИЗ;
МЗ – мини-задача;
МКВ – метод контрольных вопросов;
ММЧ – моделирование маленькими человечками;
НИОКР – научно-исследовательская и опытно-конструкторская работа;
НПр – неправильное выполнение шагов;
НЭ – нежелательный эффект;
О – объект (изделие);
ОВ – оперативное время;
ОЗ – оперативная зона;
ОП – оперативный параметр;
ОР – оценка решения (рис. 6.27, 6.58);
ОР – ожидаемый результат (рис. 6.31);
ОУ – операционный усилитель;
ОФ – основная функция;
ОХР – оценка хода решения;
П – поле;
ПА – прямая аналогия;
ПЗ – подзадача;
ПКД – проблема, как она дана;
ПКП – проблема, как она понята;
ПН – применение системы по-новому;
Пр – правильное выполнение шагов;
ПЭ – положительный эффект;
Р – решение задачи;
Р – реальность (см. Метод золотой рыбки);
РИ – развитие идеи;
РВС – размер – время – стоимость;
РТВ – развитие творческого воображения;
С – свойство системы;

СА – символическая аналогия;
СИ – состояние инструмента;
СК – состояние конфликта;
СМ – структурная модель;
СР – структурное решение;
ТП – техническое противоречие;
ТРИЗ – теория решения изобретательских задач;
ТРТЛ – теория развития творческой личности;
ТРТК – теория развития творческих коллективов;
ТС – техническая система;
УК – усиленный конфликт;
УОФ – уточненная основная функция системы;
УФК – усиленная формулировка конфликта;
Ф – фантазия (см. Метод золотой рыбки);
ФА – фантастическая аналогия;
УИКР – усиление формулировки ИКР-1;
ФН – формальная новизна;
ФП – физическое противоречие;
ФР – физическое решение;
ФСА – функционально-стоимостный анализ;
ХР – ход решения задачи;
Х-эл-т – икс-элемент.

Благодарности

Я премного благодарен Генриху Альтшуллеру, автору теории решения изобретательских задач – ТРИЗ, моему учителю, коллеге и другу, за то, что он создал эту увлекательную теорию. Признателен ему за незабываемое время, проведенное вместе с ним и за то, что он изменил мою жизнь, сделал ее разнообразней и интересней. Некоторые из материалов этой книги обсуждались с Генрихом Альтшуллером.

Хочу выразить благодарность за ценные замечания и предложения при работе над книгой моим друзьям-коллегам: Борису Голдовскому, Семену Литвину, Сергею Яковенко и Анатолию Гину и особенно Б. Голдовскому за многочисленные обсуждения книги, которые изменили некоторые мои представления.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Введение
1. Традиционная технология решения задач
2. Обзор ТРИЗ
3. Системный подход
4. Законы развития технических систем
5. Вепольный анализ
6. Алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ)
7. Информационный фонд ТРИЗ
8. Методы развития личности и коллективов
9. Заключение

Теория решения изобретательских задач – это новая технология творчества, при которой процесс мышления не хаотичен, а организован и четко управляем.

Г. С. Альтшуллер

Перед Вами, дорогой читатель, учебник «Теория решения изобретательских задач (ТРИЗ)».

Книга подготовлена в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по специальности 222000.62 Инноватика: управление инновациями в информационно-коммуникационной сфере по учебной дисциплине «Алгоритмы решения нестандартных задач».

Данный учебник ставит задачу дать знания и умения в постановке и решении нестандартных задач, прогнозировании развития технических систем (ТС) и развитии творческого мышления.

Книга содержит введение, 8 глав, заключение и приложения.

Введение. Описывает предназначение и структуру книги, а также рекомендации по эффективному ее использованию.

Глава 1 посвящена традиционной технологии решения задач. Прежде всего, показывается место изобретательства в инженерной деятельности. Рассматриваются достоинства и недостатки этой технологии, а также присущие ей метод проб и ошибок, психологическая инерция и отсутствие изобретательского подхода. Показаны виды психологической инерции и способы ее преодоления, необходимость изобретательского мышления (ТРИЗного мышления).

Глава 2 описывает общие представления о ТРИЗ. Это обзор ТРИЗ с высоты птичьего полета. В этой главе излагаются постулаты ТРИЗ, уровни

изобретений, структура и функции ТРИЗ, составляющие изобретательского мышления и способы их развития, алгоритм применения инструментов ТРИЗ и развитие ТРИЗ в мире.

Глава 3 посвящена системному подходу. В ней даются основные понятия системного подхода, определение системы, технической системы, иерархии, функции и потребности. Описаны основные принципы системного подхода, его инструменты, функциональный подход, комплексно-структурный подход, последовательность разработки новых систем. Приводятся примеры разработки новых систем. Разбирается один из простейших инструментов системного подхода – системный оператор.

В **главе 4** излагаются системы законов Г. С. Альтшуллера и автора книги. Детально рассматривается каждый из законов, закономерностей и линий развития ТС. Описана методика прогнозирования развития ТС, разработанная автором книги, приводится пример прогноза развития конкретной ТС.

Глава 5 посвящена структурному анализу и синтезу ТС, который Г. С. Альтшуллер назвал ***вепольным анализом***.

Глава 6 описывает алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ). Даются определения всех видов противоречий, идеального конечного результата (ИКР), основная линия решения задач по АРИЗ. Особое внимание уделяется логике АРИЗ. Это материалы, предшествующие рассмотрению практического АРИЗ и АРИЗ-85В. Детально рассматривается практический АРИЗ, разработанный автором книги.

Глава 7 посвящена информационному фонду ТРИЗ, в который входят приемы разрешения противоречий, различные виды эффектов (физические, химические, биологические и геометрические), стандарты на решение изобретательских задач и ресурсы. В главе детально описываются каждый из этих инструментов, а также методика их использования.

В **главе 8** излагаются методы развития личности и коллектива. К ним относятся методы развития изобретательского мышления, теория развития творческой личности (ТРТЛ) и теория развития творческих коллективов (ТРТК). Дается обзор методов развития творческого воображения (РТВ) и подробно описываются оператор размер-время-стоимость (РВС) и метод моделирования маленькими человечками (ММЧ). Кратко излагаются ТРТЛ и ТРТК.

В **заключении** приводятся рекомендации по эффективному использованию инструментов ТРИЗ, по совершенствованию знаний, умений и отработке навыков применения ТРИЗ, а также развитию изобретательского мышления.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Приложение 1 содержит текст практического АРИЗ.

Приложение 2 посвящено разбору задач.

Приложение 3 даст ссылки на основные сайты ТРИЗ.

Книга является вводной. Она знакомит читателя с основными понятиями и инструментами ТРИЗ. Информации, содержащейся в книге, достаточно для получения общих знаний о ТРИЗ и ее практического использования.

Книга написана в последовательности, в которой рекомендуется осваивать ТРИЗ.

Каждая глава начинается с описания ее структуры и предназначения. Элементы этой структуры рассматриваются в параграфах и подпараграфах.

Для удобства пользования книгой и быстрого нахождения любого материала в ней имеется система поиска в виде **алфавитного указателя** и подробного **оглавления**.

Теоретический материал иллюстрируется большим количеством примеров, задач и графического материала (около 300 примеров и задач и около 400 иллюстраций). Описываются более 300 понятий, в конце каждой главы дается материал для самостоятельной работы.

Книга предназначена для студентов и аспирантов инженерных специальностей. Она также может быть полезна преподавателям университетов, инженерам, изобретателям, ученым и людям, решающим творческие задачи.

Желаю успехов, ДОРОГОЙ ЧИТАТЕЛЬ, в освоении столь необходимой и увлекательной науки, называемой ТРИЗ.

В заключение этого параграфа хотелось процитировать мысль великого английского философа, родоначальника английского материализма, основоположника эмпиризма, лорд-канцлера при короле Якове I, барона Веруламского и виконта Сент-Олбанского **Фрэнсиса Бэкона** (*Francis Bacon*) [22 января 1561 – 9 апреля 1626].

> ***Читай не затем, чтобы противоречить и опровергать, не затем, чтобы принимать на веру; и не затем, чтобы найти предмет для беседы; но чтобы*** **мыслить и рассуждать.**
>
> *Фрэнсис Бэкон*

Глава 1. ТРАДИЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

Введение

1. **Традиционная технология решения задач**
2. **Обзор ТРИЗ**
3. **Системный подход**
4. **Законы развития систем**
5. **Вепольный анализ**
6. **АРИЗ**
7. **Информационный фонд**
8. **Методы развития личности и коллектива**
9. **Заключение**

Принцип Компетентности по Питеру: чтобы избегать ошибок, надо набираться опыта; чтобы набираться опыта, надо делать ошибки.

Содержание главы 1:

1.1. Введение1.1. Введение

1.2. Метод проб и ошибок

1.3. Психологическая инерция

1.4. Отсутствие системного мышления

1.1. Введение

Потребность в изобретательстве была у человечества всегда.

Истоки изобретательства уходят своими корнями в глубокую древность. Для добычи пищи и защиты наши далекие предки первоначально пользовались объектами, «изготовленными» природой: камни, палки и т. д. Поэтому первые «изобретения» были ориентированы на применение известных в природе «устройств», веществ и способов. Процесс изобретательства в те далекие времена заключался в наблюдении и удаче (случайности) нашего предка. Кто-то обратил внимание, что острым камнем или рогом можно обрабатывать землю или шкуру животных, можно использовать огонь после лесных пожаров и т. д.

Так, судоходство, скорее всего, началось с момента, когда человек заметил, что бревно, находящееся в воде, может поддерживать его на плаву, а судостроение берет начало с изобретения первого плота. Еще в древности человек использовал водные пути рек и морское пространство для передвижения. Особенно интенсивно морское дело развивалось в рабовладельческом обществе.

Изобретение колеса в корне изменило способы передвижения по суше.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Изобретения характерны для многих областей деятельности: строительство, архитектура, литература, искусство, сельское хозяйство, спорт и т. д. В каждом из этих видов имеются свои нововведения. Так история нововведений в изобразительном искусстве связана с изобретением перспективы, новых видов красок, новых направлений и т. д.

Безусловно, особую роль изобретательство играет в инженерной деятельности.

Инженер происходит от французского «*ingénieur*» и латинского слова «*ingenium*» – *изобретательность*, а также *врожденная способность*, *дарование*, *ум*.

Изобретательские способности необходимы инженеру не только при разработке принципиально новых решений, которые, как правило, оформляются в виде патентов, но и на этапах проектирования, создания опытных образцов, разработки серийных и массовых изделий, эксплуатации и утилизации оборудования. На всех этапах возникают задачи, которые для решения требуют изобретательства.

В связи с этим актуальным становится знание методов изобретательства и умение их использования в различных ситуациях.

1.2. Метод «проб и ошибок»

Выясним, зачем нужна «технология решения задач»?

Вы можете справедливо сказать, что все мы каждый день, решая задачи без всякой технологии, справляемся с ними. Зачем нам какая-то «технология решения задач»?

Действительно, когда специалист решает известный ему тип задачи из области его знаний, то он это делает быстро и на профессиональном уровне. Этот рутинный процесс показан на рис. 1.1.

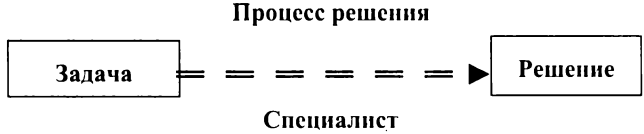


Рис. 1.1. Процесс решения известного типа задачи

Другое дело, если перед специалистом стоит задача нового типа – ничего подобного он ни разу в жизни не решал. Он пытается ее решать, но «упирается в стенку», появляется непреодолимый барьер (рис. 1.2). Специалист не может получить решение потому, что ему не хватает знаний и опыта.

Давайте разберемся, как в этом случае обычно решают задачи?

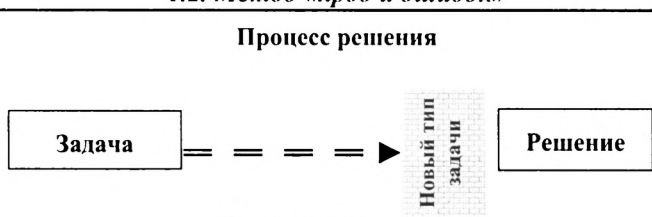


Рис. 1.2. Процесс решения неизвестного типа задачи

Решение любых задач, а тем более, творческих, изобретательских, в нашем представлении связано с перебором большого количества вариантов (рис. 1.3).

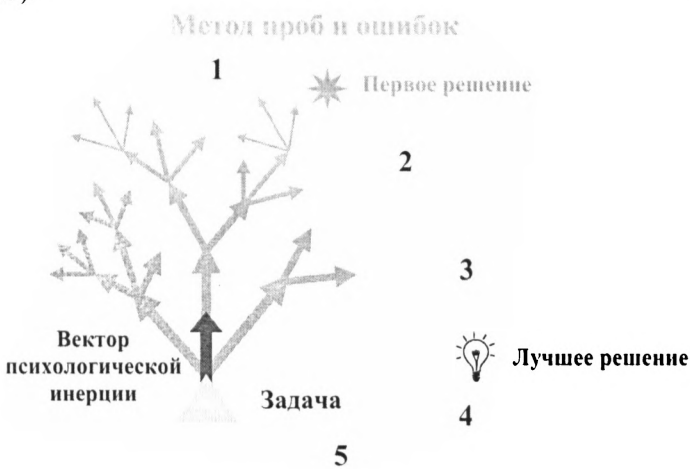


Рис. 1.3. Метод «проб и ошибок»

Попробовали решать задачу, двигаясь в одном направлении, – не вышло, попробовали чуть изменить направление, тоже не вышло. Вернулись в исходную точку и выбрали другое направление. Снова попытались решать задачу, и снова потерпели неудачу. И вот на какой-то пробе получили первое решение. Как правило, это решение достаточно низкого уровня. Оно чаще всего лежит на поверхности.

Обычно используют именно это решение. Реже процесс решения продолжается, и снова совершаются очередные пробы и очередные ошибки.

В науке такой процесс решения задач перебором вариантов называют **метод «проб и ошибок»**.

На решение задач методом «проб и ошибок» уходит слишком много времени и полученные результаты не всегда являются наилучшими.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Условно все решения задач можно разделить на 5 уровней. Первый уровень – самый низкий, а пятый – самый высокий.

Чем выше уровень решения, тем больше проб нужно сделать. Так для решения 1-го уровня необходимо совершить не более 10 проб, а для получения решения 5-го уровня не менее 1 миллиона проб. Подробно уровни решений описаны в следующем параграфе 1.3.

Как правило, используя метод «проб и ошибок» получают решения1-го, реже 2-го уровня.

Попробуем разобраться почему, используя метод «проб и ошибок», получают слабые решения. Решая задачи, специалист, прежде всего, опирается *на свои знания и опыт.* Это хорошо, когда он решает известные ему типы задач. При решении принципиально новых задач, такой опыт подсказывает уже известные пути, которые в данном случае не помогают, а тормозят процесс. Эти решения, как правило, уже были опробованы, иначе задача была бы решена. Такой опыт оказывает «медвежью услугу». Память подсказывает уже известные решения, навязанные *психологической инерцией.* Это понятие также называют «**инерция мышления**» или «**психологический барьер**». Поэтому **вектор психологической инерции** всегда направлен в сторону решений низкого уровня (слабых решений) – решений 1-го, реже 2-го уровней.

Решая задачи методом «проб и ошибок», мы тратим много времени и далеко не всегда получаем лучшие результаты, а полученные решения, как правило, являются дорогими.

1.3. Психологическая инерция

Приступая к решению новой задачи, мы невольно пытаемся применить уже известные нам решения, методики или понятия. Эта «услужливая» память подсказывает пути, ранее используемые нами, то есть заставляет идти по «проторенной дорожке». Вот это-то явление и получило название **психологическая инерция.**

Таким образом, **психологическая инерция** – явление при котором непроизвольно используют известные решения, методы, действия и т. д., опирающиеся на предыдущий опыт. Это хорошо, когда решаются известные, для специалиста, типы задач – это рутинный процесс. При этом не нужно тратить время на то, что известно. Однако, если решаются задачи новых типов, то психологическая инерция является помехой.

Для устранения психологической инерции имеются специальные методы.

Опишем некоторые из причин появления психологической инерции:

- **употребление специальных терминов;**
- **параметрические представления, например, пространственно-временные представления об объекте;**

- **система ценностей;**
- **употребление привычного принципа действия;**
- **употребление привычной формы;**
- **традиции (*профессиональные, корпоративные, национальные, территориальные, религиозные и т. п.*).**

1.3.1. Употребление специальных терминов

Одна из причин появления психологической инерции – употребление привычных **терминов**, приводимых в условиях задачи. Мы мыслим понятиями, и термины незаметно «толкают» нас в направлении уже известных решений.

Пример 1.1. Ледокол

Рассматривая, например, задачу с передвижением ледокола во льдах, мы уже невольно представляем определенную «технологию» передвижения во льдах. «*Ледокол*» – значит, лед необходимо колоть. Хотя может быть его лучше резать, пилить, взрывать или двигаться подо льдом, надо льдом или сквозь лед?

Преодоление этого вида психологической инерции может осуществляться *путем перехода к более* ***общим терминам*** *или* ***функциям***, которые выполняют эти объекты. Таким образом, нужно определить в какую систему входит данный объект, определить функцию, которую выполняет данный объект. Этого уже может быть достаточно, чтобы избавиться от психологической инерции. Может быть, придется определить надсистему, в которую входит данная система и определить ее функцию. Эту операцию можно продолжить – выйти в наднадсистему и т. д. Избавление от специальных терминов описывается в АРИЗ (п. 6.10.2).

Пример 1.1. Ледокол (продолжение)

Разберем термин ***ледокол.*** Его функция ***колоть лед.*** Более общая функция – ломать лед, ***разрушать лед***. Можно выявить все способы разрушения льда. Мы уже упоминали выше: резать, пилить, взрывать. Можно добавить еще, например, плавить, растворять и т. д.

Теперь давайте выясним, зачем нам нужно разрушать лед? Для того, чтобы была возможность ***проходить судам сквозь лед***. Значить необходимо определить другие способы прохода сквозь лед. Как мы отмечали раньше можно двигаться подо льдом, по льду, надо льдом или сквозь лед. Судну необходимо проходить сквозь лед, чтобы ***преодолеть определенное пространство***. Значит, нужно выявить все возможные способы перемещения определенного груза из одного пункта в другой.

Таким образом, мы увидели много других способов преодоления пространства, и психологическая инерция термина не довлеет над нами.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Пример 1.2. Мясорубка

Рассмотрим другой термин *мясорубка*. Значит, мясо нужно только рубить, а почему его не рвать или не разделять какими-то другими способами. Таким образом, можно говорить о «мясорвалке», «мясовзрывалке», а в общем случае «мясоразделялке». Известно, что если не нарушать структуры волокон мяса, то пища получается более вкусная и полезная.

1.3.2. Параметрические представления

Психологическая инерция появляется с употреблением привычных для данной системы параметров.

Пример 1.3. Сверхзвуковой самолет

В момент перехода самолетом звукового барьера (скорость самолета превышает скорость звука) на передней кромке образуется ударная волна.

На фронте ударной волны скачкообразно происходят кардинальные изменения свойств потока – давление и температура газа скачком возрастают. Все эти изменения тем больше, чем выше скорость сверхзвукового потока. При гиперзвуковых скоростях (число Маха = 5 и выше) температура газа достигает нескольких тысяч градусов. Так, например, шаттл «Колумбия» разрушился 1 февраля 2003 года из-за повреждения термозащитной оболочки, возникшего в ходе полета).

Пример 1.4. Фазовые изменения

Изменяя температуру и давление, вода может превратиться в пар или лед.

Подобные изменения могут проводиться с любыми параметрами системы, при этом желательно выбирать наиболее существенные.

Для преодоления этого вида психологической инерции параметры повышают от заданных до бесконечности и уменьшают до нуля, а в некоторых случаях – до минус бесконечности.

С изменением условий до максимума или минимума зачастую происходят скачкообразные изменения свойств. Подробнее об этом будет описано в п. 8.1.3.

Психологическая инерция появляется с употреблением привычных **пространственно-временных представлений**, которые связываются с тем или иным объектом или процессом. Размеры объекта и продолжительность его действия либо прямо указаны в условиях задачи, либо подразумеваются сами собой.

Одним из способов преодоления этого вида психологической инерции, связанной с пространственно-временными и стоимостными представлениями, – использование **оператора РВС** (размер-время-стоимость), который рассматривается ниже (п. 8.1.3).

В общем случае этот вид психологической инерции связан с привычными значениями параметров системы. Для преодоления этого вида психологической инерции используют **параметрический оператор** – максимальное увеличение и уменьшение параметра и поиск новых решений. Примеры приведены в п. 8.1.3.

1.3.3. Традиция

Большое влияние на стиль нашей жизни, на моду, на способы приготовления пищи, на вид и содержание окружающих нас предметов, на стиль работы и мышления оказывает **традиция** (профессиональная, корпоративная, национальная, территориальная, религиозная и т. д.).

Покажем некоторые особенности национальной традиции.

Пример 1.5. Двигатель автомобиля

На одной из выставок демонстрировались двигатели для автомобилей, произведенные компаниями из различных стран.

Французы сделали двигатель с красивым внешним видом, на который было очень приятно смотреть. Чтобы разобрать этот двигатель, нужно было использовать, **семь различных инструментов**.

Корпус *немецкого* двигателя был тщательно обработан даже с внутренней стороны, где не требовалась обработка. Чтобы его разобрать, нужно было использовать **три инструмента**.

Американский двигатель был внешне не красив, внутренние стороны корпуса были обработаны только в необходимых местах. Для его разборки требовался только **один инструмент**.

Пример 1.6. Цветы в Альпах

В Швейцарских Альпах путника призывают не рвать цветы.

Призывы эти сделаны с учетом национальной психологии.

Надпись, сделанная *по-французски*, гласит: *«Наслаждайтесь цветами, но не обрывайте их!»*.

На английском языке она звучит как вежливая просьба: *«Пожалуйста, не рвите цветы!»*.

Немецкое запрещение категорично – *«Цветы не рвать!»*.

Этот вид психологической инерции можно ***преодолеть***, если рассмотреть, как можно *большее количество «решений»*, предлагаемых **другими** *специальностями, компаниями, странами, национальностями и религиями* и т. д. При этом необходимо *использовать самые лучшие решения*.

1.3.4. Система ценностей

Ценностные представления о вещах и понятиях (**система ценностей**) накладывают на них свое мировоззрение, которое мешает их увидеть в другом свете.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Пример 1.7. Вода

В странах, где много рек и озер, вода считается даровым ресурсом, а в пустыни каждый глоток воды ценится очень дорого.

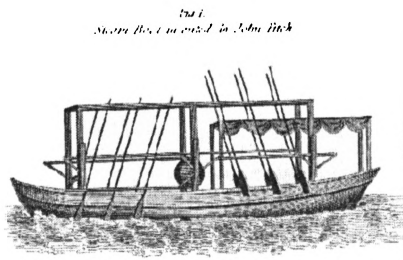
Преодоление этого вида психологической инерции требует ***изменить представление об имеющейся ценности***. Представить наиболее ценный объект рассмотрения неценным или наоборот, неценный - ценным и представить для себя следствия этого подхода.

1.3.5. Принцип действия

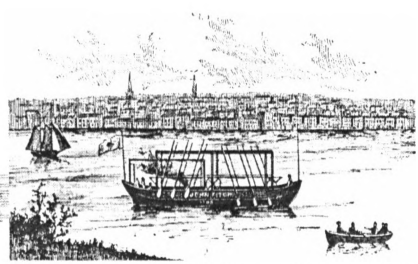
Пожалуй, с особым упорством психологическая инерция проявляется в сохранении прежнего принципа действия в новых изобретениях. Много таких примеров хранит история техники. Вспомним некоторые из них.

Пример 1.8. Первое паровое судно

Первое паровое судно, построенное в конце XVIII века американским изобретателем Джоном Фитчем (John Fitch), приводилось в движение ... веслами. Гребцы были заменены паровым двигателем, в остальном старый принцип действия корабля не изменился (рис. 1.4). А главное, что движитель (весла) были оставлены от старого судна.



Первый пароход изобретен Джоном Фитчем в декабре 1786 г.[1]



Первые успешные испытания парохода «Perseverance» («Настойчивость») были проведены на реке Делавэр 22 августа 1787г.[2]

Рис. 1.4. Первый пароход

Пример 1.9. Шагающий паровоз

Паровоз, изобретенный Уильямом Бруном (William Brunton), использовал принцип действия лошади. В качестве движителя использовались не колеса, а ноги (рис. 1.5). С помощью их паровоз отталкивался. Брун получил патент № 3700, выданный 22 мая 1813 г.

---

[1] Рисунок с сайта http://www.uh.edu/engines/epi14.htm

[2] Рисунок с сайта http://mjcpl.org/rivertorail/steamboatdevelopment/steamboat-development

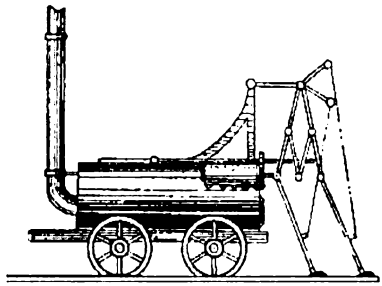


Рис. 1.5. Шагающий паровоз[3]

Преодоление этого вида психологической инерции требует ***функционального подхода***. Принцип действия подбирается, так, чтобы максимально эффективно выполнить функцию.

1.3.5. Форма

Сохранение старой формы в новых изобретениях – один из наиболее рапространенных видов психологической инерции.

Рассмотрим пример из история техники.

Пример 1.10. Первый автомобиль

Первый автомобиль повторял форму привычной коляски. Паровой двигатель этого автомобиля был расположен впереди в специальном кожухе, выполненном в форме... крупа лошади. Интересно, что и управление этой машиной осталось традиционным. Повороты осуществлялись с помощью привычных... вожжей. Посмотрите на карикатуру того времени (рис. 1.6).

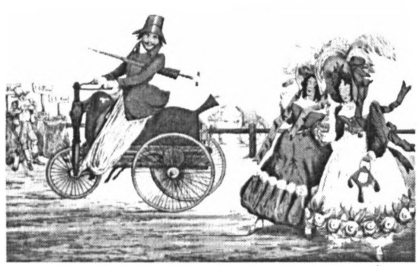


Рис. 1.6. Первый автомобиль[4]

[3] Рисунок с сайта http://etc.usf.edu/clipart/12700/12707/steamboat_12707.htm

[4] Рисунок из книги: **Енё Р. Сабо. Революция машин.** История промышленного переворота. Из-во. «Корвина». – Будапешт. 1979, С. 97.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Преодоление этого вида психологической инерции требует ***функционального подхода***. Форма подбирается так, чтобы максимально эффективно выполнить *функцию* и *принцип действия*.

Однако, иногда старая форма может быть следствием психологической инерции потребителей, отдающих предпочтение привычному, традиционному представлению об изделии. Все большее распространение получают изделия в стиле «ретро». Кроме того, старые формы часто повторяются в моде.

Использование методов развития творческого воображения позволяет управлять психологической инерцией.

1.4. Отсутствие системного мышления

Помимо психологической инерции традиционному мышлению свойственно **отсутствие системного мышления** (системного подхода).

Прежде всего, вспомним притчу.

Пример 1.11. Притча о слепцах

К слепым подвели по очереди слона и просили описать, что это такое (рис. 1.7).

Один из них потрогал ногу и сказал, что это что-то круглое и толстое, похожее на столб.

Другой потрогал хобот и сказал, что это что-то гибкое, похожее на змею.

Третий потрогал хвост и сказал, что это что-то тонкое, похожее на веревку.

Четвертый потрогал бок и сказал, что это похоже на стену.

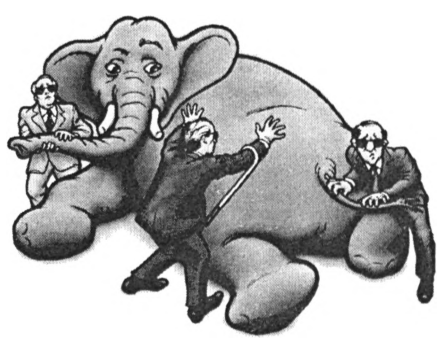


Рис. 1.7. Слепцы[5]

Это типичный пример несистемного мышления.

Вспомним миф о Миндасе.

[5] Рисунок с сайта http://www.perunica.ru/raznoe/5649-pritcha-pro-slona-i-slepcov-dlya-teh-kto-lyubit-v-spore-iskat-istinu.html

Пример 1.12. Миндас

Царь Миндас с почетом принял в своем дворце учителя Диониса Силена, отставшего от Диониса. В награду Дионис предложил Миндасу выбрать себе любой дар.

Миндас воскликнул:

- О, великий бог Дионис, сделай так, чтобы все, к чему прикоснусь, превращалось в чистое, блестящее золото!

Миндас не подумал, что пища и его близкие тоже будут превращаться в золото.

Понятие системного мышления мы рассмотрим ниже (п. 3).

Выводы

Использование традиционного метода проб и ошибок приводит к:

- неоправданно большим затратам времени и средств на проектирование и производство;
- невысокой вероятности получения идей требуемого уровня в выделенные сроки.

Очевидно, что необходима другая более прогрессивная технология получения идей. Такая технология создана русским ученым Г. С. Альтшуллером. Он назвал ее теория решения изобретательских задач (ТРИЗ).

1.5. Самостоятельная работа

1.5.1. Контрольные вопросы

1. Какое место занимает изобретательство в инженерной деятельности?
2. Что такое метод «проб и ошибок»? Его достоинства и недостатки?
3. Что такое психологическая инерция? Расскажите о природе психологической инерции. Какие виды психологической инерции вы можете привести?

1.5.2. Темы докладов и рефератов

1. Роль метода «проб и ошибок» в изобретательстве.
2. Виды психологической инерции и способы преодоления ее.

1.5.3. Выполните задания

1. Приведите примеры на разные виды психологической инерции. Покажите возможность преодоления каждого из видов психологической инерции.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Глава 2. ОБЗОР ТРИЗ

Введение

1. Традиционная технология решения задач
2. Обзор ТРИЗ
3. Системный подход
4. Законы развития систем
5. Вепольный анализ
6. АРИЗ
7. Информационный фонд
8. Методы развития личности и коллектива
9. Заключение



ТРИЗ

...ТРИЗ можно считать обобщением сильных сторон творческого опыта многих поколений изобретателей: отбираются и исследуются сильные решения, критически изучаются решения слабые и ошибочные.

Генрих Альтшуллер[6]

Содержание главы 2:

2.1. Что такое ТРИЗ?
2.2. Уровни изобретения
2.3. Функции ТРИЗ
2.4. Структура ТРИЗ
2.5. Изобретательское мышление
2.6. Использование инструментов ТРИЗ
2.7. ТРИЗ в мире

2.1. Что такое ТРИЗ?

Теория решения изобретательских задач (ТРИЗ) – технология инноваций, при которой процесс творчества управляем, а не хаотичен.

Эта технология позволяет решать творческие задачи, используя специальные законы, методы, правила и инструменты.

Применение ТРИЗ развивает творческое (изобретательское) мышление, качества творческой личности, даст возможность смотреть на вещи и явления по-новому, находить нетривиальные, принципиально новые решения высокого уровня, что повышает эффективность творческого труда.

---

[6] **Альтшуллер Г. С. Теория решения изобретательских задач**. Справка «ТРИЗ-88». http://www.altshuller.ru/engineering16.asp.



Генрих Альтшуллер
1926-1998 гг.

ТРИЗ разработал ученый и изобретатель из России **Генрих Саулович Альтшуллер**, который был так же писателем-фантастом, известным под псевдонимом «*Генрих Альтов*». Альтшуллер первый осознал необходимость создания технологии, позволяющей отказаться от метода «проб и ошибок» и направленно искать решение.

Г. С. Альтшуллер проанализировал десятки тысяч патентов и сформулировал основные **постулаты ТРИЗ**:

1. Техника развивается закономерно. При решении задач и развитии систем необходимо использовать законы развития технических систем.

2. Любую изобретательскую задачу можно классифицировать и в соответствии с видом задачи выбрать вид решения.

3. Для решения сложных изобретательских задач необходимо выявить и разрешить противоречие, находящееся в глубине задачи.

Постулаты ТРИЗ указывают на принципиальное отличие изобретательского мышления от рутинного. При ***рутинном*** мышлении ищется **компромисс**, т. е. улучшение одних параметров за счет ухудшения других. В ***изобретательском*** мышлении выявляют **противоречие**, лежащее в глубине задачи. Углубляя и обостряя противоречие, определяют первопричины, породившие данное противоречие. Разрешая противоречие, получают результат практически без недостатков.

2.2. Уровни изобретений

В процессе анализа патентного фонда Г. С. Альтшуллер понял, что изобретения имеют разные уровни. Он решил разделить их на 5-ть уровней. Так как изобретение — это конечный результат решения определенной задачи, то в дальнейшем мы будем говорить об уровнях решения задачи. Альтшуллер также называл их уровнями творчества.

Приведем классификацию уровней творчества, предложенную Г. С. Альтшуллером[7].

Первый уровень – самый низкий, а пятый самый высокий.

---

[7] **Альтшуллер Г. С. Алгоритм изобретения.** 2-е изд. – М: Московский рабочий, 1973. С. 23-47.
Альтшуллер Г. С. Уровни изобретений. URL: http://www.altshuller.ru/triz/levels.asp.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Как правило, используя «Метод проб и ошибок» получают решения первого, реже второго уровня. Чем выше уровень решения, тем больше проб нужно совершить.

Уровень решения определяется по степени оценки этапов творческого процесса.

Г. С. Альтшуллер описывал следующие этапы:

А. Выбор задачи.

Б. Выбор поисковой концепции.

В. Сбор информации.

Г. Поиск идеи решения.

Д. Развитие идеи в конструкцию.

Е. Внедрение.

Полностью структурная схема творческого процесса приведена ниже в табл. 2.1.

Сегодня можно говорить о еще одном очень важном этапе инновационного процесса – это **сбыт**, под которым понимается все аспекты маркетинга, например, реклама и количество продаж. Ниже будет подробно рассмотрено, чем отличаются уровни изобретения в классификации Г. С. Альтшуллера, а пока опишем наиболее характерные черты:

1-й уровень: использование готового объекта без выбора или почти без выбора;

2-й уровень: выбор одного объекта из нескольких;

3-й уровень: частичное изменение выбранного объекта;

4-й уровень: создание нового объекта (или полное изменение исходного);

5-й уровень: создание нового комплекса объектов.

Теперь рассмотрим уровни более детально.

Решение 1-го уровня, при использовании метода проб и ошибок получают достаточно быстро, практически первое из пришедших на ум. Как правило, затрачивают не более **10 проб**. Это решение известной задачи, с применением известной поисковой концепции, используя имеющуюся у нас известную информацию. При этом опираются на готовое решение (испытанная технология, существующая конструкция).

Решение 2-го уровня – использование до **100 проб**. Выбирается одна из нескольких задач, которая решается одной из нескольких концепций, собирается информация из нескольких источников информации, выбирается одно из нескольких решений (одна из нескольких технологий, одна из нескольких конструкций).

Решение 3-го уровня – использование до **1000 проб**. Изменена исходная задача, поисковая концепция изменена применительно к условиям задачи. Собранная информация изменена применительно к условиям задачи,

изменено известное решение (изменена известная технология и / или конструкция).

Таблица 2.1. Процесс изобретательского творчества[8]. Структурная схема

Уровень	А	Б	В	Г	Д	Е
5	Найдена новая проблема	Найден новый метод	Получены новые данные, относящиеся к проблеме	Найден новый принцип	Созданы новые конструктивные принципы	Изменена вся система, в которую вошла новая конструкция
4	Найдена новая задача	Найдена новая поисковая концепция	Получены новые данные, относящиеся к задаче	Найдено новое решение	Создана новая конструкция	Конструкция применена по-новому
3	Изменена исходная задача	Поисковая концепция изменена применительно к условиям задачи	Собранная информация изменена применительно к условиям задачи	Изменено известное решение	Изменена исходная конструкция	Внедрена новая конструкция
2	Выбрана одна из нескольких задач	Выбрана одна поисковая концепция из нескольких	Собраны сведения из нескольких источников	Выбрано одно решение из нескольких	Выбрана одна из нескольких конструкций	Внедрена модификация готовой конструкции
1	Использована готовая задача	Использована готовая поисковая концепция	Использованы имеющиеся сведения	Использовано готовое решение	Использована готовая конструкция	Внедрена готовая конструкция
Этапы	**Выбор задачи**	**Выбор поисковой концепции**	**Сбор информации**	**Поиск идеи решения**	**Развитие идеи в конструкцию**	**Внедрение**

Решение 4-го уровня – использование тысяч, **десятков тысяч** и, **до 100 000 проб**. Найдена новая задача, найдена новая поисковая концепция, получены новые данные, относящиеся к задаче, найдено новое решение (новая технология и / или новая конструкция).

Решение 5-го уровня – использование более сотен тысяч и **миллионов проб.** Количество проб может быть **бесконечным.** Это уровень **пионер-**

[8] **Альтшуллер Г. С. Алгоритм изобретения.** 2-е изд. – М: Московский рабочий, 1973. С. 32.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

ских решений (*автомобиль, радио, телевизор, компьютер* и т. д.) или **открытия** (*квантовая теория, полупроводники, пенициллин, клонирование и т. д.*).

Г. С. Альтшуллер проанализировал изобретения по 14 классам за 1965 и 1969 годы. Анализ дал следующее соотношение[9] (данные и диаграмма см. рис. 2.1).

1-й уровень		32%
2-й уровень		45%
3-й уровень		19%
4-й уровень	менее	4%
5-й уровень	менее	0,3%

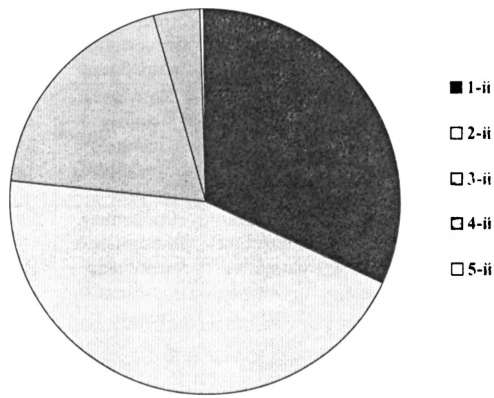


Рис. 2.1. Уровни изобретений

Примеры изобретений разных уровней приведены в книге «Алгоритм изобретения»[10].

Попробуем на одном объекте привести примеры всех пяти уровней решений. В качестве примера возьмем указку.

Пример 2.1. Указка – 1-й уровень

В качестве указки использовали обычную палку – ветку дерева. Использовано ***готовое решение*** и ***готовая конструкция*** из природы, которую и внедрили.

Пример 2.2. Указка – 2-й уровень

Длинная палка тяжелая. Ей неудобно указывать. Противоречие: указка должна быть *длинная*, чтобы указывать, и *короткая*, чтобы было не тяжело ей указывать.

Решение. Указку к концу делают тоньше.

Выбрана ***одна из нескольких задач*** – сделать указку легче. Можно было бы развивать физические усилия человека или использовать приспособления для держания указки, а человек только бы перемещал ее.

[9] **Альтшуллер Г. С. Алгоритм изобретения.** С. 36.

[10] Там же. С. 33-35.

Выбрана ***одна из нескольких поисковых концепций*** – уменьшения веса за счет убирания материала от рукоятки к концу указки. Могут быть и другие концепции, например, замена материала указки на более легкий или сделать указку полой. Стадии **А** и **Б** пройдены на 2 уровне.

Пример 2.3. Указка – 3-й уровень

Необходимо сделать указку легко переносимой. Для этого она должна быть маленькой. Противоречие: указка должна быть *длинная*, чтобы указывать, и *короткая*, чтобы было легко переносить.

Решения.

1. Сделать указку разборной и скреплять ее на месте, например, с помощью винтов. На это требуется много времени и сил.
2. Можно сделать указку складной, как метр.
3. Наилучшее решение сделать указку *телескопической*.

Изменена исходная задача. Сначала была задача сделать указку легче.

Изменено известное решение. Вместо разборной указки ее сделали телескопической. Применен геометрический эффект. Стадии **А** и **Г** пройдены на 3 уровне.

Пример 2.4. Указка – 4-й уровень

Желательно, чтобы можно было пользоваться указкой на расстоянии 3-20 м. Такая указка должны быть очень прочной и легкой, что не может обеспечить механическая указка. Необходимо переходить к принципиально другому способу указывания.

Решение. Использовать луч лазера. Лазерный луч получают с помощью лазерного диода.

Найдена новая задача. Указывать с больших расстояний.

Найдено новое решение. Использован не обычный лазер, а лазерный диод.

Создана новая конструкция. Такой конструкции не существовало раньше.

Стадии **А, Г** и **Д** пройдены на 4 уровне.

Другая возможность – виртуальная указка (отсутствующая указка). Указка должна исчезнуть, а возможность указывать остается.

Решение. Используются возможности компьютера. Например, указывать можно с помощью курсора мышки. Такая указка может указывать на любом расстоянии. Расстояние зависит только от возможностей передачи изображения. Могут использоваться Интернет, спутники, средства космической передачи и т. д.

Найдена новая задача. Указывать с больших расстояний.

Найдено новое решение. Использован компьютер и его возможности (например, мышка). Стадии **А** и **Г** пройдены на 4 уровне.

Пример 2.5. Лазер и компьютер

Лазер и компьютер – это примеры пионерских решений.

Лазер был изобретен на основе открытий.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

2.3. Функции ТРИЗ

Основные функции ТРИЗ:

1. **Решение творческих и изобретательских задач любой сложности и направленности без значительного перебора вариантов.**
2. **Прогнозирование развития технических систем (ТС) и получение перспективных решений (в том числе и принципиально новых).**
3. **Развитие творческих качеств человека (творческого воображения и мышления, качеств творческой личности, развитие творческих коллективов).**

ТРИЗ позволяет:

- выявить и устранить «узкие места»;
- снизить себестоимость изделий и технологий;
- повысить потребительские качества изделий;
- выявить и устранить причины брака и аварийных ситуаций и т. д.

2.4. Структура ТРИЗ

Основные разделы ТРИЗ:

1. **Законы развития технических систем** (п. 4) [64].
2. **Информационный фонд ТРИЗ** (п. 7) [45].
3. **Вепольный анализ** (структурный вещественно-полевой анализ) технических систем (п. 5) [46].
4. **Алгоритм решения изобретательских задач** (АРИЗ) (п. 6) [44].
5. **Метод выявления и прогнозирования аварийных ситуаций и нежелательных явлений** («диверсионный анализ») [36].
6. **Методы системного анализа и синтеза** (п. 3).
7. **Функционально-стоимостный анализ** (ФСА).
8. **Методы развития творческого воображения** (РТВ) (п. 8.1) [39-42].
9. **Теория развития творческой личности** (ТРТЛ) (п. 8.2) [38].
10. **Теория развития творческих коллективов** (ТРТК) (п. 8.3) [32].

Все разделы ТРИЗ можно разделить на две части: **методы решения задач** и **методы развития творческих качеств**. К методам решения задач относятся пп. 1-7, к методам развития творческих качеств – пп. 8-10. Структурная схема ТРИЗ согласно этой классификации представлена на рис. 2.2.

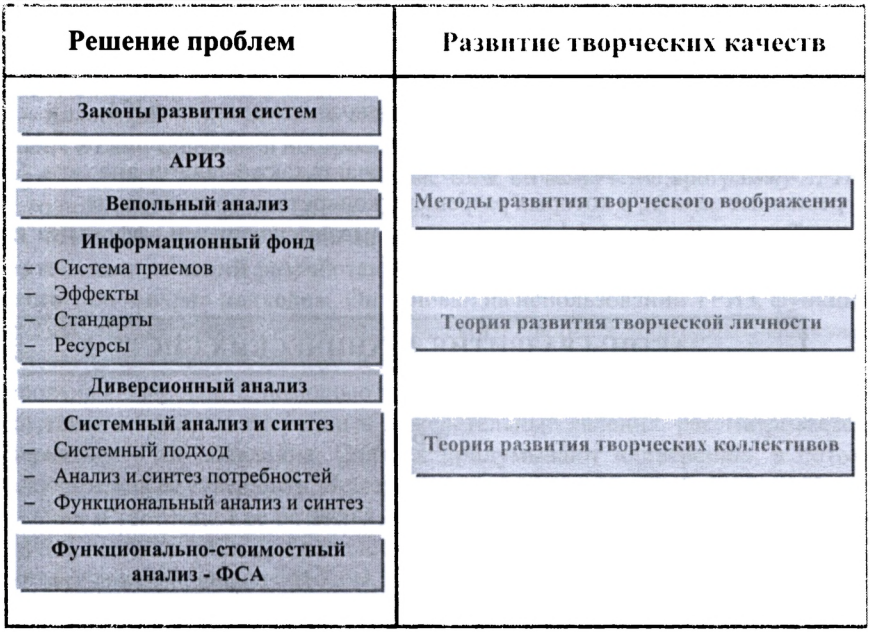


Рис. 2.2. Структурная схема ТРИЗ

Упрощенная структурная схема ТРИЗ для функции **решения задач** приведена на рис. 2.3. Кратко опишем каждую из частей ТРИЗ.

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

Информационный фонд включает:

- **Систему стандартов на решение изобретательских задач** – типовые решения определенного класса задач (п. 7.5) [29];
- **Технологические эффекты**:
  - ***физические эффекты*** [28] и [35];
  - ***химические эффекты*** [29];
  - ***биологические эффекты*** [37];
  - ***математические эффекты***.
    - наиболее разработанные из них – ***геометрические*** [30].
  - ***Таблицы их использования***.
- **Приемы устранения противоречий** и таблицы их применения (п. 7.1);
  - ***приемы разрешения технических противоречий*** (п. 7.1.2).
    - *40 основных приемов* [12];
    - *10 дополнительных* [10].

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

- ***приемы разрешения физических противоречий*** (п. 7.1.3).
  - *приемы – анти-приемы* [14];
  - *приемы, разбитые на группы*;
  - *способы разрешения физического противоречия* [24].
- **Ресурсы** природы и техники и способы их использования (п. 7.3).

Часто в *информационный фонд* включают также **задачи-аналоги**. Это решенные задачи, в которых разрешено конкретное противоречие.

Технологические эффекты также называют научными эффектами или просто эффектами.

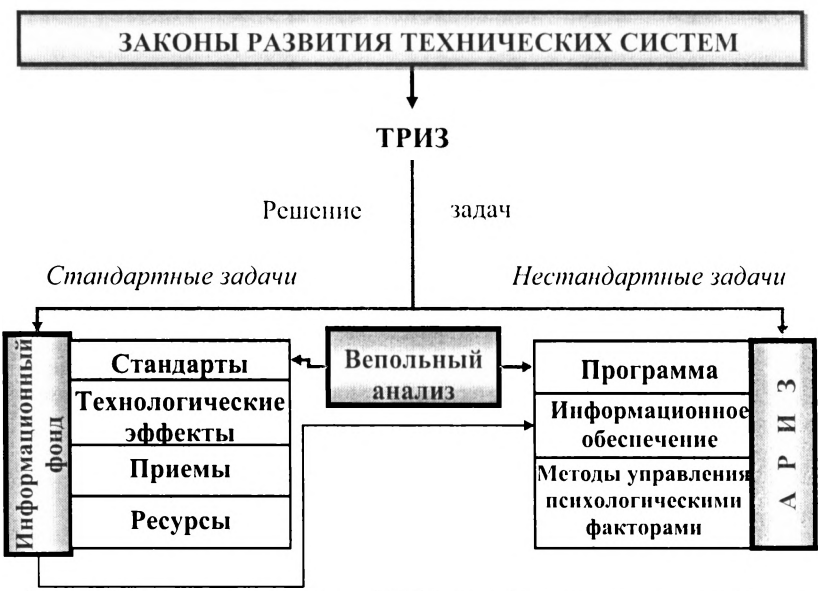


Рис. 2.3. Структурная схема ТРИЗ для функции решения задач

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

Вепольный анализ (*структурный вещественно-полевой анализ*) – это специальный язык, позволяющий представить *исходную систему* в виде

структурной модели, выявить ее свойства, с помощью специальных правил и закономерностей преобразовать *модель задачи* в *структуру решения*, которое устраняет недостатки исходной задачи.

Классификация *системы стандартов на решение изобретательских задач* и сами стандарты построены на основе *вепольного анализа* и *законов развития технических систем*. Кроме того, он включен в программу *АРИЗ* (это показано стрелками на рис. 2.3).

Метод выявления и прогнозирования аварийных ситуаций и нежелательных явлений разработан Б. Л. Злотиным и А. В. Зусман и назван **«диверсионным» подходом**. Он основан на использовании ТРИЗ, функционального, системного и морфологического анализов, диаграммы Исикавы (диаграмма «рыбьей кости») и специально разработанных списков контрольных вопросов. С помощью этой методики «изобретаются» для данной системы аварийные ситуации и нежелательные явления, рассматривается вероятность их появления. Сначала придумывают «диверсию», а потом способы, как ее совершить. При этом проводится анализ существующей ситуации и тенденций ее развития, формулируются и разрешаются противоречия, возникающие при решении задачи. На следующем этапе изыскиваются и анализируются способы, позволяющие предотвратить возникновение чрезвычайных ситуаций и нежелательных явлений. При этом максимально используются все ресурсы системы.

Методы системного анализа и синтеза включают:

- ***системный подход***;
- ***анализ и синтез потребностей***;
- ***функциональный анализ и синтез***.

Эти инструменты позволяют создать *системную картину мира* и прогнозировать развитие систем.

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

Функционально-стоимостный анализ (ФСА) – метод технико-экономического исследования систем, направленный на оптимизацию соотношения между их потребительскими свойствами (функции, также воспринимаемые как качество) и затратами на достижения этих свойств. Используется как методология для непрерывного совершенствования: продукции, услуг, производственных технологий, организационных структур. Задачей ФСА является достижение наивысших потребительских свойств продукции при одновременном снижении всех видов производственных затрат. Классический ФСА имеет три английских названия-синонима – Value Engineering, Value Management, Value Analysis.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

ФСА, используемый в ТРИЗ, значительно отличается от классического функционально-стоимостного анализа. Он был существенно модифицирован и дополнен разработчиками ТРИЗ. Сегодня ФСА – это практически иная методология, которая рассматривается в рамках *методов системного анализа и синтеза.*

Для **развития творческих качеств личности и коллектива** в ТРИЗ используются (рис. 2.2):

- *методы развития творческого воображения* (8.1);
- *теория развития творческой личности* (8.2);
- *теория развития творческих коллективов* (8.3).

Методы развития творческого воображения позволяют уменьшить *психологическую инерцию* при решении творческих (изобретательских) задач.

Теория развития творческой личности описывает качества и жизненную стратегию творческой личности.

Теория развития творческих коллективов позволяет выявить и использовать законы развития творческих коллективов.

2.5. Использование инструментов ТРИЗ

Использование различных элементов ТРИЗ для конкретных функций показано в таблице 2.2: «***Функции и структура ТРИЗ***».

При прогнозировании развития техники, поиске и выборе задач, оценке полученного решения используются **система законов развития техники, системный подход,** система **стандартов на решение изобретательских задач** и **вепольный анализ**.

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

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

Таблица 2.2. Функции и структура ТРИЗ

Функции		Структура																
								ИНФОРМАЦИОННЫЙ ФОНД							МЕТОДЫ РАЗВИТИЯ ТВОРЧЕСКИХ		
									Эффекты									
		Законы развития ТС	АРИЗ	Вепольный анализ	Диверсионный подход	Системный анализ и син-	Функциональный анализ	Стандарты	Физические	Химические	Биологические	Математические	Приемы	Ресурсы	воображения	личности	коллективов
1	Прогнозирование развития ТС	1	–	2	3	1	3	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2	Построение новой системы	1	–	2	2	1	1	2	2	2	2	2		2	3	–	–
3	Улучшение существующей системы	1	1	1	–	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	–	–
4	Поиск задачи	1	–	2	1	1	–	1	3	3	3	3	4	3	4	–	–
5	Выбор задачи	1	1	–	–	1	1	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6	Решение задачи	2	1	2	1	2	1	1	2	2	2	2	2	2	3	–	–
7	Оценка полученного решения	1	2	2	2	2	2	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8	Развитие творческого воображения	2	–	–	3	2	–	–	–	–	–	–	3	2	1	–	–
9	Развитие творческой личности	–	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–
10	Развитие творческих коллективов	–	–	–	3	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1

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

С помощью ТРИЗ решаются стандартные и нестандартные типы задач (рис. 2.3).

Под ***стандартным*** (известным) для ТРИЗ типом задач понимается задача с *известным типом противоречия*, а ***нестандартным*** (неизвестным) – задачи с *неизвестным типом противоречия*.

Стандартные (известные) типы изобретательских задач решаются с использованием информационного фонда, а *нестандартные* (неизвестные) – применением АРИЗ. По мере накопления опыта решения класс известных типов задач пополняется и структурируется.

Классификация задач осуществляется при помощи *таблицы использования основных приемов устранения технического противоречия*, *вепольного анализа* и *функционального подхода*. Это своего рода призма (рис. 2.4),

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

с помощью которой мы «раскладываем» проблему на известные (стандартные) задачи и неизвестные (нестандартные) задачи. Для каждого класса стандартных задач имеются свои соответствующие стандартные решения. Стандартное решение подбирается под конкретные условия. Для классификации и выявления задач могут использоваться и другие элементы ТРИЗ, например, основная **линия решения задач** – *выявление причинно-следственных связей*, которая рассматривается в главе 6 (п. 6.5) и в учебном пособии АРИЗ [44].

Таким образом, использование информационного фонда и, прежде всего, системы *стандартов на решение изобретательских задач*, позволяет без использования АРИЗ разрешить противоречия, имеющиеся в задаче и получить решения высокого уровня. Это своего рода стандартные пути решения задач без перебора вариантов, который характерен для *метода «проб и ошибок»*.

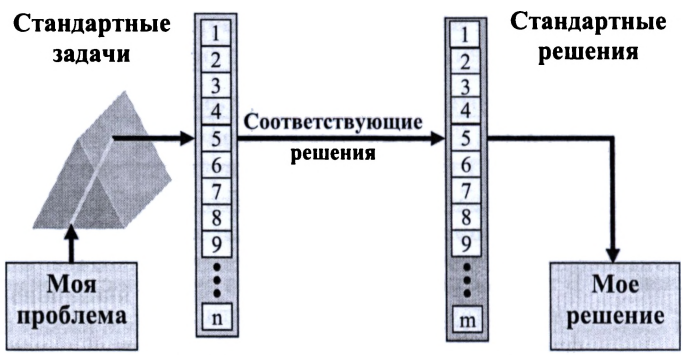


Рис. 2.4. Решение стандартных задач

Для выявления существующих аварийных ситуаций и нежелательных явлений, а также прогнозирования будущих в ТРИЗ используется диверсионный подход.

Разработаны компьютерные программы, основанные на ТРИЗ. Они обеспечивают интеллектуальную помощь инженерам и изобретателям при решении изобретательских задач. Имеется программа по выявлению, прогнозированию и предотвращению аварийных ситуаций и нежелательных явлений.

В следующих главах рассмотрим более подробно отдельные разделы ТРИЗ.

2.6. Изобретательское мышление

2.6.1. Качества изобретательского мышления

На наш взгляд, высшая стадия овладения ТРИЗ – это выработка навыков изобретательского мышления. Его также называют Сильное, Талантливое, ТРИЗное мышление.

Эти навыки состоят из нескольких составляющих (качеств):

1. **Системное мышление**.
2. **Эволюционное мышление**.
3. **Мышление через противоречия**.
4. **Мышление через ресурсы (ресурсное мышление)**.
5. **Мышление по моделям**.
6. **Развитие творческого воображения** (РТВ).

Под ***системным мышлением*** автор понимает умение видеть составные части системы, ее *элементы*, *иерархию системы*, *взаимовлияние* элементов системы и системы с надсистемой и окружающей средой, учет изменений *во времени* и *по условию*, *историческое развитие*, цепочку по *постановке цели*, *выявления потребностей*, построение *функциональной модели*, дерева *принципов действия*, *системный уровень*. Системное мышление рассмотрено в п. 3.

Эволюционное мышление имеет две составляющие:

а) Выявление закономерностей развития (трендов) в любых явлениях, например, как это делается в тестах на логику или IQ (например, последовательность: треугольник, квадрат, пятиугольник… что дальше?).

б) Использование законов развития систем для развития конкретной системы (п. 4).

Мышление через противоречия – предусматривает выявление и разрешение противоречий (пп. 6.2-6.6).

Ресурсное мышление – это умение выявлять и использовать ресурсы (п. 7.3).

Моделирование – это умение решать задачи с помощью моделирования. Моделирование с помощью веполей (п. 6), маленьких человечков (п. 8.1.3), компонентно-структурное и функциональное моделирование (п. 3.5.3). Помимо различных методов мыслительного моделирования желательно выполнять простейшие модели из картона, пластилина и т. д. Желательно использовать различные виды математического и компьютерного моделирования.

РТВ нацелено на ***управление психологической инерцией.*** Для развития творческого воображения используются все известные приемы и методы (п. 8.1.3). Можно развивать также другие виды воображения: *зрительное*,

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

слуховое, *обонятельное*, *вкусовое*, тактильное (*осязательное*), *кинестетическое*, *температурное* (термоцепция), *эквибриоцептическое* (чувство равновесия), *проприоцепция* — или «осознание тела». Эти виды воображения в отдельности или комплексно могут значительно расширить творческое воображение человека.

2.6.2. Способы развития изобретательского мышления

Изобретательское мышление развивается с помощью постоянного применения каждого из описанных видов.

Системное мышление развивается использованием *системного подхода (п. 3)*:

- умения видеть *иерархию* систем;
- *взаимосвязи* и *взаимовлияния* отдельных частей системы на систему, системы на надсистему и окружающую среду, обратное взаимодействие;
- учет любых *изменений во времени* и *по условию*, вызванных *влиянием* и *взаимовлиянием*;
- *историческое развитие;*
- *постановка целей*;
- выявление и прогнозирование *потребностей*;
- построение *функциональной модели*;
- выявление *принципа действия* системы;
- построение *структурной* и *потоковой модели*;
- определение *работоспособности* и *конкурентоспособности* системы.

Эволюционное мышление развивается *выявлением закономерностей* в различных явлениях, системах, процессах, последовательностях и использованием *законов развития систем* (п. 4) для прогнозированная развития этих систем.

Мышление через противоречия развивается выявлением и разрешением противоречий (п. 6).

Ресурсное мышление развивается выявлением и использованием ресурсов (п. 7.3).

Моделирование развивается построением мысленных, компьютерных и вещественных моделей для решения определенных задач.

Творческое воображение развивается с помощью специальных приемов и методов РТВ (п. 8.1), чтения научной фантастики и оценки научно-фантастических произведений.

2.7. ТРИЗ в мире

ТРИЗ все больше завоевывает мир. Созданы компании, занимающиеся ТРИЗ. Помимо стран бывшего СССР, ТРИЗ распространена в США, Канаде, странах Европы, в Израиле, Австралии, Японии, Южной Корее, странах Юго-Восточной Азии и Южной Америки.

Курс ТРИЗ читается в ряде университетов России, США, Канады, Франции, Англии, Германии, Швейцарии, Австралии, Израиля, Японии и Южной Кореи. ТРИЗ изучают инженеры и ученые, студенты университетов различных специальностей и школьники всех возрастов. Проводятся занятия с детьми, начиная с трех лет. Имеются курсы по подготовке воспитателей детских садов, учителей школ и преподавателей ТРИЗ для университетов. Ведется большая работа по подготовке учебно-методических материалов. Эти направления наиболее развиты в России и некоторых странах бывшего СССР.

Несколько компаний разрабатывают и продают компьютерные программы по ТРИЗ.

Наиболее распространена консультационная деятельность для промышленных компаний в форме решения производственных и научных задач, получения перспективных решений и обучения сотрудников ТРИЗ.

ТРИЗ используют ведущие компании мира (Samsung, Intel, General Electric, LG, Motorola, General Motors, Ford, Boeing, NASA, Rockwell, Xerox, Gillette, Procter & Gamble, Johnson & Johnson, Phillips, Bosch-Siemens, Hewlett-Packard и т. д.).

Созданы кафедры и лаборатории ТРИЗ в университетах, защищаются диссертации по ТРИЗ и с использованием ТРИЗ.

Ученики и последователи автора ТРИЗ, Г. С. Альтшуллера, живут и работают во многих странах. Они продолжают развивать ТРИЗ, применяя ее на практике и добиваясь впечатляющих результатов. ТРИЗ справедливо считают наукой XXI века.

Создана и успешно работает **Международная Ассоциация ТРИЗ** (МА ТРИЗ), президентом которой до последнего дня своей жизни был Г. С. Альтшуллер.

Действует **Европейская Ассоциация ТРИЗ** (ETRIA).

В США работает **Институт Альтшуллера** (The Altshuller Institute).

Создан **Саммит разработчиков ТРИЗ**, целью которого является объединение специалистов, занимающихся развитием теории и методики. Саммит проводит ежегодные встречи, где обсуждаются наилучшие научные разработки по развитию ТРИЗ.

Имеются региональные Ассоциации ТРИЗ в станах бывшего СССР, США, Франции, Италии, Австрии, Израиле, Австралии, Южной Кореи, Тайване, Латинской Америки и в других странах.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

В Internet имеются сайты и многочисленные ссылки, посвященные ТРИЗ.

Проводятся ежегодные международные конференции по ТРИЗ в:

- бывших странах СССР и Европе (их проводит МАТРИЗ и Саммит разработчиков ТРИЗ);
- Европе МА ТРИЗ и ETRIA;
- США – Институт Альтшуллера;
- Японии – ТРИЗ Форум;
- Южной Кореи – KATA (Korea Academic TRIZ Association) и др. (приложение 3).

СМИ многих стран неоднократно говорили об эффективности ТРИЗ.

Все выше описанное – это элементы ТРИЗ-движения, созданного Г. С. Альтшуллером.

2.8. Контрольные вопросы

1. Кто автор ТРИЗ?
2. Перечислите постулаты ТРИЗ.
3. Опишите уровни изобретений. Опишите этапы творческого процесса. Опишите характерные черты ля каждого из уровней изобретения. Приведите примеры на каждый из уровней изобретения.
4. Какие основные функции ТРИЗ?
5. Перечислите основные части ТРИЗ.
6. Какие составные части входят в информационный фонд ТРИЗ?
7. Для чего предназначена каждая из частей ТРИЗ?
8. Опишите структуру ТРИЗ для функции решение задач.
9. Опишите качества изобретательского мышления.

Глава 3. СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД

Введение

1. Традиционная технология решения задач
2. Обзор ТРИЗ
3. Системный подход
4. Законы развития систем
5. Вепольный анализ
6. АРИЗ
7. Информационный фонд
8. Методы развития личности и коллектива
9. Заключение

Кто в океане видит только воду,
Тот на земле не замечает гор.

В. Высоцкий

Содержание главы 3:

3.1. Основные определения системного подхода
3.1.1. Системное мышление
3.1.2. Система
3.1.3. Функция
3.1.4. Поток
3.1.5. Иерархия
3.2. Системность
3.2.1. Общие понятие
3.2.2. Отсутствие системности
3.3. Системный оператор
3.4. Учет влияний
3.5. Системный подход при проектировании
3.5.1. Системный синтез
3.5.2. Системный анализ
3.5.3. Анализ выявления недостатков
3.6. Выводы

3.1. Основные определения системного подхода

Выше на притче о слепцах (п. 1.4, пример 1.11) мы показали одну из составляющих традиционного мышления – отсутствие системного мышления.

Часто, решая задачи или исследуя какую-то систему, мы похожи на этих слепцов. Мы рассматриваем только маленькую часть задачи или часть системы, а этого часто бывает недостаточно. Мы даже не всегда знаем ее составляющие – подсистемы, а тем более части этих составляющих – подподсистемы. Не видим, куда входит данная система. Все это показывает отсутствие системного подхода.

Ниже приведем основные определения и составные части системного подхода.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

3.1.1. Системное мышление

Системное мышление – это мышление, которое использует *системный подход* и является одним из элементов *изобретательского мышления*.

Системный подход – рассмотрение объекта как целостного множества элементов в совокупности отношений и связей между ними, то есть рассмотрение объекта как ***системы***.

Системный подход должен использоваться как при *анализе*, так и при *синтезе* систем.

При ***системном анализе*** рассматривает систему не изолированно, а как *совокупность взаимосвязанных элементов*, имеющую *связь с надсистемой и внешней средой* и *влияние внешней среды на систему*. Цель анализа выявить все составляющие элементы, взаимосвязи и взаимовлияния между ними, приводящие к определенным изменениям. Выявляются все взаимовлияния системы на подсистемы, на надсистему и окружающую систему, и обратное влияние надсистемы и окружающей среды на систему. Прослеживаются все закономерности изменений, функционирования и развития систем.

Системный синтез предусматривает создание **сбалансированной** *системы*, как *внутри* себя, так и с *внешней средой*.

Системный подход реализует требования **общей теории систем**, согласно которой каждый объект должен рассматриваться как большая и сложная система и, одновременно, как элемент более общей системы. Теория систем изучает различные виды систем, их функционирование и закономерности развития. Она была разработана *Людвигом фон Берталанфи (Ludwig von Bertalanffy)* в XX веке. Его предшественником был *Александр Александрович Богданов*, который разработал «всеобщую организационную науку» **тектологию** и предвосхитил некоторые положения кибернетики.

Основным объектом рассмотрения в системном подходе, теории систем, системном анализе и синтезе является **система**.

3.1.2. Система

Система (от латинского «*systēma*», от греческого «σύστημα» - «составленный», целое, составленное из частей, соединение) – это множество ***элементов***, взаимосвязанных и взаимодействующих между собой, которые образуют единое *целое*, обладающее ***свойствами***, не присущими составляющим его элементам, взятым в отдельности.

Такое свойство называют **системный эффект** или **эмерджентность**.

Эмерджентность (от англ. «*Emergent*» – возникающий, неожиданно появляющийся) в теории систем – наличие у какой-либо системы особых свойств, не присущих ее подсистемам и блокам, а также сумме элементов,

не связанных особыми системообразующими связями; несводимость свойств системы к сумме свойств ее компонентов; синоним – «системный эффект».

Часто такое свойство так же называют **синергетический эффект** (от греч. «συνεργός» вместе действующий) – возрастание эффективности деятельности в результате интеграции, слияния отдельных частей в единую систему за счет так называемого системного эффекта.

Пример 3.1. Синергетический эффект

Обмен вещами не приводит к синергетическому эффекту, так как их остается, столько же, что и было. Обмен идеями приводит к синергетическому эффекту, так как в результате у одного человека идей становится больше.

Синерги́я (греч. «Συνεργία» – сотрудничество, содействие, помощь, соучастие, сообщничество; от греч. «Σύν» – вместе, греч. «ἔργον» – дело, труд, работа, (воз)действие) – суммирующий эффект взаимодействия двух или более факторов, характеризующийся тем, что их действие существенно превосходит эффект каждого отдельного компонента в виде их простой суммы.

Целостность – характеристика системы, выражающая автономность и единство системы, противостоящей окружению. Она связана с функционированием системы и присущими ей закономерностями развития. Целостность не абсолютное, а относительное понятие, поскольку система имеет множество связей с окружающими объектами и внешней средой и существует лишь в единстве с ними.

Свойство – сторона (атрибут) системы. Оно определяет различие или общность предмета с другими предметами. Свойство обнаруживается в ***отношении*** подсистем в системе, поэтому всякое свойство относительно. Свойства существуют объективно, независимо от человеческого сознания.

Отношение – взаимосвязь, взаимозависимость и соотношение элементов системы. Это мысленное сопоставление различных объектов и их сторон.

Пример 3.2. Предложение (в языке)

Предложение состоит из *слов и способа построения предложения – грамматики.*

Ни один из этих элементов не обладает свойством выразить *мысль*. Соединенные в единую *систему* – предложение, приобрело новое свойство – *мысль* – ***системный эффект***.

Предложение – ***целостно***. Оно автономно и имеет свои закономерности развития – развитие грамматики.

В предложении показана взаимосвязь отдельных слов, их ***свойства***, обнаруживаемы в их ***отношении*** друг к другу.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Антропогенная система (греч. «anthropos» – человек, «genesis» – происхождение, становление развивающегося явления) – система, созданная в результате сознательно направленной человеческой деятельности.

Пример 3.3. Антропогенные системы

Это широкий класс систем, созданных человеком: язык, понятия, мысли, знания, науки, литература и искусство, социальные группы (племена, сообщества, государства и т. д.), сельскохозяйственные системы, искусственно созданные объекты фауны и флоры (генная инженерия, биотехнологии и т. п.), технические системы и т. д.

Основное внимание в книге будет уделено рассмотрению одного класса антропогенных систем – **технических систем**.

Техническая система (ТС) – это *система*, создающаяся с конкретной ***целью*** для удовлетворения определенной ***потребности***. Она выполняет ***функцию***, осуществляя *процесс*. ТС имеет определенную *структуру*. В качестве примеров технических систем можно назвать: *самолет, автомобиль, кондиционер, телефон, телевизор, компьютер, Интернет* и т. д.

Пример 3.4. Самолет

Самолет состоит из *крыльев, фюзеляжа, двигателя, шасси* и т. д.

Ни один из этих элементов не обладает свойством летать. Соединенные в единую *систему* – самолет приобрел новое свойство – *летать – системный эффект*.

Пример 3.5. Телефон

Телефон состоит из *микрофона, наушника, клавиатуры, дисплея, памяти* и т. п.

Ни один из этих элементов не обладает свойством передавать звук на расстояние. Соединенные в единую *систему* – телефон приобрел новое свойство – *передавать звук на расстояние – системный эффект*.

Пример 3.6. Алгоритм

Алгоритм – это определенный порядок выполнения различных операций, приводящий к конкретному результату.

Алгоритм состоит из отдельных *операций*, выполняемых в определенном *порядке*.

Каждая из операций и порядок их выполнения в отдельности не приведут к необходимому результату. Соединенные в единую *систему* – алгоритм приобрел новое свойство – *конкретный результат – системный эффект*.

3.1.3. Функция

Функция (от лат. «functio» – совершение, исполнение) – ***процесс*** воздействия ***субъекта*** на ***объект***, имеющий определенный результат.

Кроме того, функцию определяют и как «*внешнее проявление свойств какого-либо объекта в данной системе отношений*».

В дальнейшем будем использовать первую формулировку функции.

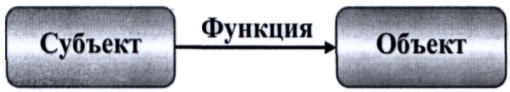


Рис. 3.1. Функция

Результат действия может быть *изменение* параметра объекта или *сохранение* его.

Функция записывается в виде *глагола*.

Пример 3.7. Самолет

Самолет *перевозит* (*перемещает*) пассажиров. Самолет – ***субъект***, перевозит – ***функция***, пассажиры – ***объект***. Перевозить – это значит *изменять* объект.

Пример 3.8. Кофе

Чашка *удерживает* кофе. Чашка – ***субъект***, удерживает – ***функция***, кофе – ***объект***. Удерживать – это значит *сохранять* объект.

Пример 3.9. Компьютер

Компьютер *обрабатывает* информацию. Компьютер – ***субъект***, обрабатывает – ***функция***, информация – ***объект***. Обрабатывать – это значит *изменять* объект (информацию).

Пример 3.10. Компьютерная память

Память *запоминает* информацию. Память – ***субъект***, запоминает – ***функция***, информация – ***объект***. Запоминать – это значит *сохранять* объект (информацию).

Функции можно классифицировать по:

- *полезности,*
- *степени их выполнения*:

Опишем классификацию функций по:

1. ***Полезности***:
   - *полезные*;
   - *бесполезные*;
   - *вредные.*
2. ***Степени выполнения полезных функций***:
   - *достаточные*;
   - *избыточные*;
   - *недостаточные.*

Полезная функция – функция, обеспечивающая *работоспособность системы*.

Бесполезная функция – функция, *не создающая работоспособность системы*. Иногда такие функции называют ***лишними***.

Вредная функция – функция, создающая *нежелательный эффект*.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Достаточная функция – функция, создающая *необходимое (достаточное) действие.*

Избыточная функция – функция, создающая *избыточное действие.*

Недостаточная функция – функция, создающая *недостаточное действие.*

Пример 3.11. Холодильник

Функция холодильника – *охлаждать* продукт, например, мясо.

Бесполезная функция для потребителя – нагрев задней части холодильника, но она необходима для принципа действия холодильника. Потребителю этот нагрев не нужен.

Вредная функция холодильника – шум компрессора.

Достаточная функция холодильника – нормальное охлаждение до заданной температуры.

Избыточная функция холодильника – это избыточное охлаждение (переохлаждение) – ниже требуемой температуры.

Недостаточная функция холодильника – недостаточное охлаждение – выше требуемой температуры.

Пример 3.12. Газовая плита

Функция газовой плиты – *греть* объект, например, воду или мясо.

Бесполезная функция газовой плиты – нагрев окружающей среды (лишний расход тепла).

Вредная функция газовой плиты – утечка газа.

Достаточная функция газовой плиты – нормальный нагрев объекта до заданной температуры.

Избыточная функция газовой плиты – избыточный нагрев объекта, например, вода выкипела, мясо сгорело.

Недостаточная функция газовой плиты – слабый огонь, например, недостаточный для закипания воды.

Пример 3.13. Компьютер

Функция компьютера – *обрабатывать* информацию.

Бесполезная функция – затраты энергии, когда на компьютере не работают, а он включен. Компьютер должен работать только тогда, когда вводится, обрабатывается и выводится информация. Во все остальное время компьютер впустую расходует энергию.

Вредные функции компьютера – электромагнитное излучение от компьютера и Wi-Fi, шум от вентилятора.

Достаточная функция компьютера – его нормальная работа.

Недостаточная функция компьютера – когда происходит долгая обработка информации, например, при скачивании информации из Интернета.

Пример 3.14. Телефон

Функция телефона – *передавать* звуковой сигнал, например, речь.

Бесполезная функция. Если телефон включен, а по нему не говорят – бесполезная функция. Телефон должен работать только тогда, когда передается сигнал. Во

все остальное время телефон впустую расходует энергию. В любые перерывы сигнала телефон должен отключаться и включаться с появлением сигнала.

Вредная функция. Электромагнитное излучение, возникающее при разговоре по мобильному телефону, вредно воздействует на окружающую аппаратуру, поэтому в самолетах и в больницах не разрешается разговаривать по мобильному телефону. Антенны ретрансляторов мобильной связи вредно воздействуют на окружающих.

Достаточная функция телефона – когда телефон работает нормально.

Избыточная функция телефона – когда звук передается слишком сильно, и он искажается.

Недостаточная функция телефона – когда сигнал плохо слышен.

Пример 3.15. Автомобиль

Функция автомобиля – *перемещать* людей.

Бесполезная функция автомобиля – затраты энергии, когда автомобиль стоит, а двигатель работает, например, на светофоре.

Вредные функции автомобиля – выбрасывание в атмосферу выхлопных газов, загрязняя окружающую среду.

Достаточная функция – нормальная работа автомобиля.

Избыточная функция. Автомобиль рассчитан на скорость движения, значительно превышающую допустимую скорость.

Недостаточная функция – это, когда автомобиль не можем выбраться из заноса снега, грязи или преодолеть очень крутой подъем.

В определение функции входило понятие *процесс*.

3.1.4. Процесс

Процесс (от лат. «processus» — продвижение):

1) последовательная смена состояний стадий развития;

2) совокупность последовательных действий для достижения какого-либо результата (например, производственные потребности — последовательная смена трудовых операций).

Для функционирования технических систем мы в основном будем рассматривать второе определение. Первое определение характерно для развития систем.

Пример 3.16. Приготовление кофе

Операция 1 – измельчение зерен кофе. Операция 2 – молотый кофе засыпается в турку. Операция 3 – турку заливается водой. Операция 4 – турку ставят на огонь или помещают в разогретый песок. Операция 5 – ждут, пока поднимется пенка. Операция 6 – турку снимают с огня. Операция 7 – ожидание пока пенка опустится. Операции 5-7 повторяются несколько раз.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Пример 3.17. Компьютерная программа

Любая компьютерная программа работает по определенному алгоритму – порядку действий. Таким образом, компьютерная программа осуществляет процесс.

Пример 3.18. Алгоритм Евклида

В качестве процесса представим Алгоритм Евклида – метод вычисления наибольшего общего деления (НОД). Это один из древнейших алгоритмов, который используется до сих пор. НОД – это число, которое делит без остатка два числа и делится само без остатка на любой другой делитель данных двух чисел. Проще говоря, это самое большое число, на которое можно без остатка разделить два числа, для которых ищется НОД.

Описание алгоритма нахождения НОД делением.

1. Большее число делим на меньше число.
2. Если длится без остатка, то меньшее число и есть НОД (следует выйти из цикла).
3. Если есть остаток, то большее число заменяем на остаток от деления.
4. Переходим к пункту 1.

Пример:

Найти НОД для 30 и 18.

30/18 = 1 (остаток 12);

18/12 = 1 (остаток 6);

12/6 = 2 (остаток 0). Конец: НОД – это делитель. НОД (30, 18) = 6.

Пример 3.19. Компилятор

Большинство компиляторов переводит программу с некоторого высокоуровневого языка программирования в машинный код, который может быть непосредственно выполнен процессором.

Процесс компиляции состоит из следующих этапов:

1. Лексический анализ. На этом этапе последовательность символов исходного файла преобразуется в последовательность лексем. Цель лексического анализа – подготовить входную последовательность к грамматическому анализу.
2. Синтаксический (грамматический) анализ. Последовательность лексем преобразуется в дерево разбора.
3. Семантический анализ. Дерево разбора обрабатывается с целью установления его семантики (смысла) – например, привязка идентификаторов к их декларациям, типам, проверка совместимости, определение типов выражений и т. д. Результат обычно называется «промежуточным представлением/кодом», и может быть дополненным деревом разбора, новым деревом, абстрактным набором команд или чем-то ещё, удобным для дальнейшей обработки.
4. Оптимизация. Выполняется удаление излишних конструкций и упрощение кода с сохранением его смысла. Оптимизация может быть на разных уровнях и этапах – например, над промежуточным кодом или над конечным машинным кодом.
5. Генерация кода. Из промежуточного представления порождается код на целевом языке. В конкретных реализациях компиляторов эти этапы могут быть разделены или наоборот совмещены в том или ином виде.

Каждый из этих этапов имеет свою программу, работающую по определенному алгоритму – процессу.

Понятия *процесс* и функция тесно связаны с понятием **поток**. Он осуществляет процесс и выполняет функцию.

3.1.5. Поток

Поток может быть:

- *вещественным* (поток вещества);
- *полевым* (поток поля);
- *информационным* (поток информации).

К **вещественным потокам** относятся все виды транспортных систем, потоки сыпучих, жидких и газообразных веществ, в частности использующих, трубопроводы, например, пневматическая почта и т. д.

К **полевым потокам** можно отнести потоки электричества, например, проходящие по проводам, световые потоки, например, по оптоволоконным кабелям, магнитные потоки, различные излучения и т. д.

Информационные потоки могут распространяться различными путями: через печатные материалы, Интернет, радио и телевидение и т. д. Носителями информации является вещество и / или поле (энергия).

Кроме того, потоки могут быть **внутренние** и **внешние**.

Потоки осуществляют взаимодействия и выполняют работу.

Внутренние потоки осуществляют воздействия одного элемента системы на другой или их взаимодействие по организованным связям между ними.

Внешние потоки осуществляют взаимодействие системы с надсистемой, окружающей средой и обратное влияние надсистемы и окружающей среды на систему.

Отсутствие учета таких влияний может не только отрицательно сказаться на работоспособности системы, но и вредно влиять на внешнюю среду.

Пример 3.20. Кондиционер

Кондиционер, с помощью вентилятора, создает поток воздуха (холодного или горячего). Это *внешний поток вещества*.

Поток фреона – это *внутренний поток вещества*.

Электричество, подводимое извне, к блоку питания кондиционера – это *внешний поток энергии*. Потоки энергии от блока питания – это *внутренние поток энергии*, подводимые к компрессору, вентилятору и блоку управления.

Сигналы, поступающие от датчиков и подающие на компрессор и двигатель вентилятора и другие блоки – это *внутренние потоки информации*. Инфракрасный сигнал от пульта управления – это *внешний поток информации*.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Пример 3.21. Компьютер

В компьютер поступает *поток внешней информации*. Компьютер обрабатывает эту информацию. Это *внутренний информационный поток*. Компьютер выдает результаты обработанной информации на внешние устройства, например, на монитор – это *внешний информационный поток*.

Оценку потоков можно проводить по:

- *Полезности.*
- *Степени их выполнения.*

Опишем оценку потока:

1. ***По полезности***:
   - *полезный;*
   - *бесполезный;*
   - *вредный.*
2. ***По степени выполнения полезности потока***:
   - *достаточный;*
   - *избыточный;*
   - *недостаточный.*

Полезный поток – поток, обеспечивающий работоспособность системы.

Бесполезный поток – поток, не создающий работоспособность системы. Иногда такие потоки называют **лишними**.

Вредный поток – поток, создающий нежелательный эффект.

Достаточный поток – поток, создающий необходимое (достаточное) действие.

Избыточный поток – поток, создающий избыточное действие.

Недостаточный поток – поток, создающий недостаточное действие.

Пример 3.22. Холодильник

Бесполезный поток для потребителя – поток тепла от испарителя (задней части холодильника).

Вредный поток холодильника – поток (акустический) шума компрессора.

Достаточный поток холодильника – нормальный поток холодного воздуха внутри холодильника. *Избыточный поток* холодильника – это избыточный поток холодного воздуха (переохлаждение) – ниже требуемой температуры.

Недостаточный поток холодильника – недостаточный поток холодного воздуха, не позволяющий создать требуемую температуру.

Пример 3.23. Компьютер

Бесполезный поток – поток энергии, когда на компьютере не работают, а он включен. Поток электроэнергии в компьютере должен быть только тогда, когда

вводится, обрабатывается и выводится информация. В остальное время компьютер впустую расходует энергию. Кроме того, поток энергии должен подаваться только к тем частям, которые в данный момент работают.

Вредный поток компьютера – поток электромагнитного излучения от компьютера и Wi-Fi, поток шума от вентилятора.

Достаточный поток – поток электроэнергии и информации, необходимый для нормальной работы компьютера.

Недостаточный поток – недостаточный поток электроэнергии и информации, необходимый для нормальной работы компьютера, например, разряженная батарея, когда происходит долгая обработка информации, например, при скачивании информации из Интернета.

Пример 3.24. Автомобиль

Бесполезный поток – поток бензина, когда автомобиль стоит, а двигатель работает, например, на светофоре.

Вредный поток – поток углекислого (выхлопного) газа, выбрасываемого в атмосферу, загрязняя окружающую среду.

Достаточный поток – поток бензина, обеспечивающий нормальную работу автомобиля.

Избыточный поток – поток бензина, избыточно поступающий в двигатель, приводящий к его перерасходу.

Недостаточный поток – поток бензина, не обеспечивающий нормальную работу автомобиля.

Любая система и функция имеют определенную **иерархию**.

3.1.6. Иерархия

Опишем иерархию системы:

- собственно, ***система***;
- ее ***подсистемы***;
- ***надсистема***;
- ***внешняя среда***.

Подсистема – составные части системы.

Надсистема – это объект, куда входит система в качестве подсистемы.

Иерархия может иметь более высокие ранги, например, наднадсистема и более низкие ранги, например, подподсистема.

Наднадсистема – это объект, куда входит надсистема, а подподсистема – это элементы, из которых состоит подсистема. Количество рангов может быть достаточно большое.

Пример 3.25. Компьютер

Система – персональный компьютер.

Подсистемы: системный блок и устройства ввода – вывода (например, клавиатура, мышь, монитор, принтер, сканер, камера и т. п.).

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Подподсистемы системного блока – это процессор, материнская плата, видеокарта, оперативная память, жесткий диск, дисковод, звуковая карта, сетевая карта, блок питания и т. д.

Надсистема – компьютерные сети и т. д.

Наднадсистема – это всемирная паутина, Интернет.

Внешняя среда – это среда, в которой находится компьютер, например, помещение, воздух и т. д.

Пример 3.26. Телефон

Система – телефон.

Подсистемы: микрофон и наушник, клавиатура, дисплей, память и т. п.

Подподсистемы – это элементы, из которых состоят микрофон и наушник, клавиатура, дисплей, память и т. д.

Надсистема – АТС, телефонные сети и т. д.

Наднадсистема АТС – это региональная и мировая телефонная сеть.

Внешняя среда – чаще всего – помещение и воздух.

Пример 3.27. Автомобиль

Система – автомобиль.

Подсистемы: колеса, двигатель, бензобак, система управления и т. п.

Подподсистемы двигателя – это поршень и цилиндр, шатун, свеча, клапаны, коленчатый вал, картер и т. д.

Надсистема – дорожное движение, к которой относятся: дороги, автозаправочные станции, автостоянки, система управления движением, гаражи, ремонтные службы, заводы изготовители и т. д.

Наднадсистема – это региональная и мировая сеть дорожного движения.

Внешняя среда – открытое пространство и атмосферные явления.

Функции также, как и системы, имеют **иерархическую** структуру. Функция более высокого ранга, как правило, более общая функция. Рассмотрим иерархию функций по *степени важности*:

- функция высшего (*нулевого*) *ранга* – **главная функция**, ее еще называют **главной полезной функцией**;
- функция *первого ранга* – **основная функция**;
- функция *второго ранга* – **вспомогательная функция**.

Можно рассматривать и функции 3-го и ниже рангов.

Иерархия функций показана на графе (рис. 3.2).

Главная функция – это функция высшего (нулевого) ранга, указывающая главное действие – предназначение системы. Она должна выполнять главную цель, обеспечивая главную потребность в системе.

Основные функции – это функции первого ранга, функции основных подсистем.

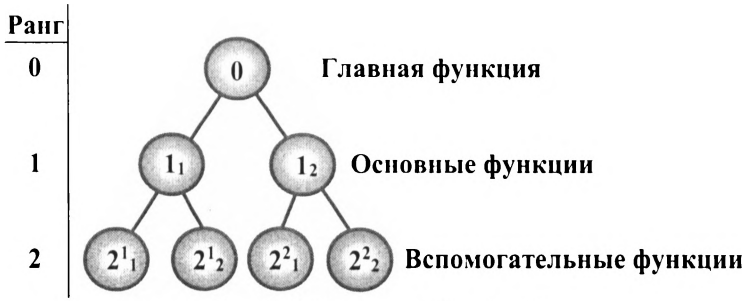


Рис. 3.2. Иерархия функций

Основные функции обеспечивают работоспособность главной функции, а, следовательно, и всей системы в целом.

Вспомогательные функции – это функции второго ранга, функции подподсистем. Вспомогательные функции обеспечивают работоспособность основных функций. Функции низших (n) рангов, прежде всего, должны обеспечивать работоспособность функций высших (n-1) рангов.

Функции, обеспечивающие работоспособность, будем называть ***необходимыми функциями***. Функциональная работоспособность системы определяется набором необходимых функций всех рангов, который должен быть *необходимым и достаточным,* и в то же время обеспечивать ***функциональную полноту***.

Пример 3.28. Компьютер

Главная функция – обработка информации (компьютер обрабатывает информацию).

Основные функции: системного блока – прием, обработка, хранение и вывод цифровых (электрических) сигналов, клавиатуры – ввод цифровой и буквенной информации, монитора – вывод информации на экран и т. д.

Вспомогательная функция части системного блока, блока питания, – обеспечение электрической энергией.

Пример 3.29. Телефон

Главная функция – передача звукового сигнала, например, речи.

Основные функции: микрофона – преобразование звукового сигнала в электрический, наушника – преобразование электрического сигнала в звуковой, клавиатуры – вводить цифровую и буквенную информацию и т. д.

Вспомогательная функция кнопки клавиатуры – ввод конкретного знака.

Пример 3.30. Автомобиль

Главная функция – перевозка (перемещение) людей.

Основные функции: бензобака – хранение (удержание) бензина, двигателя – преобразование бензина в поступательное движение, трансмиссии – преобразование поступательного во вращательное движение и т. д. *Вспомогательная функция* частей двигателя: поршня и цилиндра – сжатие бензина (создание давления).

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Итак, мы рассмотрели основные определения системного подхода: **система, функция, иерархия** и присущие им понятия: ***целостность, свойство, отношение, процесс***. Кроме того, были введены понятия: **антропогенная** и **техническая системы**.

3.2. Системность

3.2.1. Общие понятия

Понятие системности вытекает из системного подхода.

Системность – это свойство, заключающееся в согласовании всех взаимодействующих объектов, включая окружающую среду. Такое взаимодействие должно быть полностью сбалансировано.

Объект будет выполнен системным тогда и только тогда, когда он отвечает своему предназначению, жизнеспособен и отрицательно не влияет на расположенные рядом объекты и окружающую среду. Таким образом, чтобы *объект* был *выполненным системно*, он должен *отвечать определенным требованиям*.

Системные требования

1. Система должна отвечать своему **предназначению**.

2. Система должна быть **жизнеспособной**.

3. Система **не должна отрицательно влиять** на расположенные рядом объекты и окружающую среду.

4. При построении системы необходимо учитывать **закономерности ее развития**.

Системные требования представляют собой составляющие **закона увеличения степени системности**.

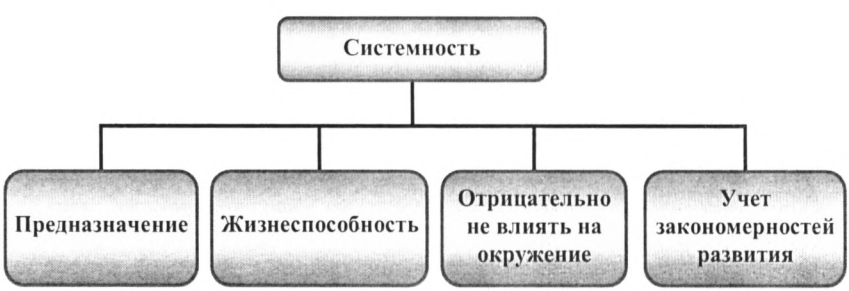


Рис. 3.3. Структура системности

Предназначение системы описывается ***главной функцией системы***, выполняя ***главную цель системы***, удовлетворяя определенную ***потребность***.

Жизнеспособность технической системы определяется ее **работоспособностью** и **конкурентоспособностью**.

Система будут **жизнеспособна**, если она **работоспособна** и **конкурентоспособна**.

Работоспособность – это способность выполнять заданную функцию с параметрами, установленными техническими требованиями, в течение расчетного срока службы.

Другими словами **работоспособность** – это качественное функционирование системы, т. е. качественное выполнение главной функции системы.

К параметрам работоспособности помимо качественного функционирования системы (в том числе *надежности* и *долговечности*) можно также отнести *эргономические параметры* (характеризуют соответствие товара свойствам человеческого организма).

Работоспособность определяется наличием необходимых ***элементов*** с требуемым качеством, наличием и качеством необходимых **связей** между элементами, организацией необходимых **потоков** с требуемым качеством.

Конкурентоспособность товара – способность продукции быть привлекательной по сравнению с другими изделиями аналогичного вида и назначения, благодаря лучшему соответствию своих качественных и стоимостных характеристик к требованиям данного рынка и потребительским оценкам.

Конкурентоспособность конкретной системы определяется по сравнению с конкурирующей системой. Конкуренция зависит от:

- количества и качества выполняемых функций;
- стоимости данной системы;
- своевременности ее появления на рынке.

Помимо технических функций следует учитывать также **эстетические** и **психологические**. Один из основных *эстетических параметров* – это *дизайн продукта* и *упаковки*, включая и цветовую гамму. К *психологическим параметрам* следует отнести *престижность, привлекательность, доступность* и т. п.

Теперь можно представить более детальную схему структуры системности (рис. 3.4), которая является структурой **закона увеличения степени системности**.

Система работоспособна, когда она выполняет главную функцию системы. Работоспособная система отвечает ее предназначению и имеет определенную **структуру**.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

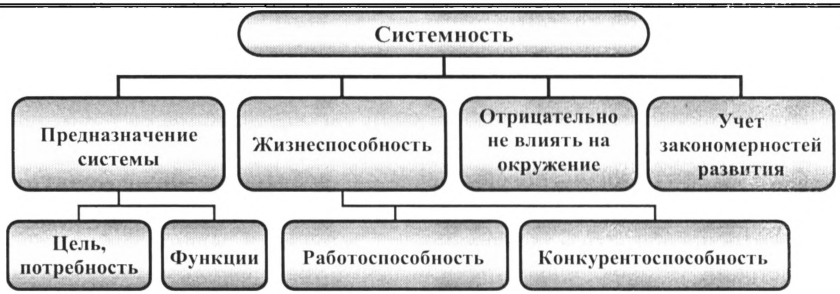


Рис. 3.4. Структура закона повышения степени системности

Структура системы должна выполнять ***главную,*** все ***основные*** и ***вспомогательные функции,*** представляя собой совокупность взаимосвязанных **элементов** и **связей.**

Работоспособность зависит не только от *структуры системы*, но и от свободного прохода необходимых *внутренних* и *внешних* **потоков.**

3.2.2. Отсутствие системности

Пример 3.31. Телефон

Электромагнитное излучение, возникающее при разговоре по мобильному телефону вредно воздействует на окружающую аппаратуру, поэтому в самолетах и в больницах не разрешается разговаривать по мобильному телефону.

Антенны ретрансляторов мобильной связи вредно воздействуют на окружающих.

Пример 3.32. Автомобиль

Машины выбрасывают в атмосферу выхлопные газы, загрязняя окружающую среду.

Дорога вредно воздействует на автопокрышки, истирая их.

Атмосфера вредно действует на кузов автомобиля – появляется коррозия.

3.2.3. Эволюционное развитие

Системность так же учитывает и закономерности **исторического развития исследуемого объекта – эволюционное развитие**. Это последнее требование системности. Оно учитывается при прогнозировании развития объекта исследования путем учета выявленных тенденций исторического и логического развития данного объекта, а также учета общих законов развития систем. В результате получают общую тенденцию развития исследуемого объекта и концептуальное представление его следующих поколений.

3.3. Системный оператор

Г. С. Альтшуллер разработал «Системный оператор».

Его структура представлена на рис. 3.5.

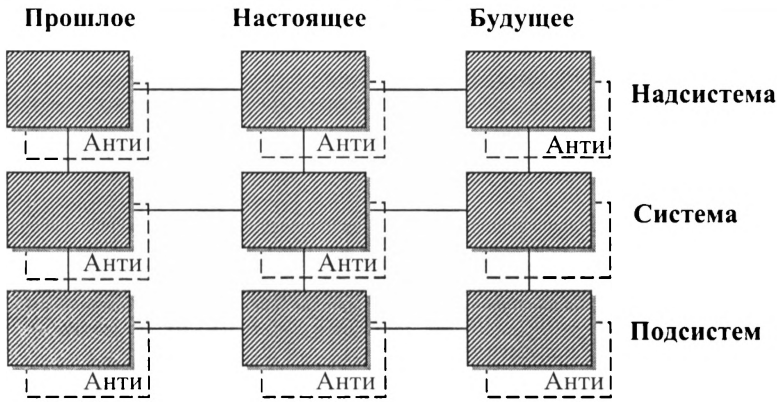


Рис. 3.5. Системный оператор

Человек с рутинным мышлением рассматривает только саму систему (рис. 3.6). Более углубленный подход – выявить и исследовать части, из которых состоит система – подсистемы. Опытные люди выявляют, куда входит система – определяют надсистему и окружающую среду. Это **иерархическая структура**.

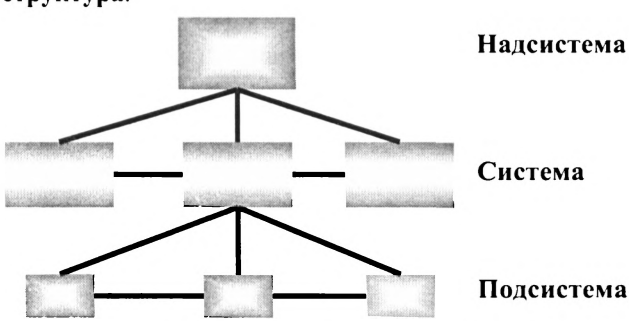


Рис. 3.6. Системные уровни

Пример 3.33. Дерево

В качестве системы мы рассмотрим **дерево**, то его подсистемы: ***ствол, крона и корни***. В свою очередь подсистемы могут иметь свои составляющие части – подподсистемы, например, крона имеет *ветви*. У ветвей имеются свои подсистемы: *листья, плоды*. У листьев имеются подсистемы: *черешок, прожилки, ткани листа*. Надсистемой дерева является **лес**.

В системном мышлении, прежде всего, мы должны выявлять все структурные составляющие (систему, надсистему и подсистемы), много уровней

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

подсистем и надсистем. Необычайно важно знать соседние системы и окружающую среду. Таким образом, системное мышление должно рассматривать все **иерархические системные уровни**.

Но только знание этих уровней недостаточно. Необходимо учитывать **влияние** подсистем на систему, системы на надсистему и окружающую среду, и обратное воздействие надсистемы и окружающей среды на систему и подсистемы. Без учета этих влияний мы не только сделаем плохо работающую систему или вообще не работоспособную, но можем оказать отрицательное воздействие на подсистемы, соседние системы, надсистему или окружающую среду.

Покажем взаимовлияние подсистем на систему, системы на надсистему и окружающую среду на примере дерева.

Пример 3.34. Дерево (продолжение)

Вид дерева и его подсистем существенным образом зависит от окружающей среды. Так на севере и высокогорных районах растут, например, карликовые деревья; в пустыне – растения способные запасать влагу (суккуленты), например, кактусы, запасающие влагу в стеблях, алоэ в сочных листьях.

От условий внешней среды зависят и подсистемы растений. Суккуленты имеют мясисто-сочные стебли, листья, или корневища, луковицы, клубни, способные запасать и долгое время бережно использовать запасенную воду. Кожица стеблей и листьев суккулентов покрыта эластичной лакоподобной пленкой – кутикулой, хорошо отражающей солнечные лучи. Кактус собирает влагу и из воздуха, путем ее конденсации на волосках и колючках (ареолах), общая площадь, которых получается очень большой.

В свою очередь растения влияют и на окружающую среду, выделяя или поглощая из атмосферы кислород или углекислый газ в различное время суток.

Пример 3.35. Морская игуана

Морская игуана обитает исключительно на Галапагосских островах. Она питается морскими водорослями и имеет уникальную среди современных ящериц способность проводить под водой около часа. Игуаны научились задерживать дыхание на этот срок, замедлять под водой сердечный ритм и пускать отток крови только к жизненно важным органам. Это произошло в результате эволюции изменением способа питания – пища добывается в воде (морские водоросли), а не на суше. Это пример *приспособления к внешней среде*.

У морских игуан на суше и воде есть маленькие помощники – крабы и рыбы абудельдуф. Это чистильщики, питающиеся паразитами, доставляющими морским ящерицам немало проблем.

Это пример *самоорганизующейся системы*.

Третья составляющая системного оператора - это учет **динамики развития системы**, ее ***подсистем*** и ***надсистем***. Необходимо рассмотреть историческое развитие системы, ее подсистем и надсистемы. Эту составляющую мы будем называть **эволюционным** или **генетическим развитием**.

Для этого выявляют, какие системы, подсистемы и надсистема были в *прошлом*, и прогнозируют их развитие на *будущее*.

Последней составляющей системного оператора – выявление **анти-систем** на всех уровнях и их использование с учетом динамики развития.

Анти-система – это система, которая осуществляет противоположную, по сравнению с исследуемой, функцию. Такое рассмотрение позволяет расширить представление о системе.

Таким образом, системный оператор имеет следующие составляющие:

1. **Структура системы** и ее **иерархические уровни** (система, подсистемы, надсистема и окружающая среда);
2. **Влияние и взаимовлияние** структурных единиц;
3. **Динамика развития систем** на всех уровнях – **эволюционное развитие**;
4. Учет и использование **анти-систем, анти-функций** и **анти-действий**.

Приведем примеры использования системного оператора.

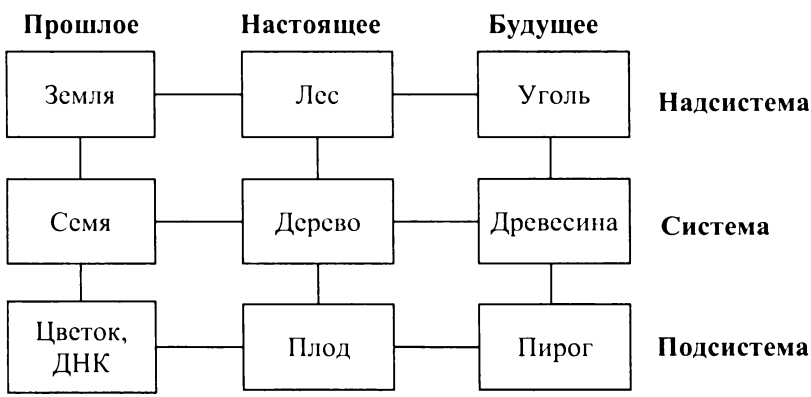


Рис. 3.7. Системный оператор

Пример 3.36. Дерево (продолжение)

Система – дерево. Подсистемы дерева мы рассматривали в примере 3.34. В этом примере выберем плод, например, фрукт. Надсистема – лес. Это мы рассмотрели иерархическую линию. Прошлое дерева – это семя. Прошлое плода – цветок и его ДНК. Прошлое леса – земля.

Рассмотрим будущее. Одно из будущих дерева – это древесина. Одно из будущих фрукта (плода) – пирог. Одно из будущих леса – уголь.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Пример 3.37. Машина (автомобиль)

Система – машина (автомобиль). Надсистемой может быть: автострада, система дорожного движения, включающая систему управления дорожным движением (разметка на дороге, дорожные знаки, светофоры, дорожная полиция и т. д.), автозаправочные станции, ремонтные мастерские, заводы изготовляющие машины и т. д.

Прошлое машины – это карета. Прошлое двигателя – лошадь. Прошлое автострады – поселочная дорога. Прошлое управления дорожным движением – его отсутствие. Каждый ездил как хотел и где хотел. Прошлое автозаправочных станций – почтовые станции, где менялись экипажи с лошадьми, где лошади отдыхали и их кормили овсом. Ремонтные мастерские в прошлом представляли собой кузнечную мастерскую, а заводы по изготовлению машин – каретные мастерские.

Каждый может себе представить свое будущее. Прежде всего будущее машины зависит от того, из каких подсистем она будет состоять и в какую надсистему она будет входить. Например, уже сегодня разработаны машины с электрическими двигателями, имеются двигатели, работающие на водороде и даже сжатом воздухе. Это все приведет к изменению надсистемы. В будущем будет отсутствовать дорожная полиция – все будет автоматизировано. Автомобили будут «общаться» друг с другом, не допуская дорожных происшествий. Дороги могут походить под землей или над землей, не занимая дорогого места на земле.

Рассмотрим АНТИ составляющую.

Функция машины – перемещать (двигать) пассажира. Анти-функция – сдерживать (оставлять на месте). В качестве такой системы может быть тюрьма, домашний арест.

У подсистемы двигателя функция – перемещение поршня. Анти-функция – стопорение (фиксирование). Этой системой может служит любой зажим, например, тиски; рыболовные снасти, например, невод; сачок и т. д.

Если в качестве подсистемы взять «газ», у которого функция увеличить обороты двигателя (ускорение движения), то анти-функцию – уменьшить обороты (замедление движения) – выполняет тормоз.

У подсистемы колеса две функции: перемещение автомобиля и его поддержание на определенном расстоянии от дороги. Анти-функция перемещения – фиксация. Эту функцию осуществляет тоже колесо в режиме тормоза. Анти-функция поддержания – это притягивание или отталкивание. Притягивание к дороге осуществляет антикрыло. В качестве отталкивания может быть воздушная подушка или воздушный шар (дирижабль и т. п.).

Надсистема автострада имеет функции опоры и указания направления движения. Анти-функция опоры – отталкивание (см. выше). Анти-функция указание направления движения – отсутствие указания направления. У самолетов, ракет, судов, подводных лодок и торпед нет указания направления движения в виде дороги. Указание осуществляется виртуально с помощью системы управления.

Надсистема управление дорожным движением имеет одноименную функцию. Анти-функция – отсутствие управление дорожным движением. Это си-

стема, в которой отсутствуют все элементы (см выше). Должна быть самоуправляемая система. Каждая машина связывается с другой машиной. Все вместе они образуют самоорганизующуюся систему (наподобие муравьев или пчел).

Остальные анти-элементы рассмотрите самостоятельно.

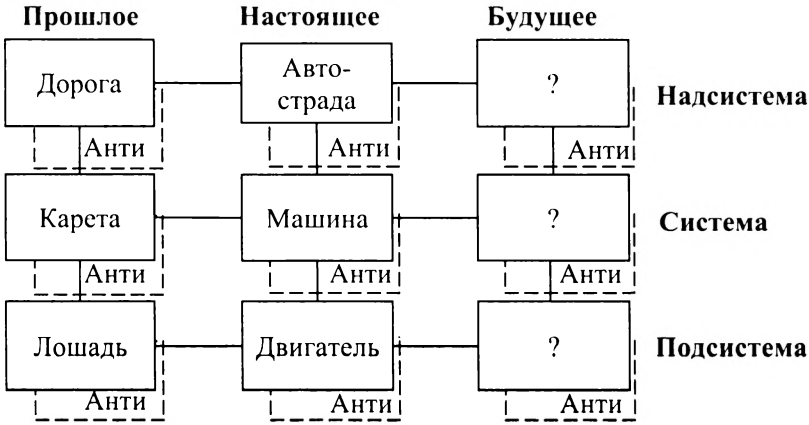


Рис. 3.8. Системный оператор

3.4. Учет влияний

Системный подход подразумевает учет любых изменений и их влияний на систему. Изменения могут происходить **во времени** и **по условию**.

Пример 3.38. Изменения во времени

Типичные изменения во времени – это смена дня и ночи и времен года. Такие изменения учитываются, например, включением и выключением света, обогревом и охлаждением помещений и т. д.

Пример 3.39. Изменения по условию

Типовым изменением по условию в природе это фазовые переходы, например, при температуре 0°С при атмосферном давлении лед превращается в воду. На большой глубине высокое давление. В космосе – невесомость и т. д.

Каждый из нас сталкивается с изменениями по условию в дорожном движении. При красном свете светофора – нет движения, а при зеленом – имеется.

Каждое изменение должно быть учтено при создании новых систем.

Учет всех изменений одна из важных составляющих системного подхода.

Системное мышление должно применяться к любому объекту, к любому явлению и к любому процессу.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

3.5. Системный подход при проектировании

Системный подход к проектированию требует обязательное выявления *целей, потребностей, функций, принципа действий* и *систем*.

Проектирование начинается с определения **целей**.

3.5.1. Системный синтез

Синтез ТС должен осуществляться в следующей последовательности: выявление ***потребностей, функций, принципа действия*** и ***систем*** (рис. 3.9).

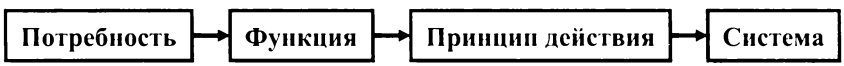


Рис. 3.9. Последовательность этапов системного синтеза

Первоначально выявляют ***потребность***, которую необходимо удовлетворить. На следующем этапе определяют все альтернативные ***функции***, которые могут удовлетворить данную потребность. Далее выбирают одну из них, наилучшим образом, удовлетворяющим данную потребность.

Для выбранной функции подбираются все возможные ***принципы действия*** системы и из них выбирается наилучший.

На заключительном этапе определяются все возможные виды ***систем***, способные осуществить выбранный принцип действия и отбирается наилучшая.

Пример 3.40. Конференция

Представим ситуацию проведения конференции в определенном месте.

Цель – провести конференцию.

Потребность участника конференции – быть в данном месте в данное время.

Функция – перемещение участника с точки А в точку Б.

Опишем только принципы действия перемещения по земле.

Принцип действия: качение, принцип гусеницы, змеи, воздушная подушка и т. д.

Система: колесо, гусеница, воздушная подушка и т. д.

Корректировка может проводиться уже на уровне потребностей.

Если возможно проводить виртуальную конференцию, то участнику не нужно физически присутствовать на конференции, поэтому меняются функции и последующие этапы.

Идеальный системный синтез – это создание **самоорганизующейся системы**, приводящую к ее балансу. Такая система приспосабливается к изменениям и противостоит разбалансирующим изменениям.

Все природные системы самоорганизующиеся. Это относится как к растительному, так и к животному миру. Изменения во внешней среде влияют на них, и они приспосабливаются к этим изменениям. В свою очередь изменения, например, в растительном мире влияют и изменяют окружающую

среду. Так эвкалипты, посажанные в болотистых местах, осушают их и меняют окружающую среду.

3.5.2. Системный анализ

Анализ ТС осуществляется в обратной последовательности: анализ существующей ***системы***, ее составных частей и процессов, анализ ***принципа действия*** системы, выявление ***функций*** системы и ***потребности***, которую удовлетворяет данная система (рис. 3.10).



Рис. 3.10. Последовательность этапов системного анализа

В дальнейшем могут быть выбраны или разработаны альтернативные системы, использующие тот же *принцип действия*, или альтернативные системы, выполняющие туже *функцию* или альтернативные системы, удовлетворяющие данную *потребность*.

Пример 3.41. Стиральная машина

Система – стиральная машина.

Принцип действия – вращение белья с мыльной водой.

Функция – сталкивание белья с водой.

Потребность – соблюдение гигиенической чистоты.

Можно для данной функции найти альтернативный принцип действия. Например, использование ультразвука.

Для данной потребности можно найти другой способ поддержания гигиенической чистоты, например, создание незагрязняющейся одежды. Такие попытки делались в прошлом и настоящем.

3.5.3. Анализ выявления недостатков

Анализ системы для определения ее недостатков проводится в следующей последовательности (рис. 3.11):

1. *Компонентный анализ.*
2. *Структурный анализ.*
3. *Анализ функций.*
4. *Диагностический анализ.*

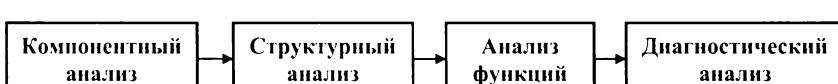


Рис. 3.11. Последовательность этапов системного анализа для выявления недостатков

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Цель **компонентного анализа** – построить компонентную модель. Компонентом мы будем называть любой элемент системы на всех иерархических уровнях: подсистемы, системы, надсистема и окружающая среда. На этом этапе выявляются все компоненты и записываются в таблицу.

Цель **структурного анализа** – построить структуру системы. Определяют все связи между компонентами. Для этого строят матрицу связей.

Таблица 3.1. Матрица связей

Элементы	1	2	3		n
1		+			
2					
3				+	
…	…	…	…	…	…
n					

Примечание. Знаком «+» обозначено наличие связи.

Используя данные таблицы, строят графическую модель связей между компонентами.

Цель этапа **анализа функций** – построить функциональную модель. На этом этапе определяют направление и характер действия, т. е. функции.

Таблица функций представлена в табл. 3.2.

Таблица 3.2. Функции элементов

Субъект	Функция	Объект	Оценка функции
Элемент 1		**Элемент 2**	
…	…	…	…
Элемент n-1		**Элемент n**	

Примечание. У одного элемента может быть несколько функций.

По таблице функций строят графическую функциональную модель.

Цель **диагностического анализа** – построить диагностическую модель, т. е. оценить функции и потоки.

Рассмотрим данную методику на примере комнатного кондиционера.

Пример 3.42. Компонентный анализ

Рассмотрим кондиционер сплит-системы настенного типа, т. е. кондиционер, состоящий из двух блоков: наружного (рис. 3.12) и внутреннего (рис. 3.13).

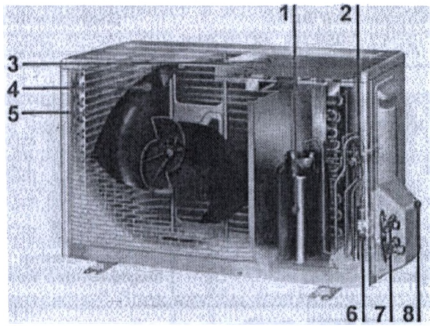


Рис. 3.12. Наружный блок кондиционера[11]

Где:

1 – компрессор.
2 – четырехходовой клапан.
3 – плата управления.
4 – вентилятор.
5 – конденсатор.
6 – фильтр фреоновой системы.
7 – штуцерные соединения.
8 – защитная быстросъемная крышка.

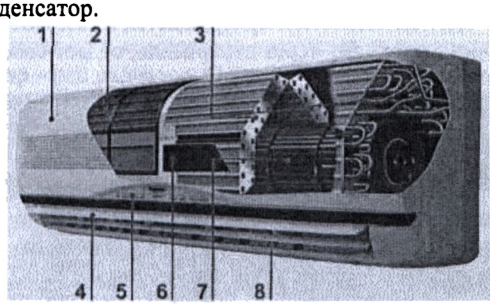


Рис. 3.13. Внутренний блок кондиционера

Где:1 – передняя панель.
2 – фильтр грубой очистки.
3 – испаритель.
4 – горизонтальные жалюзи.
5 – индикаторная панель.
6 – фильтр тонкой очистки.
7 – терморегулируемый вентилятор (ТРВ).
8 – вертикальные жалюзи.

Пример 3.43. Структурный анализ

Помимо структурного анализа покажем функциональность кондиционера и основных его частей.

Функционально-структурная схема кондиционера показана на рис. 3.14.

Принцип работы кондиционера показан на рис. 3.15.

[11] Рис. 3.12-3.14 с сайта www.rfclimat.ru с разрешения руководителя компании Компания РФК Климат Михаила Каминского

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

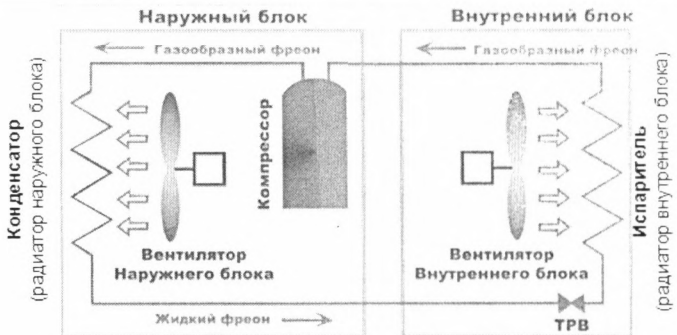


Рис. 3.14. Функционально-структурной схема кондиционера

Устройство кондиционера базируется на явлениях *испарении* и *конденсации*. При испарении, влага забирает тепло, а при конденсации, отдает.

Во внутреннем блоке происходит *кипение* и *испарение* хладагента (фреон – газ, кипящий при комнатной температуре и атмосферном давлении). Фреон забирает тепло у теплообменника внутреннего блока, который еще называется *испаритель*, где весь фреон полностью превращается в газ. Поток воздуха, создаваемый вентилятором, проходит через испаритель, отдает свое тепло и выходит из блока охлажденным.



Рис. 3.15. Принцип работы кондиционера в режиме охлаждения[12]

Во внешнем блоке, находящимся на улице, происходит обратный процесс – *конденсация*. Под давлением, создаваемым компрессором, хладагент конденсируется в теплообменнике внешнего блока, который называется *конденсатор*, где

[12] http://pro-kondicioner.ru/stati/princip-raboty-kondicionera.html

весь фреон полностью превращается в жидкость. Поток воздуха, создаваемый вентилятором, проходит через конденсатор, отдает свое тепло и выходит из блока подогретым.

Компрессор представляет собой насос высокого давления для газа. Он создает такое давление, чтобы при нормальных температурах весь хладагент успевал сконденсироваться во внешнем блоке. Далее хладагент проходит через дросселирующее устройство (терморегулируемый вентилятор – ТРВ), выравнивая давление.

Четырехходовой клапан переключает кондиционер из режима охлаждения в режим обогрева. Он изменяет (инвертирует) направление движения фреона. При этом внутренний и наружный блок как бы меняются местами: внутренний блок работает на обогрев, а наружный – на охлаждение.

Анализ будет проводиться упрощенный, только по основным частям кондиционера.

Разберем устройство каждой части. Параллельно будем указывать функции, которые выполняет каждая из частей кондиционера.

Наружный блок:

1. **Компрессор** – *повышает давление* хладагента (фреона), тем самым, нагревая его, и *перемещает* фреон по холодильному контуру с помощью повышенного давления. Хладагент в компрессор поступает из испарителя.

2. **Конденсатор** – это радиатор. Он *охлаждает* и *конденсирует* фреон. Продуваемый через конденсатор воздух, соответственно, нагревается.

3. **Вентилятор** – *создает поток* воздуха на конденсатор.

4. **Плата управления** – *управляет* внешним блоком и *принимает команды* от пульта управления.

5. **Четырехходовой клапан** – *изменяет (инвертирует) направление движения* фреона. При этом внутренний и наружный блок как бы меняются местами: внутренний блок работает на обогрев, а наружный – на охлаждение.

6. **Фильтр фреоновой системы** – *защищает* систему от попадания мелких частиц, которые могут образоваться при монтаже кондиционера. Устанавливается перед входом компрессора.

7. **Штуцерные соединения** – *соединяют (удерживают)* медные трубки, соединяющие наружный и внутренний блоки.

8. **Защитная быстросъемная крышка** – *защищает* от внешнего воздействия штуцерные соединения и клеммник, используемый для подключения электрических кабелей.

Примечание. При дальнейшем анализе не будут рассмотрены: ТРВ, четырехходовой клапан, фильтр фреоновой системы, штуцерные соединения, клеммник, защитную быстросъемную крышку, устройство платы управления и все датчики.

Внутренний блок:

1. **Испаритель** – это радиатор. Он нагревает фреон. Фреон испаряется. Продуваемый через радиатор воздух охлаждается.

2. **Вентилятор** – создает поток воздуха на испаритель. Таким образом, вентилятор внутреннего блока создает две полезные функции:

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

- помогает нагревать испаритель, а, следовательно, и фреон. Фреон испаряется и охлаждает поток воздуха;
- переносит поток холодного воздуха.

3. **Плата управления** (на рисунке не показана) – управляет внутренним блоком и принимает команды от пульта управления. На этой плате находится блок электроники с центральным микропроцессором.

4. **Терморегулирующий вентиль – ТРВ** (рис. 3.15) – понижает давление хладагента перед испарителем без изменения его агрегатного состояния (фреон должен остаться жидким). Давление снижают для уменьшения температуры кипения фреона в испарителе. Изменением величины давления регулируют температуру кипения (испарения), а, следовательно, и температуру потока воздуха.

5. **Поддон для конденсата** (на рисунке не показан) – сбора конденсата (воды, образующейся на поверхности холодного испарителя). Он расположен под испарителем. Из поддона вода выводится наружу через дренажный шланг.

6. **Передняя панель** – пропускает воздух внутрь блока. Представляет собой пластиковую решетку, через которую внутрь блока поступает воздух.

7. **Фильтр грубой очистки** – препятствует прохождению крупной пыли, шерсти животных и т. п. внутрь блока.

8. **Горизонтальные жалюзи** – регулируют направление воздушного потока по вертикали. Эти жалюзи имеют электропривод, и их положение может регулироваться с пульта дистанционного управления. Кроме этого, жалюзи могут автоматически совершать колебательные движения для равномерного распределения воздушного потока по помещению.

9. **Привод горизонтальных жалюзи** (на рисунке не показан) – перемещает жалюзи.

10. **Индикаторная панель** – показывает режим работы кондиционера и сигнализирует о возможных неисправностях. На передней панели кондиционера установлены индикаторы (светодиоды).

11. **Фильтр тонкой очистки** – препятствует прохождению мелкой пыли. Фильтры бывают различных типов: угольный (удаляет неприятные запахи), электростатический (задерживает мелкую пыль) и т. п.

12. **Вертикальные жалюзи** – регулируют направление воздушного потока по горизонтали. Они служат для регулировки направления воздушного потока по горизонтали. Регулировка вручную.

13. **Штуцерные соединения** (на рисунке не показаны) – соединяют (удерживают) медные трубки, соединяющие внутренний и наружный блоки.

14. **Пульт дистанционного управления** (на рисунке не показан) – передает команды управления на плату управления.

15. **ИК-приемник** (на рисунке не показан) – принимает сигналы от пульта дистанционного управления и передает их на микросхему.

16. **Термодатчик** (на рисунке не показан) – измеряет температуру в испарителе. У некоторых кондиционеров, имеющих режим создания заданной температуры в точке, где находится пульт дистанционного управления. В пульте управления таких кондиционеров имеется дополнительный термодатчик.

17. **Управляющая микросхема** (на рисунке не показана) – обрабатывает входные сигналы и выдает сигналы управления.

Примечание. При дальнейшем анализе не будут рассмотрены: ТРВ, четырехходовой клапан, фильтры грубой и тонкой очистки, горизонтальные и вертикальные жалюзи, привод горизонтальных жалюзи, штуцерные соединения, пульт дистанционного управления, ИК-приемник, управляющая микросхема и индикаторная панель. Поддон для конденсата будем условно считать внутренним корпусом.

Надсистемные элементы, связанные с внешним блоком:

18. **Наружная стена дома** – удерживает наружный корпус.

19. **Окружающая среда** – взаимодействует с наружным корпусом. Будем условно считать – **воздух снаружи**.

Кроме того, имеются еще общие элементы для этих блоков и дополнительные элементы:

1. **Трубки**, соединяющие две части кондиционера. По ним движется хладагент.

2. **Хладагент** – изменяет температуру воздуха (испарение, конденсация).

3. **Электрический силовой кабель**, соединяющий блоки – передает напряжение питания на компрессор и вентилятор.

4. **Кабель управления**, соединяющий блоки – передает сигналы управления.

5. **Электрический силовой кабель**, который включается в электрическую сеть – подводит напряжение питания к кондиционеру.

6. **Дренажный шланг** – отводит конденсат.

Пример 3.44. Выявление связей в кондиционере

В этом примере определим связи только для минимально необходимых частей кондиционера, надсистемы и окружающей среды (табл. 3.3).

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Таблица 3.3. Взаимодействие элементов кондиционера

Элементы системы	1. Компрессор	2. Конденсатор	3. Стена дома (наружная)	4. Вентилятор НБ	5. Корпус НБ	6. Воздух снаружи	7. Хладагент НБ	8. Испаритель	9. Хладагент ВБ	10. Вентилятор ВБ	11. Воздух в комнате	12. Корпус ВБ	13. Стена комнаты (внутренняя)
1. Компрессор		0	0	0	–	0	+	0	0	0	0	0	0
2. Конденсатор	0		0	0	0	+	+	0	0	0	0	0	0
3. Стена дома (наружная)	0	0		0	+	0	0	0	0	0	0	0	0
4. Вентилятор НБ	0	+	0		0	+	0	0	0	0	0	0	0
5. Корпус НБ	+	+	–	+		0	0	0	0	0	0	0	0
6. Воздух снаружи	0	+	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
7. Хладагент НБ	0	+	0	0	0	0		0	+	0	0	0	0
8. Испаритель	0	0	0	0	0	0	0		+	0	+	0	0
9. Хладагент ВБ	0	0	0	0	0	0	+	+		0	0	0	0
10. Вентилятор ВБ	0	0	0	0	0	0	0	+	0		+	0	0
11. Воздух в комнате	0	0	0	0	0	0	0	+	0	+		0	0
12. Корпус ВБ	0	0	0	0	0	0	0	+	0	+	0		0
13. Стена комнаты (внутренняя)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	

Где: НБ – наружный блок,
ВБ – внутренний блок,
ЭСК – электрический силовой кабель,

0 – отсутствие связи,
+ – полезная связь,
– – вредная связь.

Пример 3.45. Определение функций элементов системы

Опишем только наиболее существенные полезные и вредные функции основных элементов (табл. 3.4).

Таблица 3.4. Функции элементов кондиционера

Субъект	Функция	Объект	Оценка функции
Компрессор	Сжимает	**Хладагент НБ**	Полезная функция
	Перемещает	**Хладагент НБ**	Полезная функция
	Нагревает	**Хладагент НБ**	Полезная функция
	Вибрирует	**Корпус НБ**	Вредная функция
	Создает	**Шум**	Вредная функция
Конденсатор	Охлаждает	**Хладагент НБ**	Полезная функция
	Нагревает	**Воздух снаружи**	Бесполезная функция
Вентилятор НБ	Перемещает	**Воздух снаружи**	Полезная функция
	Вибрирует	**Корпус НБ**	Избыточная функция
Воздух снаружи	Охлаждает (обдувает)	**Конденсатор**	Полезная функция
Хладагент НБ	Нагревает	**Конденсатор**	Полезная функция
Корпус НБ	Удерживает	**Компрессор**	Полезная функция
	Удерживает	**Конденсатор**	Полезная функция
	Удерживает	**Вентилятор НБ**	Полезная функция
	Создает	**Шум**	Вредная функция
	Вибрирует	**Стена дома (наружная)**	Вредная функция
Стена дома (наружная)	Удерживает	**Корпус НБ**	Полезная функция
	Вибрирует	**Стена комнаты (внутренняя)**	Вредная функция
Испаритель	Нагнивает	**Хладагент ВБ**	Полезная функция
	Охлаждает	**Воздух в комнате**	Полезная функция
Корпус ВБ	Удерживает	**Испаритель**	Полезная функция
	Удерживает	**Вентилятор ВБ**	Полезная функция
	Вибрирует	**Стена дома (наружная)**	Избыточная функция
Вентилятор ВБ	Перемещает	**Воздух в комнате**	Полезная функция
	Вибрирует	**Корпус ВБ**	Избыточная функция
Воздух в комнате	Нагнивает	**Испаритель**	Полезная функция
Хладагент ВБ	Охлаждает	**Испаритель**	Полезная функция
	Перемещается	**В Компрессор**	Полезная функция
Стена комнаты (внутренняя)	Удерживает	**Корпус ВБ**	Полезная функция

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

На графической функциональной модели (рис. 3.16) не показаны функции наружного и внутреннего корпусов удерживать компрессор, конденсатор, испаритель и вентиляторы, а также функции наружной и внутренней стен удерживать корпуса. Эти функции не существенны для данной задачи.

Опишем наиболее существенные ***недостатки кондиционера.***

1. Наружный блок создает шум.
2. Внутренний блок тоже создает шум, но меньший по уровню.
3. Перемещение воздуха приводит к простудным заболеваниям.
4. Кондиционер создает одну и туже температуру в комнате. Часто бывает, что для разных людей необходима разная температура.

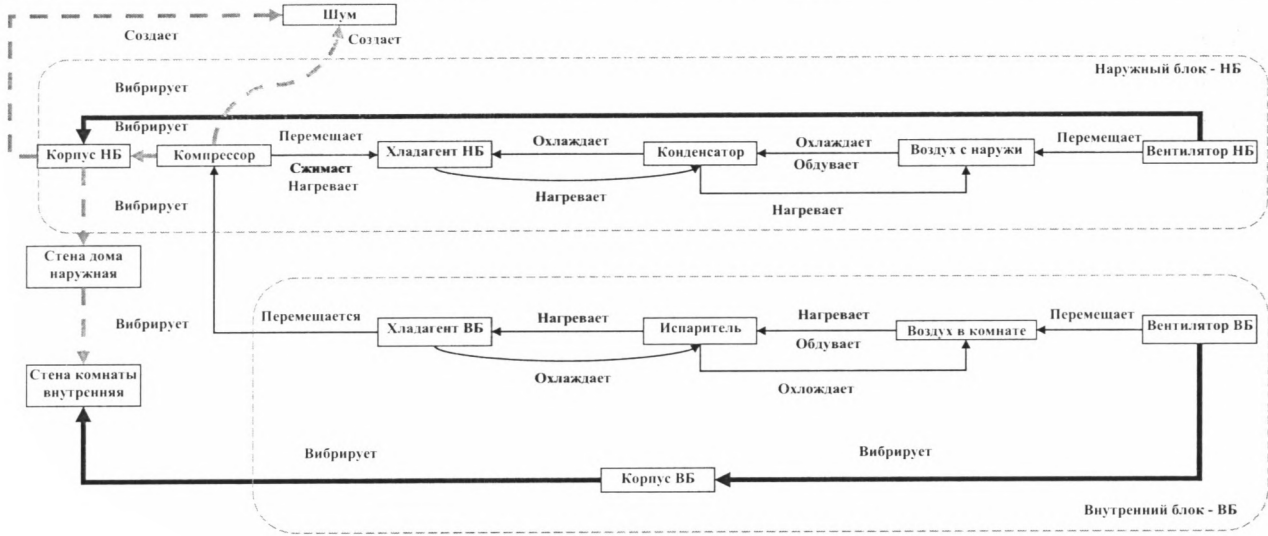


Рис. 3.16. Функциональная схема

Вредная функция
Полезная функция
Избыточная функция

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

3.6. Выводы

Системное мышление опирается на понятия **система** (п. 3.1.2) и **системность** (п. 3.2).

Оно должно учитывать:

1. Иерархию систем.
2. Эволюционное развитие систем. Выявление тенденций развития и использование законов развития систем, прогнозирование будущих событий, будущих систем.
3. Взаимовлияния системы на подсистемы, надсистему и окружающую систему, обратное влияние надсистемы и окружающей среды на систему.
4. Учет изменений во времени и по условию и их влияние.
5. Выявление целей, потребностей, функций, принципов действия системы, структуру и функциональность системы.
6. Особое значение в системном подходе уделяют **взаимовлияниям**:
   - 6.1. При **системном анализе** выявляют все взаимосвязи и взаимовлияния, приводящие к изменениям в системе, подсистемах, надсистеме и окружающей среде. Дается оценка этим влияниям и изменениям. Определяют закономерности этих изменений.
   - 6.2. При **системном синтезе** учитывают все влияния, изменения и закономерности изменений при создании новых систем. Идеальный системный синтез – создание **самоорганизующейся системы**, приводящую к ее балансу. Это система приспосабливается к изменениям и противостоит разбалансирующим изменениям.
7. При анализе недостатков системы проводят ее анализ в последовательности:
   - 7.1. Компонентный анализ.
   - 7.2. Структурный анализ.
   - 7.3. Функциональный анализ.
   - 7.4. Диагностический анализ.

3.7. Самостоятельная работа

3.7.1. Контрольные вопросы

1. Дайте определение системного мышления и системного подхода.
2. Дайте определение системы.
3. Дайте определение системного свойства?
4. Приведите понятия, сопутствующее понятию система.
5. Дайте определение антропогенной системы.
6. Дайте определение технической системы.
7. Приведите приметы технических систем.

8. Опишите иерархию систем. Назовите иерархические уровни системы.
9. Дайте определение функции. Приведите примеры функций технических систем.
10. Опишите виды функций у технической системы.
11. Опишите иерархию функций.
12. Опишите классификацию оценки функций.
13. Что такое полезная функция?
14. Что такое бесполезная функция?
15. Что такое вредная функция?
16. Что такое достаточная функция?
17. Что такое недостаточная функция?
18. Что такое избыточная функция?
19. Дайте определение процесса.
20. Дайте определение потока.
21. Какие виды потоков могут быть?
22. Опишите классификацию оценки потока.
23. Дайте определение системности.
24. Опишите составляющие системности.
25. Опишите системные требования.
26. Опишите составляющие системного оператора.
27. Опишите виды изменений.
28. Опишите этапы и процесс системного синтеза.
29. Опишите этапы и процесс системного анализа.
30. Опишите этапы и процесс анализа выявления недостатков.

3.7.2. Темы докладов и рефератов

1. История появления термина система. Обзор и анализ имеющихся определений системы.
2. Анализ понятия системное мышление и системный подход у различных авторов.
3. Анализ не системного подхода к природе, антропогенным системам и в частности, к технике в истории развития человечества.

3.7.3. Выполните задания

1. Приведите примеры антропогенных и технических систем.
2. Приведите примеры не системного подхода.
3. Используйте системный оператор для лампы.
4. Используйте системный оператор для компьютера.
5. Выберете любую систему и/или процесс и примените к ней системный оператор.
6. Покажите учет влияний в природе.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

7. Покажите учет влияний в технике.
8. Осуществите системный синтез для автомобиля.
9. Выберете систему и проведите для нее системный синтез.
10. Осуществите системный анализ для кофеварки.
11. Проведите анализ выявления недостатков для утюга, выполнив компонентный, структурный, функциональный и диагностический анализы.
12. Выберете систему и проведите для нее анализ недостатков.

Глава 4. ЗАКОНЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ (ЗРТС)

Введение

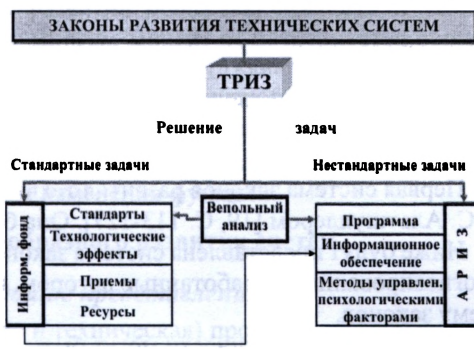
1. Традиционная технология решения задач
2. Обзор ТРИЗ
3. Системный подход
4. Законы развития систем
5. Вепольный анализ
6. АРИЗ
7. Информационный фонд
8. Методы развития личности и коллектива
9. Заключение

… понятие закона есть одна из ступеней познания человеком единства и связи, взаимозависимости и цельности мирового процесса.

Георг Вильгельм Фридрих Гегель

…эффективная технология решения изобретательских задач может основываться только на сознательном использовании законов развития технических систем

Генрих Альтшуллер



Содержание раздела 4:

4.1. Общие представления.
4.2. Закон S – образного развития систем.
4.3.Структура законов развития технических систем.
4.4. Законы организации технических систем.
4.4.1. Общие соображения.
4.4.2. Закон полноты частей системы.
4.4.3. Закон проводимости потоков.
4.4.4. Закон минимального согласования.
4.4.5. Построение новой системы.
4.5. Законы эволюции систем.
4.5.1. Общие сведения.
4.5.2. Закон увеличения степени управляемости.
4.5.3. Закон увеличения степени динамичности.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

4.5.4. Закон перехода на микроуровень.
4.5.5. Закон перехода системы в надсистему
4.5.6. Закон увеличения степени согласованности.
4.5.7. Закон свертывания развертывания ТС.
4.5.8. Закон неравномерности развития частей системы.
4.6. Законы развития технических систем Г. С. Альтшуллера.
4.7. Прогнозирование развития технических систем.

4.1. Общие представления

Развитие любых объектов материального мира, природы, различных областей знаний, деятельности и мышления развиваются по своим определенным законам.

Законы носят объективный характер, выражая реальные отношения вещей, а также их отражение в сознании. Законы развития технических систем – это основа ТРИЗ.

Закон – *внутренняя существенная и устойчивая связь явлений, обусловливающая их упорядоченное изменение.*

Выявлением закономерностей развития техники занимались достаточно давно [48], [64].

Первая система законов развития технических систем была разработана Г. С. Альтшуллером [19, С. 113-127]. Она будет описана в п. 4.6.

Ниже будут представлена система законов развития техники и методика прогнозирования, разработанные автором. Сначала представим общую систему законов.

Законы по виду общности могут быть:

- ***Всеобщие законы развития систем*** – это *универсальные законы*, справедливые для любой системы независимо от ее природы, вследствие единства материального мира.
- ***Общие законы развития систем***, присущие для достаточно широкого класса систем, например, *искусственных систем*.
- ***Специальные законы развития систем***, характерные для конкретного класса систем, например, ***технических систем***.

К **всеобщим законам** мы относим самые общие из них:

- **закон S–образного развития;**
- **законы диалектики.**

К **общим законам**:

- **законы развития потребностей;**
- **законы изменения функций.**

К **специальным законам** – ***законы развития технических систем.***

Наиболее общие из **законов диалектики** [48], [64] следующие:

- **закон перехода количественных изменений в качественные**;
- **закон единства и борьбы противоречий**;
- **закон отрицания отрицания**.

Законы развития потребностей [48], [64] определяют тенденции их изменения, знать которые необходимо для определения функций и систем, с помощью которых можно удовлетворить возрастающие потребности. Эти законы могут использоваться для прогнозирования новых потребностей.

Законы изменения функций [48], [64] описывают тенденции их изменения. Они связаны с закономерностями развития потребностей, но имеют и свою специфику, например, переход систем к полифункциональным (многофункциональным – универсальным) или, наоборот, к монофункциональным (одно-функциональным – специализированным).

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

Законы развития технических систем определяют критерии построения и развития техники.

В данной книге не будут рассматриваться законы диалектики, законы развития потребностей и законы изменения функций.

4.2. Закон S–образного развития систем

4.2.1. Общие представления

Любая система (в том числе и техническая) проходит несколько этапов своего развития. Эти этапы графически можно представить в виде кривой (рис. 4.1).

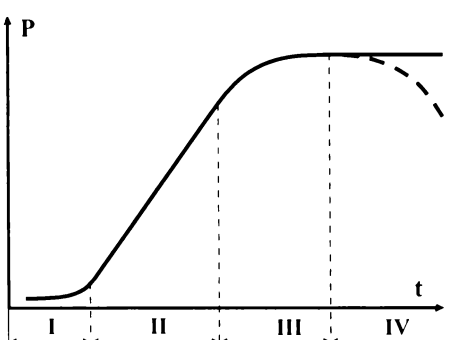


Рис. 4.1. S -образная кривая роста
Где: P - параметр системы, t - время.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

В качестве параметра «Р» могут быть, прежде всего, главные характеристики системы, например, размеры, скорость, мощность, производительность, количество проданных товаров, продолжительность жизни, количество популяций и т. д.

Вначале система развивается медленно (этап I), при достижении некоторого уровня развитие ускоряется (этап II) и после достижения некоторого более высокого уровня скорость роста уменьшается и в конечном итоге рост параметра системы прекращается (этап III).

Это этап сатурации, который может продолжиться очень долго. Иногда параметры начинают уменьшаться (этап IV) – система «умирает» (на графике это изображено пунктирной линией).

Подобные кривые часто называют **S – образными** или **логистическими (логиста)**.

Развитие по S-образной кривой первоначально было открыто для биологических систем.

Для технических систем:

- Этап I – «зарождение» системы (появление идеи вплоть до изготовления и испытания опытного образца).
- Этап II – промышленное изготовление системы и доработка системы в соответствии с требованиями рынка.
- Этап III – незначительное «дожимание» системы, как правило, основные параметры системы уже не изменяются, происходят «косметические» изменения, оптимизация параметров и доработка технологии изготовления, не существенные изменения внешнего вида или упаковки. На этом этапе происходит значительное расширение рынка сбыта и переход к массовому изготовлению.
- Этап IV – параметры системы могут не изменяться или ухудшаться. Ухудшения могут вызываться несколькими фактами:
  - следование моде, влияние экономической, социальной или политической ситуации, религиозные ограничения и т. п.;
  - физическое и/или моральное старение системы.

Часто, на участке IV система прекращает свое существование или утилизируется.

В теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) развитие систем по S – образной кривой называют «**Закон S – образного развития систем**».

Для полноты картины рекомендуем самостоятельно рассмотреть и другие линии развития, связанные с S-образной кривой, которые были разработаны Г. С. Альтшуллером и рассмотрены в его работе: «Линии жизни» технических систем [19, С. 113-119].

4.2.2. Огибающие кривые

Прекращение роста данной системы не означает прекращение прогресса в этой области. Появляются новые более совершенные системы – происходит скачок в развитии. Это типичный пример проявления закона перехода количественных изменений в качественные. Такой процесс изображен на рис. 4.2.

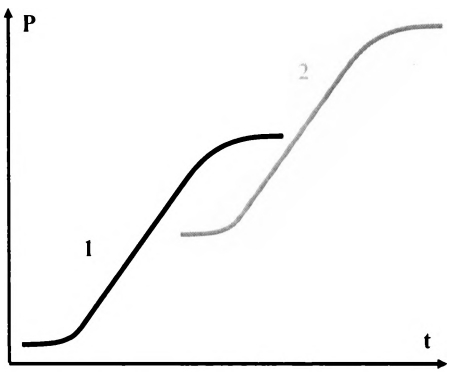


Рис. 4.2. Скачкообразное развитие систем

На смену системе 1 приходит 2. Скачкообразное развитие продолжается – появляются системы 3, 4 и т. д. (рис. 4.3).

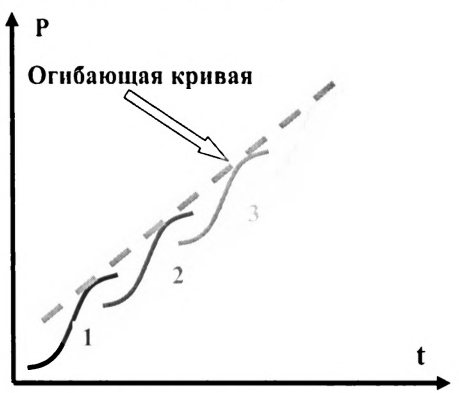


Рис. 4.3. Огибающая кривая

Общий прогресс в отрасли можно показать при помощи касательной к данным кривым (пунктирная линия) – так называемой **огибающей кривой**.

Развитие любого вида техники может быть примером, подтверждающим этот закон.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Пример 4.1. Развитие радиоэлектроники

Опишем качественные скачки в развитии радиоэлектроники:

- радио (детекторный приемник).
- лампа:
  - диод;
  - триод;
  - тетрод;
  - пентод и т. д.;
- транзистор;
- микросхема;
- вакуумная наноэлектроника.

График развития радиоэлектроники показан на рис. 4.4.

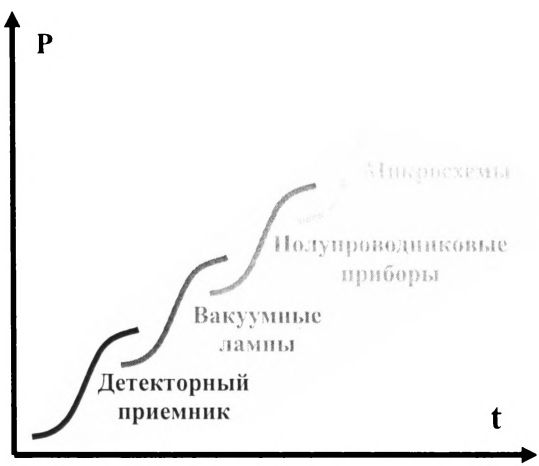


Рис. 4.4. Развитие электроники

4.3. Структура законов развития технических систем

Законы развития технических систем можно разделить на две группы (рис. 4.5):

1. **Законы организации систем** (определяют ***работоспособность системы***);
2. **Законы эволюции систем** (определяют ***развитие технических систем***).



Рис. 4.5. Схема законов развития технических систем

1. **Законы организации** предназначены для построения *новой работоспособной системы*. Группа законов организации технических систем включает (рис. 4.6):

- *закон полноты и избыточности частей системы*;
- *закон проводимости потоков*;
- *закон минимального согласования.*

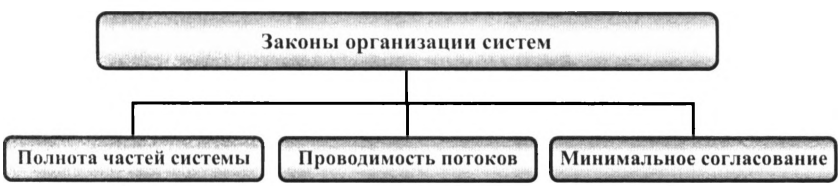


Рис. 4.6. Структура законов организации систем

2. **Законы эволюции** технических систем предназначены для улучшения, совершенствования существующих систем. Они показывают *общее направление развития систем* и *тенденции их изменения*. Основные законы эволюции технических систем (рис. 4.7):

- *закон увеличения степени идеальности*;
- *закон увеличения степени управляемости и динамичности*;
- *закон перехода в надсистему*;
- *закон перехода на микроуровень*;
- *закон согласования*;
- *закон свертывания – развертывания*;
- *закон неравномерности развития частей системы.*

Закон увеличения степени управляемости и динамичности систем имеет подзаконы:

- увеличение степени вепольности;
- увеличение управляемости веществом, энергией и информацией.

Закон увеличения степени вепольности будет изложен в главе 5 (п. 5.6).

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov



Рис. 4.7. Структура законов эволюции технических систем

Увеличение управляемости веществом, энергией и информацией в данной книги не будет рассматриваться.

4.4. Законы организации систем

4.4.1. Общие соображения

Законы организации используются при разработке *новых систем* и представляют собой критерии их работоспособности. *Работоспособность* – это качественное выполнение главной функции системы.

Законы организации технических систем:

- ***закон полноты частей системы***;
- ***закон проводимости потоков***;
- ***закон минимального согласования*** всех элементов системы между собой, с надсистемой и внешней средой.

Структура этих законов представлена на рис. 4.6.

4.4.2. Закон полноты частей системы

Необходимым условием принципиальной работоспособности системы является обеспечение ее предназначения и наличие основных работоспособных частей системы.

Предназначение системы определяется ее *главной функцией*.

К *основным частям* системы относятся (рис. 4.8):

- рабочий орган;
- источник и преобразователь вещества, энергии и информации;
- связи;
- система управления.

Это минимально необходимый набор частей системы, который обеспечивает ее работоспособность.

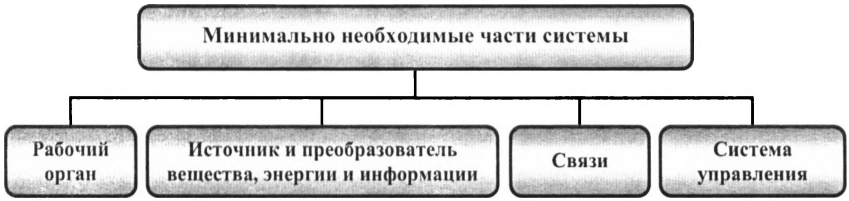


Рис. 4.8. Основные элементы системы

Рабочий орган

Рабочий орган (иногда его называют «исполнительный элемент» или «инструмент») выполняет *главную функцию системы*. Именно рабочий орган непосредственно взаимодействует с изделием, для которого предназначена данная система.

Остальные части системы предназначены для обеспечения *работоспособности рабочего органа.*

Пример 4.2. Телефон

Телефон имеет два рабочих органа:

- микрофон;
- наушник.

Функция микрофона – преобразование звука в электрические колебания.

Функция наушника – преобразование электрических колебаний в звук.

Пример 4.3. Автомобиль

В транспортных системах рабочим органом является движитель.

Он существенно зависит от среды, в которой будет перемещаться транспорт.

Для перемещения по поверхности земли могут использоваться, например, *колеса*, *гусеницы*, *лыжи (полозья)*, *ноги* и т. д.

Перемещение в воздухе или в воде может осуществляться, например, с помощью *винта* или *реактивной струи* воздуха, или воды, соответственно.

В автомобиле рабочий орган – это колесо.

Колесо имеет две функции: *перемещать автомобиль* и *поддерживать* его на определенном расстоянии от поверхности дороги.

Источник и преобразователь

Существуют разнообразные ***источники вещества, энергии*** и ***информации***.

Имеются природные и искусственные источники вещества. К *природным источникам* вещества можно отнести, например, полезные ископаемые, древесину и т. д., а к искусственным – полученные в результате направленной деятельности человечества.

Среди *источников энергии* можно назвать, например, солнце, ветер, электричество, топливо и т. д. Источники энергии могут быть *внешние*, *внутренние* и *смешанные*.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Источники информации могут быть:

- ***по виду поля***: звуковые (акустические); электромагнитные, включающее электрическое и магнитное поля и весть спектр электромагнитных излучений (радиоволны, терагерцовые, инфракрасные – включая тепловые, видимый свет, ультразвуковые, рентгеновские и жесткие); вкусовые; запаховые; тактильные и т. д.;
- ***по виду хранения***: наскальные, письменные (книги, журналы, газеты и т. д.), электронные (все виды запоминающих устройств, Интернет и т. д.), произведения искусств и т. п.

Известны различные преобразователи *вещества, энергии* и *информации.*

К *преобразователям вещества* можно отнести химические реакции, электричество (например, электролиз, гальванопластика и т. д.), нанотехнологии и т. д.

Среди *преобразователей энергии* можно назвать двигатели, генераторы, трансформаторы, выпрямители, преобразователи частоты, химические реакции и т. д.

Преобразователями информации служат компьютер, радио, телевизор, телефон и т. д.

Пример 4.4. Телефон

Источник вещества – разные металлы и пластмассы.

Преобразователь вещества – отсутствует.

Источник энергии – электричество.

Стационарный телефон имеет только *внешний источник энергии* – телефонная сеть. Радиотелефон и мобильный телефоны имеют *внешний* и *внутренний* источники энергии, т. е. *смешанные источники.* В трубке радиотелефона имеются аккумуляторы, а база присоединена к электрической сети. Мобильный телефон тоже имеет аккумулятор, который заряжается от электрической сети.

Преобразователь энергии – магнитное поле, пьезо- или магнитострикционный преобразователи.

Источник информации – звук (голос).

Преобразователь информации – телефон в целом.

Пример 4.5. Автомобиль

Источник вещества – различные вещества из которых сделан автомобиль и топливо.

Преобразователь вещества – двигатель.

Источник энергии – топливо.

Топливо имеется внутри автомобиля в бензобаке – *внутренний источник энергии*, который пополняется извне – заправочная станция (*внешний источник*).

Преобразователь энергии – двигатель. Он же является *преобразователем вещества.* Кроме того, в автомобиле имеется *источники электрической энергии*: аккумулятор и *преобразователь* механической энергии в электрическую – генератор. Пополнение электрической энергии осуществляется за счет вращения коленчатого вала.

Связи

Связи должны обеспечивать:

- ***подвод необходимых и достаточных***:
  - *веществ*;
  - *энергии*;
  - *информации*.
- ***организацию потоков*** *(вещества, энергии и информации)*.
- ***обеспечение системных свойств***.
- ***отсутствие вредных воздействий*** (***вредных потоков***):
  - *внутренние связи* не должны осуществлять вредных воздействий между элементами системы (вредные потоки);
  - *внешние связи* не должны осуществлять вредных воздействий системы на надсистему и окружающую среду и противостоять вредным воздействиям окружающей среды и надсистемы на систему (вредные потоки).

Связи можно разделить по признакам:

1. **Уровень взаимодействия**:
   - внутренние связи;
   - внешние связи.
2. **Вид связи**:
   - вещественные;
   - энергетические;
   - информационные.
3. **Полезность**:
   - полезные связи;
   - нейтральные связи;
   - вредные связи.
4. **Наличие**:
   - присутствующая связь;
   - отсутствующая связь.
5. **Временные характеристики**:
   - постоянная связь;
   - временная связь;
   - динамическая связь.
6. **Вид контакта**:
   - контактные.
   - бесконтактные.

Внутренние связи – это связи внутри системы. Один из видов внутренних связей – это сборка элементов системы в корпусе.

Внутренние связи в системе:

- создают структуру системы;
- обеспечивают функциональность системы за счет организации потоков;
- не должны создавать нежелательные и вредные воздействия в системе.

Внешние связи – это связи с *надсистемой*, включая изделие, для которого предназначена система, и связи с *внешней средой*. *Внешние связи* системы определяют работоспособность системы при взаимодействии с

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

надсистемой и внешней средой и отсутствие отрицательных внешних воздействий на надсистему и окружающую среду.

Вещественные связи – это контактные связи, чаще всего *механические*, например, соединение деталей в корпусе, соединение проводов, труб, трансмиссии и т. д. К ***энергетическим связям*** могут быть отнесены, например, *электрические провода* и *кабели*, *топливные трубопроводы* и т. д. К ***информационным связям*** могут быть отнесены, например, *провода*, по которым осуществляется передача информации, контроль и управление, все виды *беспроводной связи*.

Полезные связи обеспечивают выполнение *полезных функций*. ***Нейтральные связи*** – это, как правило, *лишние связи*, не создающие полезной работы и *не выполняющие полезных функций*. Это избыточные связи, которые желательно устранить. ***Вредные связи*** – это связи, создающие *вредные действия* (*вредные функции*). Этот вид связей необходимо устранять в первую очередь.

Отсутствующая связь. Бывают случаи, что при проектировании не учли какую-то полезную связь или после проектирования возникла необходимость в новой связи, а она не предусмотрена. Такую связь мы называет *отсутствующей*.

Постоянная связь – это связь, которая не меняется в процессе работы системы, например, связь элементов в корпусе. ***Временная связь*** – это связь, которая со временем исчезает, например, стрела имеет связь с луком только во время прицеливания. ***Динамическая связь*** – это связь, изменяющаяся во времени, например, в телефоне имеется связь с абонентом только во время разговора, потом она отключается. При необходимости эта связь может быть восстановлена. Практически в любом электронном приборе, транзистор подключает и отключает сигнал.

Контактные связи осуществляются с помощью ***веществ*** – *вещественные связи* (механические соединения, трубопроводы, провода и т. п.).

Бесконтактные связи осуществляются с помощью ***полей*** (весь диапазон электромагнитных излучений: радиоволны, инфракрасное, видимое, ультрафиолетовое, рентгеновские и гамма-излучения; электрическое и магнитное поля; звуковые поля и т. д.).

Приведем примеры связей.

Пример 4.6. Телефон

К *вещественным связям* относятся (например, различные *механические соединения* частей телефона, линии передачи). К *энергетическим связям* относятся (например, *провода* и *кабели*). К *информационным связям* могут быть отнесены (например, *провода*, по которым осуществляется передача голоса и управление, все виды *беспроводной связи*).

Внутренние связи. Все виды связей внутри телефона: *механические крепления*, *провода* и т. д. *Внешние связи. Провода*, соединяющие телефон и розетку,

розетку и распределительный щит, *кабели,* связывающие распределительный щит и АТС, *беспроводная связь* и т. д.

Пример 4.7. Автомобиль

К *вещественным связям* относятся (например, различные виды *механических соединений, креплений, трансмиссии*). К *энергетическим связям* могут быть отнесены (например, *электрические провода* и *кабели, топливные трубопроводы*). К *информационным связям* могут быть отнесены (например, *провода*, по которым осуществляется передача информации, контроль и управление, все виды *беспроводной связи*).

Внутренние связи. Все *механические крепления* и *передачи, электрические провода* и т. д. *Внешние связи. Связь колеса с дорогой, воздействие окружающей среды* на автомобиль и т. д.

Система управления

Система управления обеспечивает функции контроля и управления объектом. Приведем примеры систем управления.

Пример 4.8. Телефон

Современный телефон имеет достаточно сложную систему управления, состоящую из клавишей ввода информации, процессора, памяти и т. п. Имеется отдельная система управления встроенными камерами.

Пример 4.9. Автомобиль

В систему управления автомобилем входят помимо рулевого управления и педалей, бортовой компьютер, осуществляющий управление всеми элементами автомобиля.

К ***основным частям системы*** можно отнести и **корпус**. Он *не является минимально необходимым*. Отдельные системы могут обходиться и без него, но большинство систем имеют корпус.

Приведем пример системы *без корпуса.*

Пример 4.10. Лампочка

При разработке необитаемой космической станции возникла задача размещения лампы – не достаточно места для ее размещения.

Затем вспомнили, что лампа будет работать в космосе. Следовательно, колба лампы не нужна и лампа без корпуса (колбы) свободно размещалась.

Существуют виды систем, где *корпус является минимально необходимым*, например, судно. В водоизмещающих суднах корпус выполняет функцию удержание на плаву.

Набор всех основных частей системы представлен на рис. 4.9.

Разработка новой системы должна начинаться с определения всех системных свойств. Прежде всего, начинают с функциональности системы.

Полнота может быть ***функциональная*** и ***структурная***.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

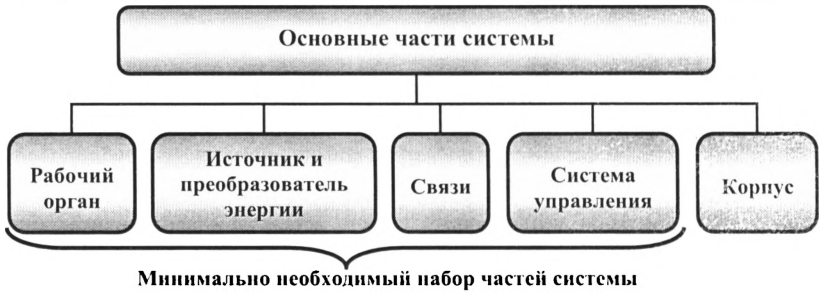


Рис. 4.9. Основные элементы системы

Функциональная полнота должна обеспечивать *главную функцию* системы, и выполнять все *основные и вспомогательные функции*, т. е. выполнять **предназначение** системы.

Функции

Пример 4.11. Телефон

Главная функция телефона – *передавать звук*.

Основные функции: *обеспечение энергией* и *управлением*.

Вспомогательные функции, например, иметь в памяти постоянные номера телефонов (адресная книга), определение номера звонившего и т. п.

Пример 4.12. Автомобиль

Главная функция транспортных систем – *перемещение объекта* на определенное расстояние.

Основные функции: *обеспечение энергией* и *управлением*.

Вспомогательные функции, например, обеспечение безопасности движения, обеспечение комфорта, возможность слушать радио и т. п.

Структурная полнота должна обеспечить наличие необходимых элементов и связей системы, т. е. выполнять другое требование системности – обеспечение состава и структуры системы.

Элементы и **связи** могут быть:

- вещественные;
- энергетические;
- информационные.

Они должны содержаться в необходимом *количестве* и обеспечивать определенное *качество*. Опишем в общем случае элементы.

Элементы

К ***вещественным элементам*** относятся, например, все *механические части*, в частности, *корпус*.

К ***энергетическим элементам*** относятся *топливо*, *источники* и *преобразователи* различных видов *энергии*.

К ***информационным элементам*** могут, например, относится элементы *системы управления*, *обработки*, *хранения* и *передачи информации*.

Пример 4.13. Телефон

К ***вещественным элементам*** относятся, например, *микрофон*, *наушник*, *корпус* и т. д. К ***энергетическим элементам*** относятся *источники электрического тока*. К ***информационным элементам*** могут, например, относится *элементы системы управления*, *преобразования* и *передачи звука*, *АТС*, *линии передачи сигналов* и т. п.

Пример 4.14. Автомобиль

К ***вещественным элементам*** относятся, например, все *механические части*, в частности, *корпус*, *подвеска* и т. п. К ***энергетическим элементам*** относятся *топливо*, *топливный бак*, *двигатель*, *аккумулятор* и т. д. К ***информационным элементам***, например, относится *элементы системы управления*, *обработки*, *хранения* и *передачи информации*.

4.4.3. Закон проводимости потоков

Необходимым условием принципиальной работоспособности системы является проход потоков вещества, энергии и информации к требуемому элементу системы.

Вещества, энергия и информация должны проходить от исходного элемента к требуемому элементу, совершая необходимые преобразования и выполняя соответствующие полезные функции.

Создание правильных потоков обеспечивает необходимую *функциональность* и *работоспособность* системы. Отсутствие хотя бы *одного жизненно-важного потока* делает систему не работоспособной.

Потоки могут быть:

- вещественные;
- энергетические;
- информационные.

Потоки

Вещественный поток *обеспечивает транспортировку вещества в различных агрегатных состояниях (например, в твердом, гелеобразном, жидком и газообразном) или объектов*. Транспортировка ***веществ*** может осуществляться, например, по *трубопроводам*, с помощью *транспортеров* и т. п., а ***объектов*** с помощью *транспортных средств*, например, по железной дороге, с помощью автотранспорта, судов, самолетов, эскалаторов, транспортеров и т. д.

Энергетический поток *доставляет энергию от источника к требуемому элементу*. Поток может, например, доставлять механическую, электрическую, химическую и другие виды энергии.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Информационный поток обеспечивает *проход информации от системы управления к требуемым элементам и от них к системе управления.* Информационный поток может осуществляться с помощью, например, *проводов* и всех видов *беспроводной связи*, по которым осуществляется передача информации, контроль и управление.

Пример 4.15. Телефон

Энергетический поток – это доставка *электрической энергии от источника к рабочим органам (наушнику и микрофону)* и *системе управления.*

Информационный поток – это доставка *сигналов* к рабочим органам, системе управления и обратно.

Пример 4.16. Автомобиль

Вещественный поток, например, передача топлива от бензобака к двигателю.

Энергетический поток – это доставка механической энергии от двигателя к рабочему органу – колесам; доставка топлива от бензобака к двигателю; доставка электрической энергии от аккумулятора или генератора к электрической системе автомобиля.

Информационный поток – это доставка *сигналов* от необходимых элементов к системе управления и обратно и т. д.

Пример 4.17. *Вещество в твердом состоянии*

Пневматическая подача сыпучих веществ, например, *песка* на расстояние по трубопроводам, пескоструйка, доставка шариков и т. п.

В производстве бетона в бетономешалку подается потоки веществ в твердом состоянии (цемента, песка, гравия) и в жидком состоянии (воды).

Пример 4.18. Вещество в жидком состоянии

Водопроводы, сточные потоки, нефтепроводы, системы подачи жидкого топлива, молокопроводы и т. п.

Пример 4.19. Вещество в гелеобразном состоянии

Системы подачи масел и смазок, транспортировка крема на парфюмерных фабриках и т. п.

Пример 4.20. Вещество в газообразном состоянии.

Разнообразные пневматические системы и трубопроводы с жатым воздухом, системы подачи кислорода, например, в больницах, системы создания вакуума и т. д.

Пример 4.21. Транспортировка объектов

Объекты могут транспортироваться:

- по земле;
- под землей;
- по воде;
- под водой;
- воздушным путем;
- в космосе;
- внутри помещений;
- внутри объекта;
- и т. д.

Для этого используются все виды транспортных средств. Внутри помещений, например, используют эскалаторы, лифты, пневматическую почту и т. д.

4.4.4. Закон минимального согласования частей и параметров системы

Необходимым условием принципиальной работоспособности системы является минимальное согласование частей и параметров системы и системы с надсистемой.

Минимальное согласование проводится по *функциям*, *структуре, соответствию структуры функциям* и *параметрическое* согласование, обеспечивая необходимые *взаимосвязи и взаимовлияния*. Таким образом, согласование бывает:

- функциональное;
- структурное;
- функционально-структурное;
- параметрическое.

Функциональное согласование – это согласование функций между собой. Оно осуществляется при формировании функциональной модели для синтеза новых систем.

Функционально-структурное согласование – это соответствие структуры системы ее функциям, т. е. согласование структуры и функций.

Структурное согласование – это согласование элементов системы между собой. При этом выявляют их взаимосвязь и взаимовлияние друг на друга и на систему в целом, т. е. определяют соответствие этих элементов друг другу. Кроме того, согласовывают систему с надсистемой и внешней средой.

В минимальное согласование входит и *параметрическое согласование*.

Пример 4.22. ***Телефон***

В первом телефонном аппарате Антонио Меучи (Antonio Meucci) микрофон и наушник были механически не связаны друг с другом и их подносили к уху и рту, поэтому это подходило для любого человека. Затем микрофон закрепили в корпусе, а наушник снимался, и его подносили к уху. Согласование ухудшилось, так как микрофон находился на определенной высоте, и кому-то было удобно, а кому-то – нет.

В дальнейшем создали трубку и расстояние между микрофоном и наушником стали рассчитывать на среднестатистического человека (расстояние между ухом и ртом). Поэтому для кого-то эта трубка была слишком большой, а для кого-то слишком маленькой. Это типичный пример не согласованности параметров (размера трубки и расстояния ото рта до уха).

В современных телефонах эту задачу решили с помощью чувствительности микрофона и громкой связи.

Пример 4.23. ***Телефон***

Источник питания в телефоне согласуется со всеми элементами. На каждый из элементов подается необходимое для него напряжение. *Согласование элементов системы* (параметрическое согласование).

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Пример 4.24. ***Телефон***

В сотовых телефонах частота принимаемого и передаваемого сигнала согласована с частотой приемных и передающих устройств ретрансляторов. *Согласование с надсистемой* (параметрическое согласование).

4.4.5. Построение новой системы

Последовательность выбора элементов и связей системы:

1. Выбор ***вида рабочего органа***. Он должен наилучшим образом выполнять *главную полезную функцию*.

2. Выбор ***источника и преобразователя вещества, энергии и информации***. Они должны наилучшим образом обеспечивать *работоспособность системы*.

3. Выбор ***системы управления***.

4. Выбор ***связей***. Существенным образом зависит от выбранных элементов.

Перед выбором рабочего органа определяют цель разработки, потребность, которую необходимо удовлетворить и функции, способные выполнить эту потребность. На каждом из этапов, сначала выбирают принцип действия этого элемента, а затем уже сам элемент. Таким образом, выбирается концепция будущей разработки.

4.5. Законы эволюции систем

4.5.1. Общие сведения

Законы эволюции технических систем предназначены для улучшения, совершенствования **существующих систем**. Они показывают ***общее направление развития систем*** и ***тенденции их изменения***.

Основные **законы эволюции технических систем** (рис. 4.7):

- *закон увеличения степени идеальности*;
- *закон увеличения степени управляемости и динамичности*;
- *закон перехода в надсистему*;
- *закон перехода на микроуровень*;
- *закон согласования*;
- *закон свертывания – развертывания*;
- *закон неравномерности развития частей системы*.

Закон увеличения степени идеальности является основным законом эволюции. Все остальные законы показывают способы достижения идеальности.

Закон увеличения степени управляемости и динамичности систем имеют подзаконы:

- увеличение степени вепольности;
- увеличение управляемости веществом, энергией и информацией.

Закон увеличения степени вепольности описан в п. 4.6.

Увеличение управляемости веществом, энергией и информацией в данной книги не будет рассматриваться.

4.5.2. Закон увеличения степени идеальности

4.5.2.1. Общие понятия закона увеличения степени идеальности

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

Общее направление развития систем определяется законом увеличения степени идеальности. Это самый главный закон эволюции систем.

Г. С. Альтшуллер сформулировал это закон следующим образом:

Развитие всех систем идет в направлении увеличения степени идеальности.

Автор пособия незначительно изменил эту формулировку.

Закон увеличения степени идеальности заключается в том, что *любая система в своем развитии стремится стать идеальнее.*

4.5.2.2. Виды степеней идеализации системы

Условно можно выделить четыре степени идеализации системы:

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

Система должна появляться в нужный момент в нужном месте

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

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

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

Приведем пример идеального воздействия (процесса), совершаемого *в нужном месте в нужный момент*, не причиняя вреда окружению.

Пример 4.25. Остановка крови

Внутренние кровотечения в полевых условиях практически невозможно остановить. Это часто приводит к смертельным исходам. Особенно это важно во время ведения боевых действий.

Американские ученые разработали технологию DBAC (Deep Bleeder Acoustic Coagulation), позволяющую быстро свертывать кровь путем нагрева до температуры свертывания (от 70°С до 95°С) под воздействием ультразвука.

Обнаружение кровотечения осуществляется с помощью эффекта Доплера.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Для обнаружения кровотечения прибор подает ультразвуковые импульсы и в месте кровотечения наблюдает максимальное смещение частоты сигнала. Так локализуется место кровотечения.

Ультразвуковые волны воздействуют только на пораженный участок и совершенно не влияют на работу расположенных рядом органов.

Пример 4.26. Печать по требованию (Print-on-Demand)

Традиционно книги печатают офсетным способом. Это очень производительная и качественная печать. После этого продукцию необходимо доставить в необходимую страну на конкретный склад, где она хранится до тех пор, пока не будет вся распродана.

Идеально, что бы печаталось только необходимое в данный момент количество экземпляров и в нужном месте.

С появлением цифровой печати стало возможным печатать продукцию по требованию. Эта технология получила название Print-on-Demand. Это высококачественная печать, позволяющая выпустить даже одну книгу. Продукция не хранится на складах, а сразу поступает к заказчику.

Предмет должен появиться только ***в нужный момент в необходимом месте.***

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

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

Самоисполнение

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

Пример 4.27. Каменщики в Петербурге

Для строительства Петербурга не хватало каменщиков. Они не хотели ехать в далекую новую столицу.

Царь Петр I издал указ об освобождении петербургских каменщиков от податей, но эта мера не помогла.

Каменщики *сами* по собственному желанию должны прибыть на строительство Петербурга.

Петра I издал другой указ, запрещающий возводить во всей России «всякое каменное строение какого бы имени не было, под страхом разорения всего имения и ссылки». Каменные здания стали возводиться только в Петербурге, что и вызвало приток каменщиков.

Достаточно много технических систем, в названии которых есть слово «САМ» – без непосредственного участия человека. Уменьшение участия человека в работе технической системы осуществляется с помощью *механизации*, *автоматизации* и *кибернетизации*, в частности, *компьютеризации.*

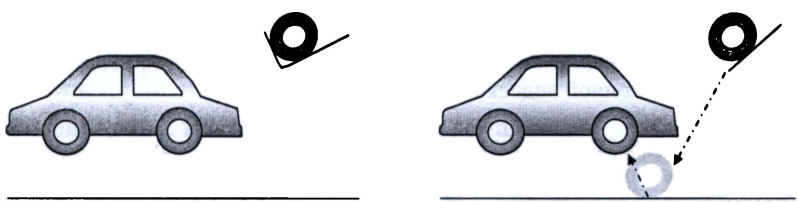
Механизация труда позволяет облегчить выполнение отдельных операций, повысить их производительность и точность изготовления. Создаются специализированные инструменты, приспособления и механизмы.

Пример 4.28. Одевание автомобильных шин на конвейере

Одна из операций при сборке автомобилей – одевание колес. Конвейер находится на определенной высоте, для удобства сборки. При одевании колеса на вал, его нужно или поднимать вручную, или иметь специальное устройство для его поддержания.

Колесо должно подниматься САМО.

Колесо размещают на тележке сверху (рис. 4.10а). Когда необходимо надевать колесо, рабочий нажимает кнопку, тележка наклоняется, колесо падает вниз (рис. 4.10б), ударяется о пол, подскакивает (САМО поднимается). Когда колесо оказывается на уровне оси, рабочий направляет колесо на ось.



а. Исходное положение *б. Падение шины*

Рис. 4.10. Одевание автомобильных шин

Механизация процесса избавляет человека от выполнения физического труда. Все операции выполняются самостоятельно. Человек выполняет только функции управления или вообще не касается этого процесса.

Следующий уровень – использование программ.

Пример 4.29. Стиральная машина

Стиральная машина САМА (по программе) выполняет необходимую работу.

Более высокий уровень автоматизации – **использование эффектов.**

Пример 4.30. Самомоющееся стекло

В английской компании Pilkington создали первое в мире оконное стекло, которое само себя очищает от грязи, разрушая органическую грязь, используя солнечный свет и дождевую воду. Его назвали Pilkington Activ.

Уничтожение грязи ведется непрерывно, а ее смыв происходит тогда, когда идет дождь, или при омовении стекла водой из шланга.

В наружной поверхности стекла вмонтирована тонкая прозрачная пленка из двуокиси титана (диоксида титана – TiO_2). Под действием света происходит **фотокаталитический процесс**, который разрушает грязь. TiO_2 – белый порошок, поэтому чтобы пленка была прозрачной ее сделали толщиной 15 микрон. Чтобы

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

грязь не приставала к стеклу его поверхность сделали **гидрофобной**. Использован ***физические эффекты*** – фотокаталитический и гидрофобный.

Стекло обладает эффектом зеркала и имеет синеватый отлив.

Наиболее дешевый способ идеализации – **использование ресурсов**.

Пример 4.31. Капсульная эндоскопия

Эндоскопия — способ осмотра некоторых внутренних органов при помощи эндоскопа. Эндоскоп представляет собой прибор, имеющий камеру, которая с помощью волоконной оптики передает изображение на экран монитора. Продвижение камеры осуществляется врачом.

Выпускается капсула, позволяющая исследовать тонкий кишечник. Такую капсулу проглатывают, и она САМА посредством перистальтики кишечника передвигается по желудочно-кишечному тракту и передает изображение тонкого кишечника посредством датчиков. Информация записывается на специальном приборе, который вешается на пояс пациента с помощью специальной сумки. Пациент не ощущает никаких неудобств и неприятных ощущений, которые происходят при традиционной эндоскопии.

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

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

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

Идеальная система – функция

Идеальной системы *быть не должно*, а ее *работа должна выполняться как бы сама собой*, по мановению «волшебной палочки».

Функция должна выполняться без средств.

Идеальная система – это система, *которой не существует – ее нет, а ее функции выполняются в нужный момент времени, в необходимом месте* (причем в это время система несет 100% расчетную нагрузку), *по необходимому условию, не затрачивая на это веществ, энергии, времени и финансов.*

Главный конструктор танка Т-34 М. И. Кошкин говорил: «Самая лучшая деталь в танке та, которой в нем нет! Действительно – она уж точно не сломается и не сгорит...».

Таким образом, *идеальная система* должна выполнять *полезные функции* в нужный момент времени, в необходимом месте, по необходимому условию, *иметь нулевые затраты* и *не иметь нежелательных эффектов.*

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

Тенденция: *материальная система* заменяется *виртуальной* или *программным обеспечением*.

Пример 4.32. DVD ROM

Сегодня в квартирах часто имеется несколько компьютеров, которые объединяют в единую местную сеть. Тогда встает вопрос, как сэкономить на отдельных частях компьютеров, например, не покупать для каждого компьютера DVD ROM.

Идеальный DVD ROM – это отсутствующий DVD ROM, который выполняет его функцию.

Использование виртуального DVD ROM за счет программного обеспечения, которое имеется в операционной системе, например, в Windows эта операция называется «подключение сетевого диска». Таким же образом можно подключать дополнительный жесткий диск с другого компьютера, находящегося в местной сети.

Пример 4.33. Идеальная клавиатура компьютера

Клавиатуры быть не должно, а ее функция должна остаться. Клавиатуру проецируют на ровную поверхность, например, письменный стол. Нажатие клавиши определяется по пересечению пальцем определенного луча, проецирующего изображение.

Виртуальная клавиатура имеется в планшетах и смартфонах.

Другое решение подавать все команды голосом, которые с помощью компьютерной программы распознаются (voice recognition).

Еще один проект (Project Soli) представляет собой чип, помогающий управлять любыми устройствами, не касаясь их. Трехмерное движение кисти и пальцев воспринимаются с помощью радара. Размеры чипа небольшие (5х5мм), что позволит встраивать его даже в небольшие гаджеты, браслеты или смарт-часы.

Пример 4.34. Идеальный экран

Идеальный экран для прожектора – это его отсутствие (его быть не должно), а функция должна выполняться.

Можно использовать стену (лучше белого цвета) или доску, на которой пишут фломастерами. Тогда появляется еще дополнительный эффект – на отображаемую картину можно наносить изображения при помощи фломастеров.

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

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Функция становится не нужной

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

Пример 4.35. Процесс мытья посуды

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.

Создали посудомоечную машину. Она САМА моет посуду (*самоисполнение*).

Появилась одноразовая посуда. Стал не нужен ни процесс мытья, ни сама функция – очистка посуды. Таким образом, **процесс мытья *стал идеальным*** – он ***перестал существовать***.

Но необходимо собрать грязную одноразовую посуду и выбросить ее. Идеальнее не делать и этот процесс – избавиться и от этой функции. Можно **посуду сделать съедобной**, например, положить ее в питу, багет, капустный лист и т. п. имеется и другая съедобная посуда, например, тарелки, вилки и ложки, чашки и т. д.

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

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

4.5.2.3. Показатель степени идеальности

Система тем идеальней, чем в ней больше **полезных эффектов** и чем меньше **вредных эффектов** (факторов расплаты).

Под ***полезными эффектами*** понимается:

- система выполняет больше полезных *функций* (полезной работы);
- работа осуществляется максимально *эффективно* и *качественно*.

Под ***вредными эффектами*** понимаются все расплаты:

- затраты времени и средств;
- вредные воздействия и т. д.

Затраты средств – это затраты на расходы энергии, веществ, элементов, пространства.

Степень идеализации системы можно представить в виде формулы (4.1):

$$I = \frac{\sum_{i=1}^{n} \alpha_i F_i Q_i}{\sum_{i=1}^{n} \beta_i C_i + \sum_{i=1}^{n} \gamma_i H_i} \Rightarrow \infty; \qquad (4.1)$$

Где: I – степень идеализации (безразмерная величина);

F – полезная функция или полезный эффект (безразмерная величина);

Q – качество полезной функции (эффекта) – безразмерная величина;

C – затраты времени и средств на осуществление полезной функции;

H – вредное действие (безразмерная величина);

i – порядковый номер функции;

n – количество функций;

α, β, γ – коэффициенты согласования.

В соответствии с формулой для увеличения степени идеальности число полезных функций следует увеличивать и улучшить их качество, а затраты и вредные функции уменьшать. В пределе, когда числитель стремится к бесконечности, а знаменатель стремится к нулю, идеальность стремится к бесконечности.

4.5.2.4. Идеальное вещество

Идеальное вещество – вещества нет, а его функции выполняются.

Вещество тем **идеальнее**, чем:

- *больше полезный эффект* оно создает;
- *меньше его вес* и *стоимость*;
- *меньше* оно *приносит вред* (*нежелательный эффект*).

Степень идеализации вещества определяется формулой (4.2):

$$I_S = \frac{\sum_{i=1}^{n} \alpha_i E_i}{\beta M + \gamma C + \sum_{i=1}^{n} \delta_i H_i} \Rightarrow \infty; \qquad (4.2)$$

Где: ***I_S*** – степень идеализации вещества (безразмерная величина);

E – полезный эффект или свойство, выполняемое веществом (безразмерная величина);

M – масса или вес вещества;

C – стоимость вещества;

H – вредное действие, создаваемое веществом (безразмерная величина);

i – порядковый номер полезного эффекта (свойства);

n – количество полезных эффектов (свойств);

α, β, γ, δ – коэффициенты согласования.

В качестве **полезного эффекта** (функций, свойств) вещества, например, можно назвать: *прочность, эластичность, удельный вес, непроницаемость, тепло- и электропроводимость, тепло- и электроизоляционные свойства, прозрачность, коррозионная и химическая стойкость, pH, агрегатное состояние, температура плавления и кипения, кристаллическая структуру, и т. д.*

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Имеются вещества с изменяемыми свойствами, использующие различные *эффекты*. Условно мы их будем называть «**умные» вещества**. Например, *жидкие кристаллы*; *поляризационные пластины; вещества, изменяющие свою прозрачность*; *термо-* и *фоточувствительные полимеры*; *флуоресцентные вещества*; *полимерные гели; материалы с эффектом памяти формы*; *магниты*; *магнитная* и *реологическая жидкость*; *электреты*; *тепловые трубы, фото- и светодиоды* и т. д.

«Умное» вещество – это управляемое вещество с изменяемыми, заранее заданными свойствами, представляющее собой ***преобразователь*** или ***источник*** энергии или информации, осуществляющий определенный ***эффект*** (*физический, химический, биологический* или *математический*).

Для разных видов технических систем подбираются свое «идеальное» вещество.

Г. С. Альтшуллер писал: «*Материал «идеальной машины» работает так, что его свойства используются наилучшим образом, например, металлические части работают только на растяжение, деревянные части – только на сжатие и т. д.*».

В качестве одного из идеальных веществ можно назвать *пену*. Она имеет минимальный вес и выполняет разнообразные функции, например, теплоизоляция, поглощение шума, изоляция потоков газа и т. п.

Пример 4.36. Защита насаждений от заморозков

Растения и посевы покрывают полимерной «шубой» из пены, защищая их от заморозков. Она безвредна для растений, долго держится, хорошо защищает почву от мороза, а при необходимости без затруднений смывается водой (а.с. 317 364).

Рассмотрим примеры других идеальных веществ.

Пример 4.37. Корпус самолета

В самолетах используют *дюралюминий*. Он достаточно прочен и легок.

Приведем пример использования «умных» веществ.

Пример 4.38. Соединительная втулка из никелида титана

Компания «Raychem Corporation» (США) в 1971 году разработала втулку для соединения труб гидравлической системы военных самолетов из материала с **эффектом памяти формы** – нитинола (никилид титана – NiTi). Эта втулка получила название «Cryofit». Она показала себя очень надежной. Из 300 000 поставленных втулок не было ни одной поломки.

4.5.2.5. Идеальная форма

В некоторых случаях можно говорить и об **идеальной форме**.

Идеальная форма – обеспечивает ***максимум полезного эффекта*** для выполнения определенной ***функции***.

Под ***полезным эффектом формы*** пониматься, например:

- *прочность*, при минимуме используемого материала;
- минимальное *аэро-* и *гидродинамическое сопротивление*;
- *герметичность*;
- *трение* (минимальное или максимальное);
- *эргономичность*;
- *эстетичность* и т. д.

Пример 4.39. Корпус подводного аппарата

Для подводного аппарата идеальная форма прочного корпуса – сфера. Она обладает высокой устойчивостью и небольшой плотностью. У сферического корпуса минимальное отношение площади поверхности к объему.

Пример 4.40. Форма антенны

Антенна радиотелескопа должна иметь гиперболическую форму. Любые отклонения от теоретического гиперболоида дают искажения сигнала. Такую антенну делают из материала с **эффектом памяти формы.**

4.5.2.6. Идеальный процесс

Процесс осуществляется для получения результата.

Идеальный процесс – это *отсутствующий процесс*, его **не должно** быть, а должен быть только **результат**, осуществляемый процессом.

Таким образом: **идеальный процесс – результат**.

В качестве результата может быть взят продукт или действие.

Особым фактором в процессах является **время**.

Процесс происходит тем идеальнее, чем он *производительней*, *качественней* и чем *меньше требуется затрат* вещества, энергии, трудозатрат (в том числе и на управление процессом), и чем *меньше вредных воздействий* он производит.

Степень идеализации процесса можно представить в виде формулы (4.3):

$$\boldsymbol{I_P} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \alpha_i \boldsymbol{F_i}}{\sum_{i=1}^{n} \beta_i \boldsymbol{T_i} + \sum_{i=1}^{n} \gamma_i \boldsymbol{C_i} + \sum_{i=1}^{n} \delta_i \boldsymbol{H_i}} \Rightarrow \infty; \qquad (4.3)$$

$$\boldsymbol{F_i} = \sum_{k=1}^{m} L_k x Q_k; \qquad (4.4)$$

Где: $\boldsymbol{I_P}$ – степень идеализации процесса (безразмерная величина);

$\boldsymbol{F_i}$ – функциональность операции $\boldsymbol{i}$ (безразмерная величина);

$\boldsymbol{L_k}$ – уровень функции k в операции $\boldsymbol{i}$ (безразмерная величина);

$\boldsymbol{Q_k}$ – качество выполнения функции k в операции $\boldsymbol{i}$ (безразмерная величина);

$\boldsymbol{T}$ – время выполнения операции $\boldsymbol{i}$;

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

C – затраты средств на осуществление операции i;

H – вредное действие, создаваемое операцией i (безразмерная величина);

k – порядковый номер функции в операции i;

m – количество функций в операции i;

i – порядковый номер операции;

n – количество операций в процессе;

$\alpha, \beta, \gamma, \delta$ – коэффициенты согласования.

Процесс – это набор операций, которые могут выполняться последовательно и/или параллельно. Кроме того, могут быть обратные связи. Одна операция может выполнять несколько функций. Функции могут иметь разный уровень:

- *главная*;
- *основная*;
- *второстепенная.*

Идеальный процесс производит качественный продукт (результат) с **нулевыми затратами** вещества, энергии, времени и управления.

Способы идеализации процесса

Сокращение времени выполнения процесса и повышение его эффективности может осуществляться способами:

1. **Не выполнять процесс, а использовать результат**.
2. **Выполнение действий заранее (предварительно)**.

Заранее (предварительно) выполнить требуемое действие полностью или хотя бы частично. Предварительное выполнение части процесса.

2.1. Заранее обдумать последовательность выполнения операций в процессе;

2.2. Заранее ввести нужные для выполнения процессов «отзывчивые» вещества и поля;

2.3. Заранее расставить объекты так, чтобы они могли вступить в действие без затрат времени на доставку с наиболее удобного места.

3. **Устранить ненужные (лишние), повторяющиеся и вредные операции**.
4. **Устранить отдельные операции процесса, передав их функции другим операциям (предыдущим, параллельным или последующим)**.
5. **Объединить однородные или смежные операции**.
6. **Использование пауз и холостых ходов**.
7. **Вести работу непрерывно**.
8. **Параллельное выполнение процессов**.
9. **Встречное выполнение процессов**.

10. **Процесс разбивается на отдельные операции, если возможно, каждая операция выполняется параллельно и встречно.**
11. **Выполнение процесса многими системами или частями.**
12. **Использование более управляемых полей и веществ, в частности, замена механического движения на движение более управляемого поля.**
13. **Использование ресурсов.**

Приведем примеры способов осуществления идеализации процесса.

Выполнить действия заранее

- **Предварительное выполнение части процесса.**

Пример 4.41. Компьютерная программа для цифровой печати

Благодаря появлению цифровой печати стало возможным печатать документы или книги по требованию (Print-on-Demand – POD). Печатается столько документов, сколько их заказали в данный момент, причем хорошего качества. Это позволяет избавиться от складов и неликвидов. Кроме того, документ печатается в том месте, где он требуется. Таким образом, отпадает необходимость в транспортировке на значительные расстояния больших объемов готовой продукции – высшая степень идеальности – исчезли функции пересылки на большие расстояния и хранения печатной продукции.

При такой печати очень критично, чтобы печатающая машина не простаивала в ожидании, когда программа успеет подготовить ей очередной лист для печати.

С этой целью поступивший на печать документ предварительно обрабатывают и записывают в буферную память. Объем такой памяти ограничен и его не хватает для записи больших документов, например, книг.

В этом случае документ предварительно обрабатывается, и определяются повторяющиеся места, они и записываются в буферную память. Они, как правило, занимают не много места в памяти компьютера. Эти записи вызываются в момент, когда они необходимы для печати. Таким образом, выполняется часть процесса обработки информации заранее, что позволяет сократить общее время печати.

- **Заранее расставить объекты.**

Пример 4.42. Строительство домов

Раньше панели для строительства домов привозили заранее и их складировали. Для этого нужно было иметь дополнительные площади. Кроме того, панели могли быть повреждены в следствии плохой погоды или небрежного обращения.

Ввели способ строительства «с колес». Панели привозили точно в то время, когда они нужны. Их выгружали и тут же ставили на место.

Приведем примеры на другие способы сокращения времени проведения процесса.

Опишем идеализацию ***процесса сварки***.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Процессы идут встречно

Пример 4.43. Сварка листов

При сварке листов процесс будет идти быстрее, если его вести с двух сторон **навстречу** друг другу (а.с. 988 490, 1 234 095). Можно двигать навстречу друг другу лист и дугу (а.с. 1 031 679).

Разбиение процесса на отдельные операции

Пример 4.44. Сварка листов

Процесс сварки будет идти быстрее, если будет использоваться не два, а большее количество электродов, которые попарно двигаются навстречу друг другу (а.с. 303 158).

Замена механического движения на полевое

Пример 4.45. Сварка листов

Можно вообще не тратить время на перемещение электродов, если их расставить заранее в нужном месте на расстоянии, меньшем, чем тепловое пятно. Каждый из электродов подсоединяется к источнику питания и последовательно включается. Таким образом, дуга движется, а электроды стоят на месте (а.с. 285 740).

Использование имеющихся ресурсов

Пример 4.46. Как отыскать в стене трассу скрытой проводки?

Это можно осуществить при помощи приемника. Для этого в розетку нужно включить какой-нибудь слабый источник помех, например, электробритву с отсоединенным помехозащитным фильтром. Приемник настроить в средневолновом диапазоне (но не на станцию) и начать водить им вдоль стены. При пересечении трассы проводки треск из динамика будет усиливаться.

4.5.3. Закон увеличения степени управляемости

Закон увеличения степени управляемости является основным из законов *эволюции технических систем* (рис. 4.11).

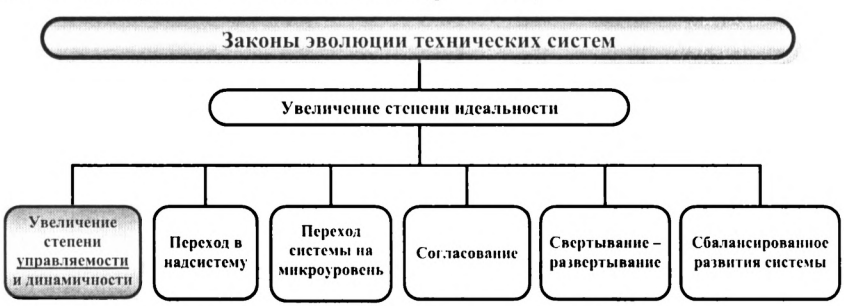


Рис. 4.11. Структура законов эволюции технических систем

Развитие системы идет в направлении увеличения степени управляемости.

Система может быть управляемой тогда и только тогда, когда она содержит в себе элементы, способные **воспринимать управляющие сигналы**, **преобразовывать** их в управляющие воздействия и адекватно воспринимать **информацию о *внутренних изменениях*** в системе и ***внешних воздействиях*** на нее. Это свойство часто называют «**отзывчивостью**».

Общая тенденция увеличения степени управляемости (рис. 4.12) – это переход от:

- **неуправляемой к управляемой системе**;
- **неавтоматического** (ручного) **управления к автоматическому**;
- **проводного управления к беспроводному**;
- **непосредственного управления к дистанционному**.



Рис. 4.12. Общая тенденция увеличения степени управляемости

Увеличение степени управляемости уменьшает степень участия человека в работе технической системы. Иногда эту тенденцию называют ***вытеснение человека из технической системы.***

Вытеснение осуществлялось на протяжении всей истории развития человечества.

Первоначально вытеснение осуществлялось на уровне ***рабочего органа*** – руки и ногти были заменены острым камнем или рогом, которым первобытный человек, например, обрабатывал землю. На следующем этапе заменяли и некоторые ***связи*** или ***преобразователи*** – камень привязали к палке. Далее постепенно происходили этапы **механизации**, **автоматизации** и, начиная с 20 века, этап **кибернетизации**.

Этап механизации начинался с примитивных приспособлений, затем вытеснения человека на уровне ***двигателя*** – человек воспользовался природными силами (ветром, силой падающей воды и т. д.) и животными в качестве двигателя.

Следующий этап развития – замена человека на уровне ***системы управления***. Этот этап начинался с примитивных, а затем сложнейших механических автоматов, далее автоматика была электромеханическая, электрическая и электронная.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Этап кибернетизации и интеллектуализации характерен для сегодняшнего дня.

Примеры к этим этапам мы рассматривали в разделе 4.5.2 (*степени идеализации*):

- Система все делает ***сама*** – **самоисполнение** (рис. 4.13):
  - *механизация*;
  - *автоматизация*;
  - *кибернетизация* (интеллектуализация).



Рис. 4.13. Уменьшение участия человека в работе технической системы

Пример 4.47. Зонтик

Родиной зонтика исторически считают Китай, Египет или Индию, где он, являлся привилегией царей и вельмож. Изобретение датируется XI веком до нашей эры. Первоначально он применялся исключительно в качестве защиты от солнца, и весил более 2 кг, а длина ручки была около 1,5 м.

Первые зонты имели недостаток – они не были складными, т. е. имели только одно устойчивое состояние – открытое. Соответственно, это была *неуправляемая система* – независимо от наличия дождя или прямых солнечных лучей зонтик сохранял свои внушительные размеры.

Автоматическое управление в технике – это совокупность действий, направленных на поддержание или улучшение функционирования управляемого объекта без непосредственного участия человека в соответствии с заданной целью управления.

Тенденция перехода от неуправляемой к управляемой системе показана на рис. 4.14. Она представляет собой переход от ***неуправляемой системы*** к ***управлению по разомкнутому контуру***, затем к переходу к ***системе с обратной связью***, к ***адаптивной (самонастраивающейся) системе***, к ***самообучаемой*** и ***самоорганизующейся системе*** и, наконец, к ***саморазвивающейся*** и ***самовоспроизводящейся системе***.

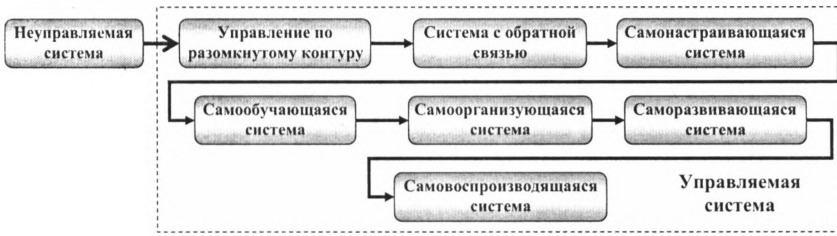


Рис. 4.14. Переход от неуправляемой к управляемой системе

Управление по разомкнутому контуру осуществляется без знаний о текущем состоянии объекта управления. При таком управлении чаще всего управление ведется по жесткой программе, без анализа каких-либо факторов в процессе работы, либо измеряют и компенсируют главные из возмущений.

Для этого вида управления характерно отсутствие обратной связи, с помощью которой можно получить информацию о том, что происходит в объекте управления.

Структурная схема системы управления по разомкнутому контуру показана на рис. 4.15. *Устройство управления* воздействует на *объект управления* по программе, находящейся в *задающем устройстве*. На объект управления могут воздействовать *возмущения*. Некоторые системы по разомкнутому контуру измеряют главные из возмущений и компенсируются.



Рис. 4.15. Система управления по разомкнутому контуру

Этот вид управления достаточно примитивен, но часто исполнительные устройства просты, надежны и дешевы. По такому принципу работают примитивные автоматы и конвейерные линии.

Условия предпочтения управления по разомкнутому контуру *управлению по замкнутому контуру*:

- *не нужны высокоточные операции;*
- *система может работать удовлетворительно без гарантии изменений, которые происходят в объекте управления.*

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Пример 4.48. Стиральная машина

Переключение команд в стиральной машине осуществляется по определенной программе.

Система с обратной связью представляет собой систему, работающую *по замкнутому контуру*. В такой системе осуществляется регулирование по отклонению, а цепь прохождения сигналов образует замкнутый контур, включающий *объект управления* и *управляющее устройство*.

Структурная схема системы управления с обратной связью показана на рис. 4.16. Устройство управления воздействует на объект управления посредством сигнала (управляющего воздействия) в соответствие с ошибкой управления, которая вырабатывается в результате сравнения сигнала обратной связи с задающим воздействием. На объект управления могут воздействовать возмущения.



Рис. 4.16. Система управления с обратной связью, где ⊗ - сумматор

Обратная связь – это процесс, приводящий к тому, что результат функционирования какой-либо системы влияет на параметры, от которых зависит функционирование этой системы. На вход системы подается сигнал, являющийся функцией выходного сигнала. Часто это делается преднамеренно, чтобы повлиять на динамику функционирования системы.

Различают **положительную** и **отрицательную** обратную связь.

Отрицательная обратная связь – это тип обратной связи, при которой входной сигнал системы изменяется таким образом, чтобы противодействовать изменению выходного сигнала. Отрицательная обратная связь компенсирует отклонения управляемой величины от желаемых значений вне зависимости от причин, вызвавших эти отклонения. Таким образом, на вход системы подается инвертируемый выходной сигнал, сигналы вычитаются, уменьшая ошибку управления.

Отрицательная обратная связь делает систему более устойчивой к случайному изменению параметров.

На рис. 4.17 ***затемненная*** *часть сумматора* обозначает, что он является **инвертором** (сигнал *вычитается*).

Примером отрицательной обратной связи является любая система автоматического управления и регулирования, следящая система.

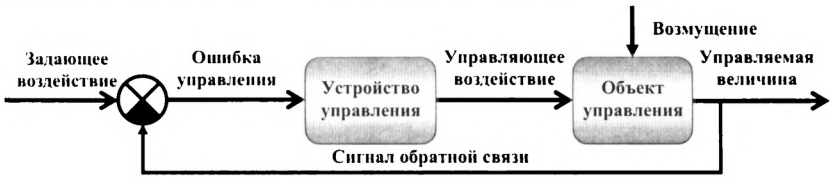


Рис. 4.17. Система управления с отрицательной обратной связью

Пример 4.49. Инвертор

Простейший пример отрицательной обратной связи – это ***инвертор*** или ***инвертирующий усилитель*** (рис. 4.18). Он выполнен на операционном усилителе (ОУ). Обратная связь подается через сопротивление R3 на *инвертирующий вход* (он обозначается кружочком), при этом фаза выходного сигнала сдвигается относительно входного на 180°. Поэтому *обратная связь* ***отрицательная***.

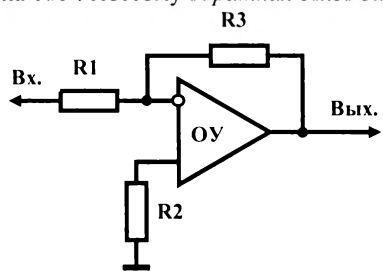


Рис. 4.18. Схема инвертора (инвертирующего усилителя)
ОУ – операционный усилитель, R1, R2, R3 – сопротивления.

Эффективность управления повышается, если управление осуществляется не только по управляемой величине, но и по ее производным и интегралу.

Производная позволяет *раньше реагировать* на изменение управляемой величины, а *интеграл* позволяет *учесть предыдущие изменения*.

Положительная обратная связь – это тип обратной связи, при которой изменение выходного сигнала системы усиливается за счет складывания с входным сигналом, способствуя дальнейшему отклонению выходного сигнала от первоначального значения.

Системы с сильной положительной обратной связью неустойчивы, в них возникают незатухающие колебания (*автоколебания*).

Положительная обратная связь используется, например, в ***усилителях, генераторах, переключателях*** *и т. п.*

Пример 4.50. Генератор

Простейший пример положительной обратной связи – это ***генератор.*** На схеме (рис. 4.19) генератор выполнен на операционном усилителе (ОУ). Обратная связь подается через сопротивление R3 на *положительный вход*, при этом

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

входной и выходной сигналы складываются, усиливая выходной сигнал. Поэтому *обратная связь* ***положительная***.

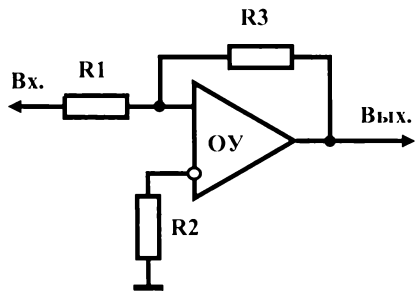


Рис. 4.19. Схема генератора
ОУ – операционный усилитель, R1, R2, R3 – сопротивления

Самонастраивающаяся система – это система, в которой приспособление к случайно изменяющимся условиям обеспечивается автоматическим изменением параметров настройки или путем автоматического поиска оптимальной настройки. Самонастраивающуюся систему также называют **адаптивной** или **самоприспосабливающейся.**

В самонастраивающихся системах параметры меняются в более широком диапазоне по сравнению с обычными (не самонастраивающимися) системами, в которых осуществляется первоначальная настройка (создание определенных параметров) при разработке системы. Такие параметры влияют на устойчивость и качество процессов управления.

Самонастраивающаяся система сохраняет работоспособность даже в условиях непредвиденного изменения свойств управляемого объекта, цели управления или условий окружающей среды посредством смены алгоритмов своего функционирования или поиска оптимальных состояний.

Пример 4.51. Коммутатор

Коммутаторы предназначены для подключения и отключения входных сигналов. Они широко используются в серверах, чтобы повысить производительность пропускания каждого из каналов (портов). Каждый из портов имеет определенную скорость пропускания информации, что ограничивает общую производительность ее прохождения.

Компания IBM разработала коммутатор с самонастраивающимися портами способными автоматически выбирать наибольшую скорость пропускания информации без блокировки каналов.

Самообучающаяся система – это система, алгоритм функционирования которой совершенствуется путем самообучения в процессе работы, улучшая функционирование системы.

Пример 4.52. Поисковые системы

Информацию в Интернете ищут с помощью специальных поисковых систем, например, поисковой машины Google. Программа поисковой машины самостоятельно изучает запросы и впоследствии предоставляет клиентам информацию, более подходящую для каждого из них. Например, предоставляет информацию, к которой чаще всего обращаются.

Самоорганизующаяся система – это система, которая способна синтезировать *модель структуры системы* в зависимости от ее предназначения и окружающих ее условий. Она *разрабатывает алгоритм работы* системы, проектируя систему управления, и по синтезируемой модели создает саму систему из имеющихся элементов. Такая система способна перестроить структуру системы, чтобы приспособиться к внутренним или внешним изменениям. В простейшем случае система способна изменить связи между подсистемами, а в сложнейшем случае заменять, добавлять или изменять подсистемы для создания структуры, способной наилучшим образом выполнить необходимые функции.

Основное отличие *самоорганизующейся* системы от *самонастраивающейся* системы заключается в том, что в первой в процессе приспособления преобладают *качественные* изменения, а во второй – *количественные*.

Пример 4.53. Самоорганизующийся робот

В лаборатории вычислительного синтеза Корнельского университете (США) разработали опытный образец робота, способного синтезировать свою структуру в зависимости от окружающих его условий и обстоятельств воспроизвести себя из универсальных элементов – кубиков.

На поверхности кубиков имеются электромагниты, с помощью которых они могут соединяться и разъединяться друг с другом; питание подводится через контакты на поверхности монтажного стола.

Первоначально робот создает свою модель и по ней синтезирует систему управления, что осуществляется в результате ограниченного количества физических экспериментов (это поисковая самонастраивающаяся система).

Алгоритм работы робота позволяет ему функционально компенсировать механические повреждения в результате коррекции собственной модели.

Саморазвивающаяся система – это самообучающаяся, способная не только накапливать знания, но и развивать систему в соответствии с поставленными целями по определенным закономерностям.

Пример 4.54. Саморазвивающаяся компьютерная система

В патенте США 5 072 406 описана саморазвивающаяся компьютерная система, память которой содержит блоки инструкций, специальных знаний и базовых данных. Блок специальных знаний включает знания конкретной области и стратегию их использования. Блок базовых данных включает знания по использованию инструкций.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

При поступлении входного сигнала он обрабатывается и перепроверяется по всем блокам с учетом имеющихся инструкций и базовых данных, вырабатывая выходной сигнал. При выявлении новых знаний они заносятся в блок специальных знаний. В процессе деятельности блок специальных знаний может изменять инструкции, постоянно развивая компьютерную систему.

Самовоспроизводящаяся система – это самоорганизующаяся, саморазвивающаяся система, способная создать подобную себе систему.

Основное отличие *самоорганизующейся* системы от *самовоспроизводящейся* системы заключается в том, что в первой используются *готовые подсистемы*, а во второй – их *изготовляет сама система*.

Самовоспроизводящиеся системы, прежде всего, характерны для живых организмов. Клетка сама себя воспроизводит. Не малую роль в этом играют *стволовые клетки*.

Пример 4.55. Самовоспроизводящаяся машина

Доктор Adrian Bowyer из университета Ванны в Великобритании разработал машину «RedRap» (Replicating Rapid-prototyper), которая 29 мая 2008 г. в 14:00 воспроизвела свою копию. Пластмассовые детали для этой машины изготовлялись на 3D принтере, встроенном в машину.

4.5.4. Закон увеличения степени динамичности

Закон увеличения степени динамичности является основным из законов *эволюции технических систем* (рис. 4.20).



Рис. 4.20. Структура законов эволюции технических систем

Развитие системы идет в направлении увеличения степени динамичности.

Динамичная система может изменять свои *параметры*, *структуру* (в частности форму), *алгоритм*, *принцип действия* и *функции*, чтобы наиболее эффективно достичь поставленной *цели* и удовлетворить *потребность*. Динамическая система в своем развитии может менять так же *цель* и *потребность*, приспосабливаясь к внешним и внутренним изменениям.

Изменения могут происходить:

– во времени;

– по условию.

Следствия из закона:

1. *Статические системы стремятся стать динамическими;*
2. *Системы развиваются в сторону увеличения степени динамичности.*

Приведем пример на **увеличения степени динамичности**.

Пример 4.56. Электронная книга

Первоначально книга представляла собой свиток, как правило из папируса или пергамента.

В дальнейшем книги делались из отдельных листков бумаги, скрепленных вместе переплетом. Их стало удобнее читать, и они занимали меньше места. Для получения бумаги необходимо уничтожать лес. Они много весят, занимают много места на полках и пылятся.

Далее книги слали переводить в электронный вид и читали с экрана компьютера. Такие книги не использовали бумагу, занимали мало места и не пылились, в одном компьютере можно иметь большую библиотеку, но появились неудобства, связанные с процессом чтения, – не везде удобно читать с компьютера, например, в кровати. В дальнейшем появились лэптопы, миникомпьютеры и планшеты. Их легко переносить и удобно читать в любом месте. Общий недостаток компьютеров – не все любят читать с экрана. Кроме того, чтение с экрана портит зрение, так как экран излучает свет, который непосредственно направлен в глаза.

Выпустили электронную книгу (e-book reader), в которую можно загружать много книг.

Такие книги используют электронную бумагу (electronic paper), в которой используются электронные чернила (e-inc). Электронная бумага отражает свет, так же как обычная книга, поэтому не портит зрение.

Увеличение динамичности происходит изменением динамичности параметров, структуры, алгоритма и принципа действия, функции, потребности и цели, которое может происходить *во времени, в пространстве* и *по условию*.

Степень динамичности увеличивается переходом от изменения динамичности параметров к изменению динамичности структуры, алгоритма, принципа действия, функции, потребности и цели.

Основная линия увеличения степени динамичности показана на рис. 4.21.

Изменение параметров системы – это наиболее простой *способ увеличения степени динамичности системы* с целью ее адаптации к внутренним и внешним изменениям.

Изменяться может любой параметр системы, например, *электрические* параметры (величина тока, напряжения, сопротивления и т. д.), *оптические*

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

параметры (длина волны, яркость, освещенность и т. д.), *акустические* параметры (амплитуда и частота звука и т. п.), *механические* параметры (эластичность, жесткость, вязкость, число степеней свободы и т. д.).



Рис. 4.21. Линия увеличения степени динамичности

Пример 4.57. Оперативные запоминающие устройства – ОЗУ (RAM)

Оперативные запоминающие устройства – ОЗУ (RAM) созданы для хранения информации в цифровом виде. ОЗУ работает, пока на микросхему подается питание. После отключения питания информация теряется.

В дальнейшем были созданы динамические ОЗУ (DRAM). С их помощью сократили время обмена информацией (запись и считывание). Динамические ОЗУ построены на электронных приборах с зарядовой связью. Информация хранится на паразитных конденсаторах (емкостях) транзисторов, как пакеты зарядов. Они обладают высокой скоростью обмена информации (пакетов зарядов), но не способны хранить ее длительное время (<1 мс).

Для решения этой задачи в DRAM осуществляется непрерывная циклическая перезапись (обновление) информации. Это пример изменения параметров *во времени*.

Увеличение степени динамичности системы может осуществляться путем **изменения структуры** системы – это более сложный способ сделать систему динамичной, чем изменение параметров. Под изменением структуры мы понимаем и изменение формы объекта.

Увеличение степени динамичности системы может осуществляться путем **изменения алгоритма работы**.

Пример 4.58. Микросхемы

Разработали программируемые логические интегральные схемы – ПЛИС (Field Programmable Gate Arrays – FPGA). В отличие от обычных цифровых микросхем логика работы ПЛИС не создается при изготовлении, а устанавливается посредством ее программирования.

ПЛИС представляет собой набор элементов, расположенные в виде матрицы. Между элементами расположены соединительные трассы, представляю-

щие собой программируемые ключи, соединяющие необходимые блоки. Пользователь может создать нужную для него структуру, программируя определенную логику.

Таким образом, данная микросхема позволяет менять ее внутреннюю структуру и алгоритм работы в зависимости от функции, которую необходимо выполнять. ПЛИС можно перепрограммировать под новую функцию.

Это пример изменения структуры, алгоритма и функции *по условию (принцип работы или изменение принципа работы).*

Увеличение степени динамичности системы может осуществляться путем **изменения ее принципа действия**.

Пример 4.59. Обрабатывающий центр

Обрабатывающий центр – это станок с числовым программным управлением (ЧПУ), предназначенный для последовательного выполнения нескольких технологических операций различными инструментами по заданной программе. В качестве инструмента могут быть использованы: резец, фреза, сверло, плазма, лазер и т. п. При переходе к следующей операции станок меняет инструмент, а, следовательно, и принцип действия и алгоритм работы.

Это пример изменения структуры, алгоритма и принципа действия *по условию (переход к другой операции).*

Увеличение степени динамичности системы может осуществляться путем **изменения выполняемой функции**.

Пример 4.60. Мобильный телефон

Современный мобильный телефон выполняет много различных функций.

Это пример изменения алгоритма, принципа действия и функции *по условию,* выполняя ту или другую *потребность* владельца.

Увеличение степени динамичности системы может осуществляться путем **изменения потребностей**.

Пример 4.61. Компьютер

Компьютер является наиболее развитой динамической системой. Трудно перечислить все функции, которые он выполняет, и потребности, которые он удовлетворяет.

Это пример изменения алгоритма, функции и потребностей *по условию (желание владельца).*

Увеличение степени динамичности системы может осуществляться путем **изменения целей**.

Пример 4.62. Беспилотный самолет

Беспилотный самолет может изменить цель своего полета в зависимости от изменения обстоятельств. Например, перейти от наблюдения к боевым действиям.

Это пример изменения цели *по условию.*

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Система тем **динамичнее,** чем она **более управляемая.**

Динамичность системы *повышается с увеличением* скорости и точности *адаптации к внешним и внутренним изменениям.*

Скорость увеличения динамичности *повышается с учетом изменений* не только определенного *параметра*, а и его производных.

Идеально, когда система заранее готова к изменениям, т. е. имеет способность заранее прогнозировать изменения. С этой целью система должна использовать и/или выявлять и использовать *тенденции, закономерности* и *законы развития* системы, надсистемы и окружающей среды.

Точность адаптации может быть увеличена, если в законе управления системой учитывается интеграл от всех изменений или ведется учет предыдущих изменений.

Пример 4.63. Система управления

Системы управления для объектов с быстро изменяемыми параметрами должны управляться не только по самому сигналу, но и по его первой, второй или более высоким **производным**.

При длительной работе системы в закон управления желательно вводить **интеграл** управляемой величины для повышения точности управления.

Статические системы достаточно устойчивы, но не мобильны. Мобильные системы часто не устойчивы. Для придания системе максимальной мобильности и устойчивости ее выполняют **динамически статичной**.

Динамическая статичность системы осуществляется за счет *постоянного управления* максимально *мобильной системой.*

Пример 4.64. Велосипед

Двух колесный велосипед устойчив только в процессе движения. Это *динамическая устойчивость* или ***динамическая статичность***. Еще менее устойчив одноколесный велосипед.

4.5.5. Закон перехода на микроуровень

Закон перехода системы на микроуровень является основным из законов *эволюции технических систем* (рис. 4.22).

Закон перехода системы на микроуровень заключается в том, что ***техника в своем развитии стремится перейти на микроуровень***. Чаще всего это относится к ***рабочему органу***.

Микроуровень условное понятие. В работе участвуют все более глубинные структуры вещества, например, использование нанотехнологий. При этом используются физические, химические, биологические и математические эффекты.

Классическими примерами перехода системы с макро- на микроуровень являются *часы*, *вычислительная техника* и *электроника.*



Рис. 4.22. Структура законов эволюции технических систем

История развития ***часов*** насчитывает тысячелетия.

Пример 4.65. Часы

Первоначально время определяли по звездам, в дальнейшем изобрели солнечные часы. Затем появились водяные, песочные и огненные часы.

Впоследствии их заменили *механическими часами*. Башенные часы были заменены карманными и ручными. Происходил процесс миниатюризации, но принцип действия их практически не изменился – колебание маятника и использование шестеренок, пружин и т. д.

Первый качественный скачек в переходе на микроуровень осуществился с изобретением *кварцевых часов*. В них в качестве колебательной системы стали использовать кристалл кварца. Маятник заменили кристаллом. Сигнал от кварцевого генератора поступает на шаговый двигатель, который приводит в действие механическую часть часов.

Таким образом, в кварцевых часах на микроуровень перешел только рабочий орган, остальные части электромеханические, т. е. работающие на макроуровне. Типичный пример *закона неравномерности развития систем*.

Окончательный переход на микроуровень произошел с появлением электронных часов, где исчезли все механические части. Циферблат в них работает или на светодиодах, или на жидких кристаллах.

Позже появились атомные часы, где в качестве источника колебаний используется сигнал перехода электрона между двумя энергетическими уровня атома.

Еще один яркий пример перехода с макро- на микроуровень является история развития *вычислительных машин*.

Пример 4.66. Вычислительная техника

Первая вычислительная машина (антикитерский механизм) была создана в Древней Греции. Она датируется 150-100 г. до н.э. Это механическая аналоговая вычислительная машина для расчета астрономических позиций. Машина также позволяла производить операции сложения, вычитания и деления.

Известны счетное устройство Леонарда да Винчи, суммирующая машина Паскаля и другие.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Принцип действия этих машин *механический*. Они состояли из валов и шестерен. Постепенно эти части уменьшались в размерах и был разработан арифмометр. Их заменили электромеханические вычислительные машины. Механические части двигались с помощью электрических двигателей.

На следующем этапе была разработана вычислительная машина на вакуумных лампах.

Далее были использованы транзисторы, а затем и микросхемы.

Сегодня процессор содержит миллиарды транзисторов. При их изготовлении используется нанотехнологии.

Это типичный пример *перехода на микроуровень*.

На мироуровень перешел рабочий орган компьютера – процессор, но до сегодняшнего дня еще остались части, использующие механику, например, жесткий диск, DVD Rom, вентиляторы. Это пример *закона неравномерности развития систем*.

Имеются тенденции перехода этих частей на микроуровень.

Используются жесткие диски с флэш-памятью. Все чаще используются не DVD диски, а флэш-память. Вентиляторы могут быть заменены элементом Пельтье и тепловыми трубами.

4.5.6. Закон перехода системы в надсистему

Закон перехода системы в надсистему является основным из законов *эволюции технических систем* (рис. 4.23).



Рис. 4.23. Структура законов эволюции технических систем

Закон перехода системы в надсистему разработан Г. С. Альтшуллером [25, С. 90-96]. Он его сформулировал следующим образом:

«Исчерпав ресурсы развития, система объединяется с другой системой, образуя новую, более сложную систему».

Системы объединяются в надсистему не только, когда исчерпали ресурсы своего развития, поэтому мы переформулировали закон.

Системы объединяются в надсистему, образуя новую, более сложную систему.

Пример 4.67. Самолет

Были объединены двигатель, крылья, система управления, корпус (фюзеляж) и шасси. Появилась новая система – самолет. Каждая из указанных частей в отдельности летать не могла. Новая система – самолет получила **системное свойство** – возможность летать.

Это одна из возможностей перехода системы в надсистему. Другая возможность:

Переход системы от монофункциональной к полифункциональной.

Пример 4.68. Смартфон

Первоначально телефон представлял собой монофункциональную систему. Функция телефона – передача звукового сигнала на расстояние. Смартфон – это многофункциональная (полифункциональная) система, которая выполняет практически все функции компьютера и телефона.

Еще больше функций у Smart Watch.

Такой вид перехода в надсистему первоначально осуществляется выявлением более общей функции, а затем придания дополнительных функций, при этом часто используют новые технологии.

Пример 4.69. Классная доска

Существует классная доска, на которой пишут мелом. Основная ее функция – оставлять на доске изображения мелом. Более общая функция – оставлять на доске изображения чем угодно.

Существуют классные доски, на которых пишут фломастерами. Можно писать на больших листах бумаги, например, фломастером.

Затем появились доски, которые печатают на бумагу, все, что изображено на доске.

Можно проектировать изображение на экран с помощью проектора, соединенного с компьютером. Сегодня существуют электронные классные доски или **интерактивные доски** (*interactive whiteboard*), представляющие собой сенсорный экран со встроенным компьютером, динамиками, веб-камерой, встроенной библиотекой, Интернетом. На них можно писать пальцем и передавать это изображение на другие компьютеры, кроме того можно видеть и человека, пишущего на этой доске.

Опишем тенденцию объединения систем (рис. 4.24).



Рис. 4.24. Тенденция объединения систем

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Первоначально имеется одна – **моносистема.** Далее объединяют две исходные системы, при этом получатся **бисистема.** На следующем этапа объединяют три и более систем, образуется **полисистема**. Следующий этап развития, когда би- и/или полисистемы образуют новую единую систему (моносистему), которая выполняет все функции, входящих в нее систем. Эта операция называется **свертывание**.

Переход **«моно-би-поли»** – неизбежный этап в развитии всех технических систем.

После объединения систем в би- или полисистему происходит некоторое изменение новой системы, требующие **согласования** (п. 4.5.7) составных частей и параметров системы. При этом сокращаются вспомогательные элементы, и устанавливается более тесная связь между отдельными системами. Такие системы называются **частично свернутыми**. Дальнейшее развитие приводит к **полностью свернутым системам**, в которых один объект выполняет несколько функций.

Полностью свернутую систему можно представить, как новую моносистему. Ее дальнейшее развитие происходит по новому витку спирали. Иногда в качестве новой моносистемы может выступать частично свернутая система.

Механизмы объединения элементов

Создание надсистемы путем объединения в би- и полисистему может включать следующие виды элементов или систем (рис. 4.25):

1. Однородные:
   1.1. Одинаковые;
   1.2. Однородные элементы со сдвинутыми характеристиками.
2. Неоднородные:
   2.1. Альтернативные (*конкурирующие*);
   2.2. *Антагонистические – инверсные* (элементы с *противоположными* свойствами или функциями);
   2.3. *Дополнительные*.

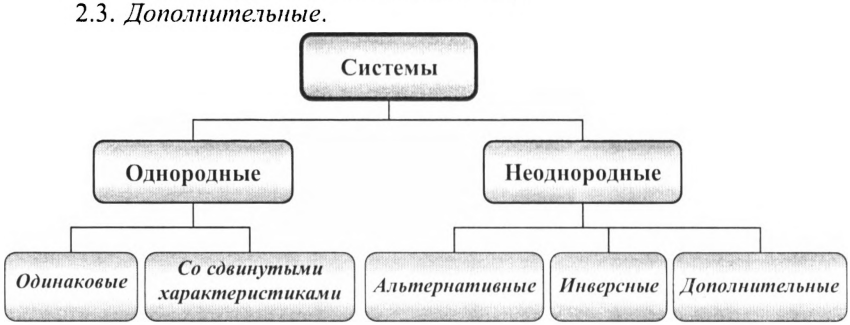


Рис. 4.25. Схема механизма тенденции перехода МОНО-БИ-ПОЛИ

Полностью схема закона перехода системы в надсистему представлена на рис. 4.26.

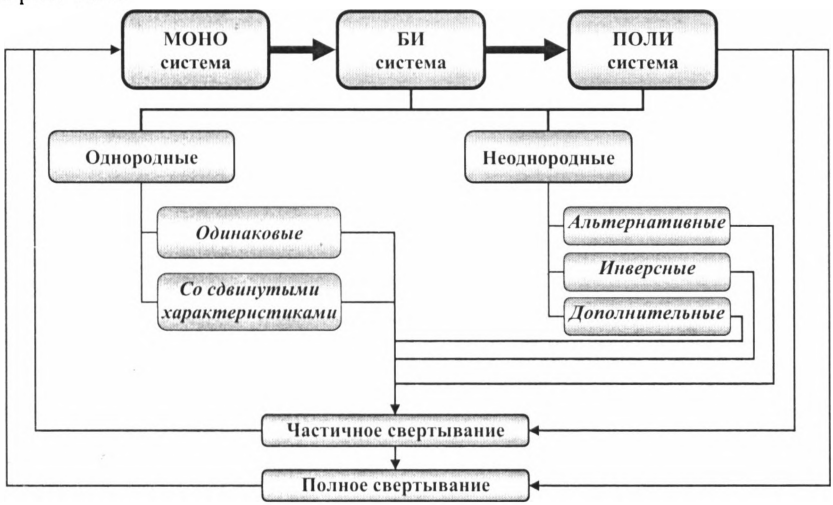


Рис. 4.26. Общая схема объединения систем

Объединение производится таким образом, что полезные (необходимые) качества отдельных элементов складываются, усиливаются, а вредные взаимно компенсируются или остаются на прежнем уровне. Объединение такого типа возможно, как для достаточно высокоразвитых систем, как и для простых элементов.

Приведем примеры.

1. Создание системы из однородных элементов/систем.

1.1. Одинаковые системы.

Этот вид предусматривает объединение **полностью одинаковых** систем.

Пример 4.70. Карандаш

Наличие одинаковых карандашей позволяет не тратить время на заточку каждого карандаша. Эту операцию можно проделать заранее.

Пример 4.71. Винтовка

Раньше винтовки или мушкеты были однозарядными, чтобы убыстрить стрельбу использовали две или больше одинаковых винтовок. Из одной стреляли, другую в это время заряжали.

1.2. Однородные системы со сдвинутыми характеристиками.

Элементами **со сдвинутыми характеристиками** называются однородные элементы с неодинаковыми параметрами, свойствами, характеристиками.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Объединение элементов в систему происходит аналогично объединению однородных элементов.

Пример 4.72. Карандаш

Карандаши разной жесткости или разного цвета. Аналогичный пример, набор шариковых ручек разного цвета объединение стержней или разного цвета чернил в капиллярных авторучках.

Пример 4.73. Винтовка

Использовали две или более винтовок с разными калибрами.

2. Создание системы из неоднородных элементов (систем).

2.1. *Конкурирующие (альтернативные) системы.*

Конкурирующая (альтернативная) система – это система, выполняющая одну и ту же функцию.

Такое объединение систем применяется в тех случаях, когда для выполнения той или иной функции имеется несколько разных путей, несколько физических принципов, а, следовательно, и систем. Объединение, также и в предыдущих случаях, производится таким образом, что недостатки каждого из элементов компенсируется, а преимущества складываются.

Пример 4.74. Карандаш

Для карандаша альтернативным элементом может быть авторучка (перьевая, шариковая, капиллярная), кисточка с красками и т. д.

Пример 4.75. Винтовка

Альтернативой винтовки может быть пистолет, гранатомет, арбалет и т. д.

2.2. *Дополнительные системы*

Дополнительные системы / элементы – это системы/элементы, выполняющие разные функции. Рассмотрим дополнительные элементы.

Пример 4.76. Карандаш

Дополнительными для карандаша являются: точилка и колпачок.

Карандаш объединяется с точилкой. Вместо колпачка делается убирающийся грифель.

Пример 4.77. Винтовка

Раньше для винтовки дополнительными были: емкость с порохом (пороховница), набор пуль, пыжи, шомпол и т. д. Теперь это: магазины с пулями, штык-нож, оптический прицел.

2.3. *Антагонистические системы.*

Антагонистические системы/элементы – это системы с противоположными свойствами или функциями. Объединение систем с противоположными функциями позволяет повысить управляемость надсистемы, произвольно менять ее параметры в широком диапазоне и наделить систему новыми функциями.

Пример 4.78. Карандаш

Функции, противоположные карандашу, выполняет резинка или типикс, позволяющие стирать или замазывать текст.

Пример 4.79. Память компьютера

У памяти имеются две противоположные функции – запись и стирание.

Развитие би- и полисистем

Дальнейшее развитие новых систем идет путем повышения их эффективности в двух направлениях:

1. Увеличением различия между элементами системы.
2. Развитием связей между элементами.
   2.1. Система из практически самостоятельных, не связанных между собой элементов, не изменяющихся при объединении.
   2.2. Система из частично измененных, согласованных между собой элементов, которые функционируют только вместе и только в данной системе. Это частично свернутая система.
   2.3. Система полностью измененных элементов, которые работают только в данной моносистеме и отдельно применяться не могут.

Приведем примеры.

1. Увеличение различия между элементами системы.

Эффективность новых систем может быть повышена увеличением различий между элементами системы. Движение идет от ***однородных*** *элементов к элементам* ***со сдвинутыми характеристиками****, к* ***альтернативным*** *элементам; к* ***дополнительным*** *элементам, а затем – к* ***инверсным*** *и, наконец,* ***объединению всех возможных вариантов****.*

Продемонстрируем эту цепочку на примере карандаша, обобщив все описанные ранее варианты.

Пример 4.80. Карандаш

Объединение однородных элементов.

Одинаковые карандаши стоят на письменном столе в стакане. Мы их *частично свернули*, объединив в стакане.

Элементы со сдвинутыми характеристиками. Карандаши разной жесткости или разного цвета. На рис. 4.27 показаны полностью свернутые конструкции карандашей со сдвинутыми характеристиками. В одном карандаше имеется два цвета (красный и синий) рис. 4.27а (свернутая би-система) или много цветов рис. 4.27б (свернутая поли-система).

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov



а) Би система



б) ПОЛИ система[13]

Рис. 4.27. Свернутый карандаш со сдвинутыми характеристиками

Объединение разнородных элементов.

Альтернативные элементы. Авторучка. *Частичное свертывание* – набор авторучки и карандаша. *Дополнительные элементы*. Точилка и колпачок. *Свертывание* – выпускались автоматические цанговые карандаши с точилкой. Колпачок слал ненужным (свернутым) – грифель убирается. *Инверсные элементы*. Резинка и штрих (корректирующая жидкость). *Свертывание* – карандаш с резинкой. При объединении происходит свертывание элементов.

Выпускаются автоматические карандаши с тонкими грифелями. Эти грифели не нужно затачивать. Не нужен колпачок (грифель убирается). *Функции точилки и колпачка полностью свернуты*. В этом карандаше могут меняться и грифели (разной жесткости и разного цвета). Кроме того, в нем имеется и резинка. Это *полностью свернутая система*, включающая карандаш, резинку, отсутствующие точилку и колпачок.

Наконец все указанные элементы были *полностью свернуты* в моно-систему **компьютер**, который выполняет и многие другие функции.

2. Развитие связей между элементами.

Эффективность новых систем повышается развитием связей между элементами. Связь элементов изменяется от «нулевой», отсутствующей связи, т. е. от несвязанных между собой элементов системы, до сильных межэлементных связей. Дальнейшее развитие связей во многих системах происходит в соответствии с цепочкой дробления.

Кроме того, при объединении систем может происходить дальнейшее их развитие по линии упрощения. В результате возможны следующие варианты:

2.1. Система из практически самостоятельных, не связанных между собой элементов, не изменяющихся при объединении.

Пример 4.81. Винтовка

Отдельные винтовки. Один человек стрелял и другой в это время заряжал другую винтовку.

2.2. Система из частично измененных, согласованных между собой элементов, которые функционируют только вместе и только в данной системе. Это частично свернутая система.

[13] http://dataipencil.com/

Пример 4.82. Двустволка

Два ствола, два курка, но один приклад. Имеет возможность осуществлять два выстрела. Это могут быть и разные патроны. Например, в одном дробь, в другом пуля (сдвинутые характеристики).

2.3. Система полностью измененных элементов, которые работают только в данной моносистеме и отдельно применяться не могут.

Пример 4.83. Автоматическая винтовка (автомат)

Автоматическая винтовка – это полностью свернутая система.

Пример 4.84. Микросхема

Сначала использовали отдельные радиодетали (транзисторы, сопротивления, конденсаторы и т. д.). В дальнейшем их объединили в микросхеме – полностью свернутая моносистема.

Итак, мы рассмотрели цепочку **МОНО-БИ-ПОЛИ-СВЕРТЫВАНИЕ**.

Переход к би- и поли-системе осуществляется с использованием механизма, описанного раньше (рис. 4.26). Могут использовать ***однородные*** и ***неоднородные системы***.

Среди ***однородных*** используют:

- одинаковые системы;
- со сдвинутыми характеристиками.

К неоднородным относятся:

- альтернативные;
- инверсные;
- дополнительные.

Свертывание может быть**:** ***частичное*** или ***полное***.

4.5.7. Закон увеличения степени согласованности

Закон увеличения степени согласованности является основным из законов *эволюции технических систем*. Структура этих законов показана на рис. 4.28.



Рис. 4.28. Структура законов эволюции технических систем

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Структура закона согласования

Согласование проводится для недопущения вредных явлений или усиления полезных.

Закон согласования, который будет изложен ниже, был сформулирован В. Петровым в 1975-78 гг. Рассмотрим структуру закона согласования.

1. Объекты согласования:
   - 1.1. Потребности.
   - 1.2. Функции.
   - 1.3. Принцип действия.
   - 1.4. Система:
     - 1.4.1. Структура:
       - 1.4.1.1. Элементы.
       - 1.4.1.2. Связи.
       - 1.4.1.3. Форма.
       - 1.4.1.4. Вещество.
     - 1.4.2. Параметры.
     - 1.4.3. Потоки.
   - 1.5. Надсистема.
   - 1.6. Окружающая среда.
   - 1.7. Поля:
     - 1.7.1. Энергия.
     - 1.7.2. Информация:
       - 1.7.2.1. Данные.
       - 1.7.2.2. Знания.

2. Способы согласования:
   - 2.1. Во времени.
   - 2.2. В пространстве.
   - 2.3. По условию.
   - 2.4. Статическое (постоянное).
   - 2.5. Динамическое (переменное).

Принцип действия должен согласовываться с **главной функцией**, **внешней средой**, **надсистемой** и **системой**.

Процесс согласования принципа действия с главной функцией системы – это обеспечение этой функции, т. е. это выбор принципа действия рабочего органа.

Пример 4.85. Транспортное средство

Главная функция транспортного средства – это перемещать груз или людей из одного пункта в другой. Это может быть выполнено по поверхности земли, под землей, по воздуху, по поверхности воды, под водой и в космосе.

Первоначально выбирается *направление*. Это *согласование с внешней средой*. Например, выбрали перемещение *по поверхности земли*.

Затем выбирается *принцип действия* перемещения по поверхности земли. Например, это может быть: перемещение по дороге, по рельсам, по пересеченной местности и т. д.

Принципы действия могут принципиально отличаться: движение с помощью колеса, гусениц, воздушной подушки, ног и т. д. Это *согласование с надсисте-*

мой. Например, выбрали надсистему – *дорогу*. Тогда один из принципов действия может быть перемещение с помощью *колеса*.

Далее этот принцип действия нужно согласовать с системой.

В качестве системы могут быть: автомобиль, автобус, грузовик, трактор и т. д., например, выбрали автомобиль.

Остальные согласования будут осуществляться в системе.

На **системном** уровне закон включает **согласование**:

- систем;
- подсистем;
- надсистем;
- внешней среды.

При согласовании **систем**, прежде всего, необходимо согласовать ее **структуру**. К структуре, в частности, относятся **форма, расположение** отдельных **элементов** и их **взаимодействие**.

Структура системы определяется **элементами** и **связями**.

Связи могут быть:

- вещественные;
- энергетические;
- информационные.

Системные понятия **структуры**, ее **элементов** и **связей**, и их видов (**вещество**, **энергия**, **информация**) относятся так же к **подсистемам**, **надсистеме** и **внешней среде**.

Параметры могут быть:

- технические;
- эргономические;
- экономические;
- экологические;
- эстетические.
- социальные;
- политические;
- и т. д.

Мы в основном будем рассматривать технические параметры. К ним мы относим не только сугубо технические параметры, но и физические, химические, математические, параметры надежности, т. е. все параметры, относящиеся к работоспособности систем. В частности, в качестве технических параметров могут рассматриваться частота и **ритмика.** Таким образом, **согласование ритмики частей системы** относятся к одному из видов **параметрического** согласования.

В общем случае согласование проводится по всем указанным выше структурным направлениям. Оно представляет собой комбинацию этих структурных направлений и поднаправлений закона согласования. Таким образом, может быть построена сложная морфологическая структура, в виде морфологической матрицы с подматрицами. Своего рода сочетание графа древовидной структуры и перебора всех вариантов на каждом из уровней графа в виде морфологической матрицы.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

На ***системном уровне*** закон согласования относится как к *группе законов организации технических систем* (в виде ***минимального согласования***), так и к *группе законов эволюции технических систем*.

Рассмотрим отдельные виды согласования на системном уровне.

Согласование структуры предусматривает **согласование элементов** и **связей**.

Согласование **элементов**.

Пример 4.86. Развитие радиоэлементов

В приемнике лампы заменили транзисторами, транзисторы – микросхемами.

Под согласованием **элементов** понимается и согласование **материалов, формы и размеров.**

1. Согласование материалов.

Согласование материалов проводится для недопущения вредных явлений и/или усиления полезных.

Материалы могут выбираться:

По качеству:

- однородные;
- разнородные.

По месту расположения:

- во всем объекте;
- в определенном месте.

Пример 4.87. Статическое электричество

Применение однородных материалов, чтобы не допустить появление статического электричества и обратное явление, когда необходимо использовать свойства статического электричества.

2. Согласование формы.

Согласование формы проводится для обеспечения необходимых свойств, например, *придание оптимальной формы*.

Пример 4.88. Обувь

В обуви больше всего изнашивается пятка и носок. В кроссовках сделали скошенную пятку и поднятый носок. Согласовали кривую движения ноги с формой подошвы обуви.

Согласование связей

Согласование **связей** осуществляется:

1. Устранением ненужных или вредных связей.

Пример 4.89. Помехи

Чтобы избавиться от помех в радио и электронной аппаратуре ставят экраны или различные фильтры.

2. Объединением (свертыванием) полезных связей.

Пример 4.90. Сотовый телефон

Первоначально электронная почта передавалась со стационарного компьютера по телефонной линии. В дальнейшем можно было использовать переносной компьютер и сотовый телефон. Современные сотовые телефоны объединили (свернули) эти функции. Теперь пользоваться электронной почтой можно, используя только сотовый телефон.

Согласование параметров

Согласование **политических** параметров осуществляется, например, по дипломатическим каналам или в виде встреч на высшем уровне. К таким параметрам, например, относятся территориальные претензии, сферы влияния, урегулирование политических конфликтов и т. д. Например, арабские страны часто диктуют цены на нефть.

Для согласования различных политических параметров в свое время были созданы ООН, НАТО и другие политические и военные организации.

Эстетические параметры согласовываются при архитектурных разработках, при создании интерьера, при разработке новой моды и т. д.

Социальные параметры согласовываются при определении минимальной заработной платы, минимальной пенсии, мероприятий здравоохранения и т. д.

Экологические параметры должны быть согласованы при разработке новых заводов, электростанций, других сооружений и технологий.

Экономические параметры согласовываются при любых видах деятельности.

Согласование **эргономических** параметров важно не только при создании новой техники, но и при разработке игрушек, спортивных снарядов и оборудования и т. д.

Приведем пример на согласование **размеров**.

Пример 4.91. Кукла

Некоторыми куклами ребенок играет несколько лет. Размеры куклы не меняется. Не плохо бы, чтобы и кукла росла вместе с ребенком...

В США выпускаются надувные игрушки из пластика, которые способны расти вместе с ребенком. Надо лишь подкачать сжатого воздуха.

Основное внимание мы уделим согласованию **технических** параметров.

Пример 4.92. Согласование параметров

При разработке электрических и радиоприборов согласуются сопротивления, конденсаторы, индуктивности, частоты и т. д.

Разработка сложных систем требует четкой согласованности входных и выходных характеристик соединяющихся блоков. Такое согласование идет по многим параметрам.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Пример 4.93. Космическая станция

Завершалась разработка космической станции «Венера-12». К конструкторам пришел ученый из Института геохимии и аналитической химии. Он попросил разместить в спускаемом аппарате станции еще один прибор весом 6 кг. Конструкторы только посмеялись над ним. Надо отметить, что в автоматических космических аппаратах очень плотная упаковка, где учитывается каждый грамм веса и кубический сантиметр пространства.

В спускаемом аппарате был центровочный груз, что бы он занимал строго определенное положение в пространстве. Конструкторы догадались заменить центровочный груз прибором, который одновременно выполнял свои функции и функции груза.

Согласование ритмики

Этот вид параметрического согласования выделен, так как достаточно часто используется в технике.

Под **ритмикой** мы понимаем временную диаграмму, частоты и периоды работы системы. Эти параметры должны быть согласованы для повышения эффективности работы системы и отсутствия нежелательных эффектов.

Согласование **временных характеристик** может проводиться:

1. Заданием строгой определенной последовательности работы.

Пример 4.94. Ритм работы

Конвейерная линия, последовательность работы на различных автоматах, график работы и т. п.

2. Динамичный график работы. Последовательность действий меняется в зависимости от устанавливаемых критериев.

Пример 4.95. Виды воздействия

В сложных технологических процессах виды и режимы обработки меняются в зависимости от свойств, которые необходимо получить, от состояния и вида объекта и т. д.

В медицине виды и продолжительность воздействия на пациента зависят от его состояния. Воздействия автоматически изменяются в зависимости от изменения определенных показателей состояния пациента.

3. Процесс делается прерывистым (импульсным) и в паузы одного процесса вставляется другой процесс. Это может экономить время проведения процесса или проводить два и более взаимоисключающих процесса.

Пример 4.96. Телегазета

С экрана телевидения можно прочесть телегазету. Для этого не используется специальный канал. Информация, несущая текст газеты, распределяется между сигналами телепрограммы. Специальная приставка позволяет прочесть текст газеты слитным. В современных телевизорах такая «приставка» встроена внутри.

Согласование **частоты работы** системы:

1. Согласование частот работы системы.

Пример 4.97. Радиоаппаратура

Чтобы ликвидировать вредные воздействия отдельных блоков радиоаппаратуры, предварительно согласовывают частоты их работы.

2. Согласование работы, действий и с собственной частотой объекта.

Пример 4.98. Резка стекол

Для повышения эффективности резки стекла делают надрез на его поверхности и подают на стекло акустические колебания, с частотой равной частоте собственных колебаний стекла (а.с. 996 347). Стекло намного быстрее и точнее режется.

3. Динамическое согласование частот работы с собственной частотой объекта.

Пример 4.99. Воздействие на человека

Давно замечено, что низкие частоты отрицательно влияют на человека и даже могут убить его. Это свойство использовали для создания психологического оружия.

Многие органы человеческого тела имеют довольно низкие резонансные частоты: голова 20 – 30 Гц, вестибулярный аппарат 0,5 – 13 Гц, руки 2 – 5 Гц, а сердце, позвоночник, почки имеют общую настройку на частоту около 6 Гц.

Во Франции изобретен свисток для разгона демонстраций. В пятимильной зоне люди чувствуют во всем теле сильную болезненную вибрацию.

В США созданы инфразвуковые «прожекторы», которые создают в атмосфере акустические волны, способные повредить зрение, вызвать тошноту, страх... Это новый вид психотропного оружия. На этих частотах звук легко проникает сквозь бетонные и металлические преграды. Можно предположить, что этот вид воздействия доведен до совершенства и для разных целей воздействуют на разные участки тела, изменяя частоту воздействия.

4. Согласование путем складывания противоположных сигналов или в противофазе.

Пример 4.100. Подавление шумов

Один из способов подавления шумов. Шумы улавливаются микрофоном, инвертируются и подаются точно такой же амплитуды обратно. Сигналы складываются и взаимно уничтожают друг друга.

4.5.8. Закон свертывания – развертывания ТС

Закон свертывания – развертывания является основным из законов *эволюции технических систем.* Структура этих законов показана на рис. 4.29.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

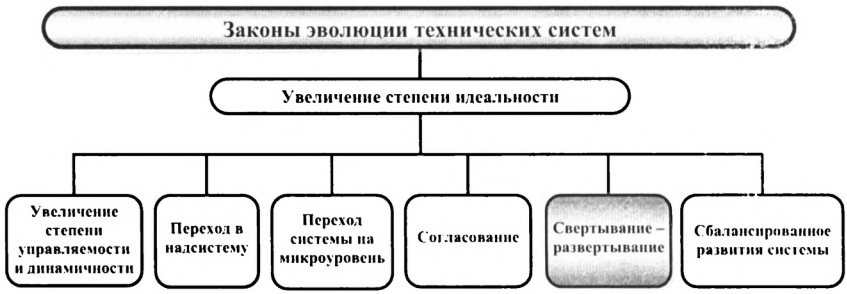


Рис. 4.29. Структура законов эволюции технических систем

Закон свертывания – развертывания включает два закона:

1. *Закон свертывания*;
2. *Закон развертывания.*

Закон свертывания – развертывания заключается в том, что ***любая система в своем развитии сворачивает или разворачивает функции и элементы систем***.

Этот закон увеличивает степень идеальности системы.

Закономерность свертывания.

Эта закономерность увеличивает степень идеальности за счет *сокращения числа элементов системы без ухудшения (или при улучшении) функционирования.*

Закономерность развертывания.

Эта закономерность увеличивает степень идеальности за счет *увеличения числа функций,* выполняемых системой *без ее усложнения.*

Закономерность свертывания

Данная закономерность – один из способов увеличения степени идеальности, путем **снижения себестоимости системы**. Легче всего это осуществить, устраняя части системы. Идеально, когда при этом, функциональность системы не ухудшается, а остается той же или повышается.

Достичь этого можно перераспределив полезные функции свернутых элементов между оставшимися элементами, а также их передачей элементам надсистемы или подсистемы.

Пример 4.101. Автомобиль

В автомобилях имеется тенденция помещать электродвигатель в колесо. Каждое колесо имеет свой двигатель, что позволило каждым колесом управлять отдельно, что значительно увеличило маневренность. Стало возможным разворачиваться на месте и осуществлять параллельную парковку.

Это пример на свертывание ***преобразователя энергии*** – *трансмиссии* и переход к более управляемому полю (переход от механического к электрическому полю).

Пример 4.102. Зубная щетка на пальце

Пример на свертывание ручки зубной щетки изображен на рис. 4.30. Функцию ручки выполняет палец – элемент *надсистемы*. Щетка стала компактной.

Это пример на свертывание *трансмиссии (связи)*.



Рис. 4.30. Зубная щетка на пальце[14]

Пример 4.103. Зубная щетка – ионы

Имеется зубная щетка, которая чистит зубы без пасты и воды (рис. 4.31). В щетке имеется стержень из диоксида титана, размещенный в прозрачной оболочке. При воздействии света стержень высвобождает электроны, которые при взаимодействии со слюной вырабатывают ионы водорода, разлагающие зубной налет.

Данный пример на свертывание надсистемных элементов (пасты и воды) и процесса механической очистки зубов – процесс перешел на микроуровень.

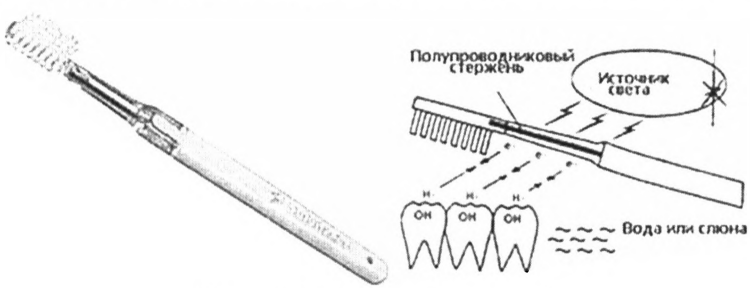


Рис. 4.31. Зубная щетка - ионы[15]

Правила свертывания:

- свертываются элементы или операции, выполняющие вредные функции;

---

[14] http://www.amazon.co.uk/Emmay-Health-Silicone-Finger-Toothbrush/dp/B002L3TTQU

http://www.jefferspet.com/products/petrodex-finger-gloves

[15] https://vk.com/wall-38808673?offset=40&own=1&z=photo-38808673_290872033%2Fwall-38808673_67

http://soladey.narod.ru/work.htm

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

- затем свертывают маловажные элементы или операции особенно с большой относительной стоимостью;
- можно свернуть дополнительные элементы или операции, если какой-то элемент или операция выполняют эту функцию самостоятельно;
- функции устраненных элементов или операций должны быть переданы другим элементам или операциям системы (подсистемам) или надсистеме. Функции свернутых операций могут быть осуществлены на: предыдущих, последующих или параллельных операциях.

Свернуть можно некоторые *неважные* **функции системы**. Это позволит снизить себестоимость системы, за счет отсутствия затрат времени и средств на их выполнение.

При свертывании широко используются все виды ресурсов.

Рассмотрим некоторые пути свертывания технических систем:

1. Передача функций, свернутых частей системы другим элементам системы или операциям процесса.
2. Вытеснение части системы или операции в надсистему.
3. Миниатюризация.
4. Переход в подсистему.

Удаление элементов и передача их функций другим элементам системы

Свертывание осуществляется за счет передачи функций свернутого элемента другим элементам системы.

Продемонстрируем этот вид свертывания на примере.

Пример 4.104. Оружейный патрон

Патрон имеет 4 части: пулю, гильзу, заряд пороха и капсюль. Гильза имеет функции: удерживать пулю, порох и капсюль (соединяя патрон в одно целое), изолировать порох от внешних воздействий (в частности, от влаги), удерживать пороховые газы (предохраняя от коррозии затвор), легкость извлечения (экстрагирования) ее из патронника после выстрела.

Недостатки гильзы: *большой вес* и *стоимость* (50% веса и 60% стоимости патрона), затрачивается время на удаление гильзы, что *уменьшает скорострельность*.

Проведем операцию свертывания гильзы. Идеальная гильза – отсутствующая гильза, а ее функции выполняются.

С исчезновением гильзы становится не нужной функция ее удаления (*свертывание ненужной функции*).

Функции гильзы нужно передать другим частям патрона.

1. Передадим эти функции *пуле*. Такое решение известно. Порох размещали внутри пустотелой пули. Недостаток – малое количество пороха, из-за чего малая мощностью. Такие патроны не получили распространения.

2. Передадим функции *пороху*. Был разработан безгильзовый патрон, где были объединены функции гильзы и пороха и устранены все недостатки гильзы.

В безгильзовом патроне значительно уменьшен вес и объем капсюля, так как был свернут корпус капсюля.

Для патрона Voere VEC-91 создали винтовку с системой электронного воспламенения (что позволяет отказаться от капсюля). *Функции капсюля были переданы надсистеме.*

В настоящее время безгильзовый патрон еще не получил широкого распространения.

Вытеснение части системы в надсистему

Подсистема или ее часть вытесняются в надсистему, превращаясь в специализированные системы в составе надсистемы.

Этот осуществляется следующим образом:

- *уменьшается количество элементов в системе*;
- *уменьшается масса, габариты и энергопотребление*;
- *увеличивается работоспособность*:
  - *система становится проще*;
  - *функция устраненной подсистемы выполняется надсистемой на более качественном уровне, так как осуществляется специализированной системой.*

Пример 4.105. Специализированные компании

В западных армиях функции приготовления пищи и изготовления обмундирования свернуты полностью. Они переданы специальным компаниям, которые выполняют их на более высоком уровне.

Миниатюризация

Миниатюризация всех подсистем в составе данной системы, без вытеснения подсистем в надсистему.

Пример 4.106. Микропроцессоры

Развитие микропроцессоров идет в направлении увеличения функциональных возможностей и уменьшения габаритов, массы и энергопотребления.

Нанотехнолгия позволяет не только осуществить миниатюризацию, но и получить качественно новые материалы, системы, процессы и эффекты.

Переход в подсистему

Подсистемы объединяются в единый элемент. Подсистема выполняет функции других подсистем. Система превращается в *рабочий орган*, в *вещество* в материальных системах и *данные* в информационных системах. При этом часто используются «умные» вещества, выполняющие всю работу других подсистем.

Пример 4.107. Солнечная черепица

В черепице объединены три функции:

- покрытие крыши;

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

- источник электричества;
- источник теплой воды.

Панели имеют три слоя:

- прозрачный поликарбонат – основа;
- солнечные батареи;
- резервуар с теплоносителем.

Тонкая черепица имеет электрические и гидравлические разъемы.

Используется не только световое, но и инфракрасное излучение.

Три функции свернули в один элемент, который выполняет три разные процесса. При этом использовано «умное» вещество – преобразователь солнечной энергии в электрическую – фотоэлемент.

Закономерность развертывания

Данная закономерность – один из способов увеличения степени идеальности, путем **увеличения функциональности**.

Для осуществления этой закономерности может быть использования закономерность «**МОНО-БИ-ПОЛИ-свертывание**» и механизм ее осуществления (закон перехода в надсистему):

- *одинаковые системы;*
- *системы со сдвинутыми характеристиками;*
- *альтернативные системы;*
- *дополнительные системы;*
- *инверсные системы.*

При развертывании можно использовать любые комбинации перечисленных видов систем.

Последовательность развертывания систем:

1. Выявление функций, которые мы хотим добавить к имеющейся системе.
2. Выявление альтернативных систем, выполняющих данные функции.
3. Выбор наилучших систем. Чаще всего выбирают систему, которая работает в самых тяжелых условиях и выпускается массовым производством.
4. Присоединение выбранных систем к имеющейся системе.
5. Определение достоинств и недостатков полученной системы.
6. Определение и разрешение противоречий.
7. Свертывание «лишних» элементов.
8. Максимальное использование ресурсов для развертывания системы.

Процесс объединения систем часто называют **гибридизация**.

Можно выделить отдельные этапы развертывания систем:

1. Гибридизация.
2. Свертывание «лишних» элементов в гибридной системе.
3. Максимальное использование ресурсов.

Гибридизация

Легче всего увеличить функциональность присоединением элементов, выполняющих дополнительные функции – это путь гибридизации. При этом система будет выполнять несколько функций.

Пример 4.108. Электрическая зубная щетка

Головку зубной щетки сделали вращающейся. В нее встроили механизм вращения щеточной головки, электромотор, батарейку или аккумулятор с зарядным устройством. Механизм вращения имеет миниатюрный редуктор и шпиндель привода.

Имеются более сложные электрические зубные щетки с ирригатором, контролем нажима, встроенным таймером 2 минуты, индикатором необходимости зарядки и ультрафиолетовым дезинфицирующим устройством, чтобы убивать микробы на щетке.

Ирригатор создает тонкую струю воды, смывающую остатки пищи. Контроль нажима осуществляется с помощью специального сенсора. При превышении определенного значения появляется звуковой или световой сигнал.

Это типичная гибридизация путем прямого добавления дополнительных элементов.

Еще один пример непосредственной гибридизации.

Пример 4.109. Гибридный автомобиль

Гибридный автомобиль имеет два типа двигателей: двигатель внутреннего сгорания (ДВС) и электрический.

Достоинство ДВС в том, что он потребляет привычный и доступный энергоноситель, а электродвигателя в выдающихся моментных характеристиках.

Гибридный двигатель, в отличие от **ДВС**, не нужно ни заводить, ни раскручивать для запуска. ***Сцепление* для гибридного двигателя – *ненужно* (оно свернуто)**. Включение электродвигателя сразу дает максимальную тягу на колеса (максимальный момент). Еще один ***плюс электродвигателя над ДВС*** – эффективность работы ***в режиме частых стартов и остановок***. При езде в городе это большое преимущество. ДВС эффективнее работает на постоянных, оптимальных для данного двигателя оборотах. Гибридный двигатель позволяет совмещать положительные стороны **ДВС** и **электродвигателя**.

Гибридные автомобили более экологичны, но дороже автомобилей с ДВС при покупке и обслуживании, поэтому они не получили широкого распространения.

Пример из информационных технологий.

Пример 4.110. Гибридный жесткий диск

Гибридный жесткий диск — это вид накопителя, который совмещает в себе традиционный жесткий диск и флэш-память небольшого объема, который используется в качестве кэш-памяти второго уровня. Принцип работы гибридных накопителей заключается в анализе часто используемых данных, размещенных

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

на жестком диске и перенос их в флэш-память для повышения скорости чтения при последующих обращениях пользователя к ним.

Последние два примера гибридизация с частичным свертыванием.

Свертывание «лишних» элементов в гибридной системе

На этом этапе выявляются и разрешаются противоречия синтезированной гибридной системы, главным образом, удалением повторяющихся элементов, но сохраняя привнесенные новые функции.

Пример 4.111. Ложка-вилка

Проследим, как проходила гибридизация ложки и вилки.

Первый этап выбрали два объекта для гибридизации – ложку и вилку.

Первоначально выясним функции, достоинства и недостатки ложки и вилки.

Ложкой можно есть жидкие и сыпучие блюда. Минус ложки – невозможно накалывать на нее куски твердой пищи, например, мяса. На вилку можно насаживать куски твердой пищи, но невозможно зачерпывать жидкую и сыпучую пищу.

Плюсы ложки – это минусы вилки и наоборот. Мы должны объединить достоинства и убрать недостатки. Общее у ложки и вилки – это ручка, поэтому ее можно оставить единой. Ложка и вилка отличается их окончанием. Значит, нужно к концу ложки добавить острия вилки (рис. 4.32).

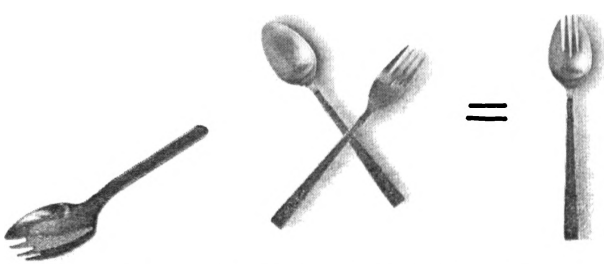


Рис. 4.32. Гибридизация ложки и вилки[16]

Пример 4.112. Ультразвуковая зубная щетка

Щетка создает ультразвуковые колебания частотой 1,6 МГЦ. Эти колебания разрушаю налет на зубах. В отличие от электрической зубной щетки в ней свернуты электродвигатель, механизм вращения (редуктор, шпиндель привода).

Механические колебания заменены ультразвуковыми – переход на микроуровень и к более управляемым полям.

[16] http://www.telecafe.ru/articles/112
https://www.badfon.ru/download/lozhka-vilka-vilkolozhka-kreativ/2000x1411

Максимальное использование ресурсов

Один из путей увеличения степени идеальности – это использование ресурсов.

Первоначально выясняются все ресурсы системы (виды ресурсов, их структура, способы выявления и применения будут описаны в п. 7).

В примере 4.111 использованы **функциональные ресурсы** ложки и вилки (ложкой можно набирать жидкость и сыпучей материал, а вилкой натыкать), их ***форму*** и ***элементы*** (острие вилки и емкость ложки) и ***связь*** с ручкой.

В примере 4.110 применены ресурсы ***потоков информации***, которые распределяются между жестким диском и флэш-памятью в гибридном диске (ресурсы ***пространства***), а также ресурсы ***времени***. В одно время информация находится на жестком диске в другое на флэш-памяти и разнесена по этим разным пространствам.

В гибридном двигателе (пример 4.109) используется ***системный ресурс***. Сочетание двух двигателей позволило отказаться от сцепления.

Надсистемные ресурсы использованы в примере 4.102 в виде пальца, на который одевается зубная щетка.

В примере 4.103 (зубная щетка – ионы) использовано ***«умное» вещество*** – диоксид титана (TiO_2). Оно само под воздействием света (***энергетический*** ресурс) выделяет ***поток*** электронов (***поле***), вырабатывает ионы водорода, соединяясь с влагой – слюной (***вещество***). Ионы разлагают грязь и дезинфицируют ближайшее окружение. Кроме того, изменен ***параметр*** пластмассы оболочки, в которой находится стержень из TiO_2, ее сделали *прозрачной*.

Рассмотрим еще некоторые примеры развертывание системы за счет ресурсов.

В качестве объекта рассмотрения возьмем зубную щетку.

Пример 4.113. Зубные щетки

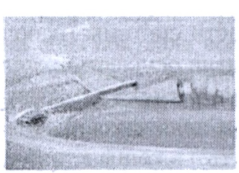
Конец ручки зубной щетки загнут, что позволяет ее вешать (рис. 4.33а).

В ручке сделана щель, позволяющая легче выдавливать пасту (рис. 4.33б).

В этих примерах использованы ресурсы **формы** и **материала**.

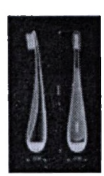


а)



б)





в) Щетка-неваляшка



г) Музыкальная зубная щетка

Рис. 4.33. Зубные щетки[17]

[17]https://www.pinterest.com/pin/372250725419424008/

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Щетка-неваляшка (рис. 4.33в). Использованы ресурсы *смещенного центра тяжести* (ресурсы *знания* – **информации** и массы – **вещества**).

Музыкальная зубная щетка (рис. 4.33г). Во время чистки зубов можно слышать музыку, которая передает по челюстной кости во внутреннее ухо. Использованы ресурсы строения черепа (**информация** и **вещество**).

Последовательность применения выявленных свойств по новому назначению системы и пример использования старых шин будет изложен в п. 7.

Выводы

Закон свертывания – развертывания нацелен на увеличение идеальности технических систем. Свертывание увеличивает степень идеальности за счет *сокращения числа элементов системы без ухудшения (или при улучшении) функционирования*.

Развертывание увеличивает степень идеальности за счет *увеличения числа функций*, выполняемых системой *без ее усложнения*.

4.5.9. Закон сбалансированного развития систем

Закон сбалансированного развития системы является одним из основным законов *эволюции технических систем* (рис. 4.34).

Г. С. Альтшуллером в середине 70-х годов был выдвинут *закон неравномерности развития частей системы*:

«***Развитие частей системы идет неравномерно; чем сложнее система, тем не равномернее развитие ее частей***».

Развитие отдельных частей системы идет неравномерно. Одни части развивают больше, а другие – меньше или совсем не развивают. Особенно это характерно для сложных систем. Вследствие чего, появляются противоречия. Выявление и разрешение противоречий в ТРИЗ осуществляется с помощью алгоритма решения изобретательских задач (АРИЗ), который будет описан в п. 6.

Изменение может касаться как основной части системы (рабочего органа), так и других ее частей. Чаще всего развитие осуществляется вследствие необходимости улучшить какой-то параметр системы. Развитие одной части создает несогласованность в системе и появления противоречия. Постепенно меняются и другие части системы, что, в конце концов, приводит к полной замене всей системы. Затем все начинается заново.

---

http://hrenovina.net/5049

http://www.novate.ru/blogs/220610/14967/

http://stomatologclub.ru/stati/yumor-relaks-17/samye-kreativnye-zubnye-shetki-336/



Рис. 4.34. Структура законов эволюции технических систем

Пример 4.114. Компьютер

В современных компьютерах наиболее быстро развивается процессор (рабочий орган компьютера) и значительно меньшими темпами развивается блок питания. Он по-прежнему остается большой по габаритам и массе. Один из видов разрешения этого противоречия переход к миникомпьютерам. Они используют малые напряжения и токи, и для их питания используются небольшие аккумуляторы. Тем не менее, объем и вес аккумулятора значительно больше процессора.

Пример 4.115. Развитие общества

Общество развивается неравномерно. Появились богатые и бедные классы, что приводит к недовольствам, забастовкам и революциям.

Пример 4.116. Развитие экономики

Отдельные части экономики развиваются неравномерно. В связи с этим появляются экономические и финансовые кризисы. Одна из причин таких кризисов чрезмерное раздувание цен.

Продемонстрируем это на истории с тюльпанами в Голландии почти 400 лет тому назад.

Тюльпаны впервые появились в Западной Европе в середине шестнадцатого века. Особенно они полюбились амстердамским богачам, которые привозили их из Константинополя.

Всякий уважающий себя богатей должен был иметь коллекцию тюльпанов. Потом страсть к тюльпанам охватила представителей среднего класса, а к 1634 году тюльпаны покупали все голландцы. Стало хорошим тоном украшать свой сад или клумбу тюльпанами.

Многие голландцы стали покупать луковицы тюльпанов, чтобы с выгодой вложить деньги. Цены на них становились все выше. Возник эффект положительной обратной связи. Цены баснословно росли…

В 1636 вся страна ринулась в спекуляцию. Многие обогатились.

Но в ноябре 1636 года цены на тюльпаны стали резко снижаться. Мыльный пузырь лопнул.

Такая же картина была характерна для кризиса хай-тека в 2000 году. В высокие технологии стали вкладывать все большие средства и индекс на бирже высо-

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

котехнологичных компаний NASDAQ стал значительно увеличиваться, что привлекало еще большие вливания финансов. Стоимость ценных бумаг значительно отличалась от истинных цен. Мыльный пузырь (иногда это явление называют «экономический пузырь») рос и 14 апреля лопнул – произошло значительное падение индекса NASDAQ. Это было начало кризиса.

Следствие из **закона неравномерности развития частей системы.**

Системы и их части должны *развиваться* равномерно, желательно с одной скоростью и иметь одинаковый уровень развитости.

В связи с этим мы говорим о **законе сбалансированного развития системы.**

4.6. Законы развития технических систем Г. С. Альтшуллера

В середине 70-х годов Г. С. Альтшуллер разработал систему законов, которая была описана в двух работах «Линии жизни» технических систем и «О законах развития технических систем». В дальнейшем они были опубликована в книге «Творчество как точная наука» [19] и сборнике «Дерзкие формулы творчества» [28, С. 61-65]. Законы были разбиты на три группы: «**статика**», «**кинематика**» и «**динамика**». Приведем эти законы:

Статика

1. Закон полноты частей системы.

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

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

Следствие из закона 1:

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

2. Закон «энергетической проводимости» системы.

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

Следствие из закона 2:

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

3. Закон согласования ритмики частей системы.

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

Кинематика

4. Закон увеличения степени идеальности системы.

Развитие всех систем идет в направлении увеличения степени идеальности.

5. Закон неравномерности развития частей системы.

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

6. Закон перехода системы в надсистему.

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

Динамика

7. Закон перехода с макроуровня на микроуровень.

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

8. Закон увеличения степени вепольности.

Развитие технических систем идет в направлении увеличения степени вепольности.

Позже Г. С. Альтшуллер ввел закон увеличения степени динамичности, уточнил понятия законов перехода в надсистему и увеличения степени вепольности [25, С. 90-106], разработал линию увеличения пустотности [27].

Закон увеличения степени динамичности Альтшуллер описал так:

«*... для каждой системы неизбежен этап «динамизации» – переход от жесткой, не меняющейся структуры к структуре гибкой, поддающейся управляемому изменению. ... «Зрелые» и «пожилые» системы тоже динамизируются, что компенсирует увеличение их размеров». ... «Вводят шарниры и упругие элементы, применяют пневмо- и гидроконструкции, используют вибрацию, фазовые переходы... Выбор способа динамизации зависит от конкретных обстоятельств, но сама* ***динамизация – универсальный закон****, определяющий направление развития всех технических систем, даже таких, которые по самой своей природе, казалось бы, должны оставаться жесткими*» [25, С. 59].

Механизмы **закона перехода в надсистему** [25, С. 90-96] Г. С. Альтшуллер представил в виде перехода МОНО-БИ-ПОЛИ-СВЕРТЫВАНИЕ.

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

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

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

Закон увеличения степени вепольности был представлен в виде «*линия развития вепольных систем: от невеполей к простым веполям, затем к сложным веполям и далее к форсированным и комплексно форсированным веполям*» [25, С. 100].

4.7. Прогнозирование развития технических систем

4.7.1. Основные понятия прогнозирования

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

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

Прогнозы бывают **поисковыми** и **нормативными**.

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

Нормативный прогноз (иногда его называют *программным* и *целевым*) – определение *путей* и *сроков* достижения возможных состояний явления, принимаемого в качестве цели. Осуществляется прогнозированием достижения *желаемых состояний*. Этот прогноз отвечает на вопрос, *какими путями достичь желаемого*?

Прогнозирование может выполняться на **качественном** и **количественном уровнях**.

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

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

4.7.2. Прогнозирование с использованием ТРИЗ

4.7.2.1. История вопроса

Первая работа по использованию ТРИЗ для прогнозирования развития технических систем была написана Г. С. Альтшуллером [15]. В ней изложен прогноз развития технических систем с помощью S-образных кривых, дополняющих работу: «Линии жизни» технических систем [19, С. 113-119].

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

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

Совершенствование методики прогнозирования шло путем усовершенствования системы ЗРТС и технологии прогнозирования. Наиболее разработанные, на наш взгляд, системы ЗРТС, созданные Б. Злотиным [54], Ю. Саламатовым [34, С. 6-174], [43], С. Литвиным и А. Любомирским [49], В. Петровым [47], [48], [64].

4.7.2.2. Технология проведения прогноза

В зависимости от затрат времени на прогнозирование его можно подразделить на: *экспресс-прогноз* и *углубленный прогноз* (рис. 4.35).

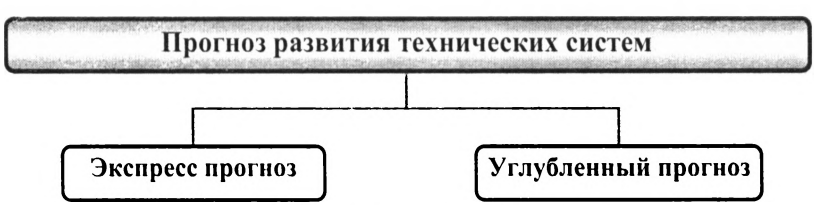


Рис. 4.35. Виды прогнозирования

В данной книге будет рассматриваться только экспресс прогноз с помощью законов развития технических систем.

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

4.7.3. Анализ уровня развития системы

Анализ уровня развития исследуемой системы осуществляется, чаще всего, следующими путями (рис. 4.36):

- *определением развития системы в соответствии с* ***S-образной кривой***;

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

- *сравнением параметров системы с требованиями* ***законов развития технических систем***.

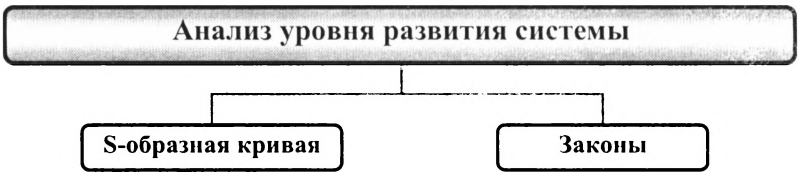


Рис. 4.36. Анализ уровня развития системы

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

4.7.3.1. Анализ по S-кривой

Анализ по S-кривой осуществляется по основным параметрам системы, а затем суммарную оценку. В результате получают картину развития системы по каждому из ее важных параметров и общую картину развития системы. Звездочкой на графике (рис. 4.37) показан уровень развития исследуемой системы.

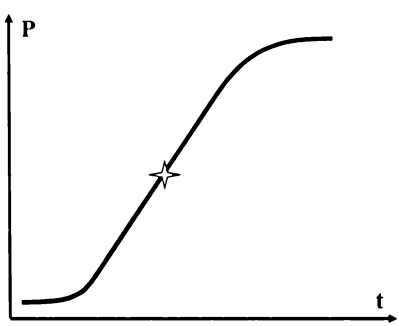


Рис. 4.37. Уровень развитие систем

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

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

- ***продолжить*** *развитие рассматриваемой системы*;
- *начать* ***разработку системы нового поколения***;

- ***продолжить*** *развитие существующей системы и параллельно* ***начать разработку новой системы*** *и т. д.*

4.7.3.2. Анализ по законам развития технических систем

Анализ исследуемой системы по законам развития технических систем осуществляется сравнением параметров системы с требованиями каждого из законов и закономерностей развития (рис. 4.38).

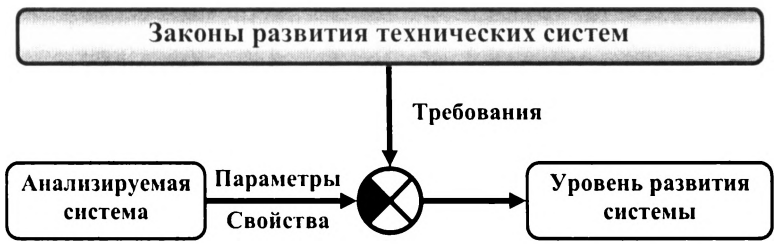


Рис. 4.38. Схема выявления уровня развития системы

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

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

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

Диаграмма, построенная ***по законам***, подходит для любой технической системы. Такую диаграмму будем назвать **обобщенной** (рис. 4.39).

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

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

4.7.4. Экспресс-прогноз

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

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

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

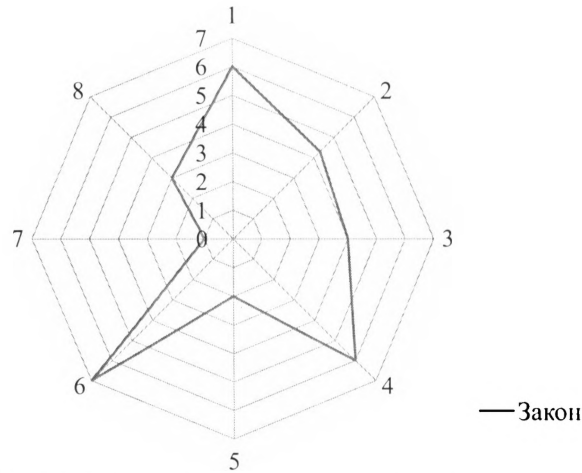


Рис. 4.39. Обобщенная диаграмма развития системы

Где число – это номер закона:

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

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

Анализ по законам показывает по каким направлениям следует развивать данную систему. Прежде всего, следует определить, по каким именно законам следует развивать исследуемую систему, а какие законы в данных обстоятельствах не релевантные.

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

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

4.8. Пример экспресс-прогноза

4.8.1. Описание системы

В качестве объекта для прогнозирования выберем одного из финалистов Кубка Инноваций Мира 2012 года (Innovation World Cup 2012) – «Kinder-Radar» (детский радар).

Известны случаи, когда младенца забывают в транспорте при доставке его в детский сад, иногда это заканчивалось трагически.

Разработали датчик, связанный со смартфоном воспитательницы детского сада. Датчик подает сигнал на смартфон, если ребенок потерялся. Датчик одевают на каждого ребенка.

Проведем анализ и прогноз данной системы по законам развития систем.

4.8.2. Анализ уровня развития системы по законам развития технических систем

Анализ по законам эволюции систем будет представлен в виде таблицы и графа.

Таблица 4.1. Анализ развития системы «Детский радар» по законам развития технических систем

Закон	V
1. Увеличение степени идеальности	**3.00**
2. Увеличения степени управляемости и динамичности	**2.31**
3. Переход системы на микроуровень	**2.00**
4. Переход системы в надсистему	**1.00**
5. Свертывание	**6.00**
6. Развертывание	**5.00**
7. Согласование	**7.00**
8. Неравномерность развития частей системы	**7.00**

Где V – Степень использования закона.

4.8.3. Прогнозирование с помощью системы законов

Опишем экспресс прогнозирование по законам.

1. Закон увеличения степени идеальности.
   1.1. Уровень идеальности.
      1.1.1. Появляется в нужный момент в нужном месте.
      Предложенный датчик не отвечает этому требованию. Он прикреплен к ребенку постоянно и срабатывает только в нужный момент. Все остальное время (большую часть времени) он простаивает.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

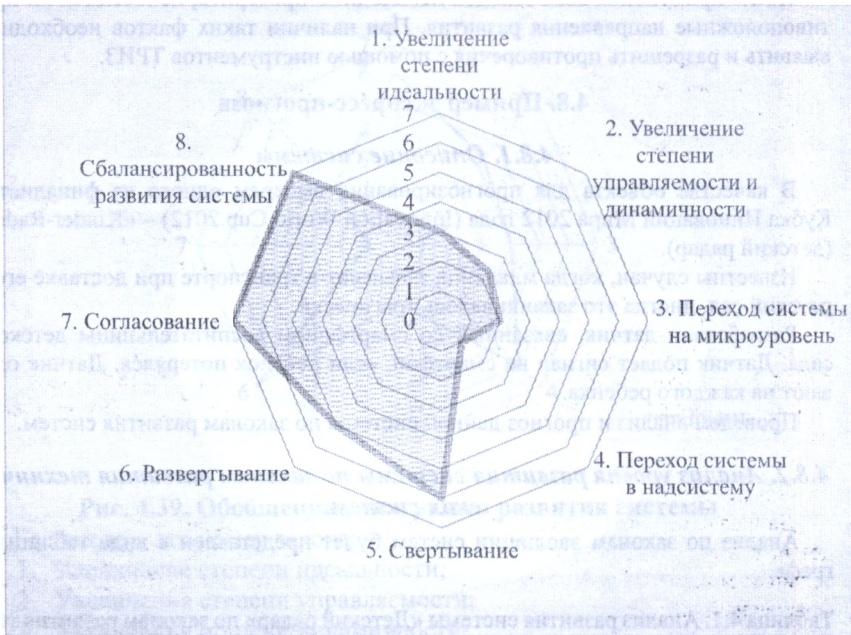


Рис. 4.40. Анализ развития системы «Детский радар» по законам развития технических систем

Датчик должен появиться, только когда необходимо сообщить сигнал или выполнять другие функции.

1.1.2. Системы нет, а только функция.

Датчика вообще быть не должно, но его функции должны выполняться.

1.1.3. Нет потребности в данной функции.

Функция – напомнить об оставленном в машине ребенке. Эта функция будет не нужна, если невозможно оставить ребенка в машине, например, система не позволит выйти водителю из автомобиля, если остался ребенок.

1.1.4. Самоисполнение.

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

Значит, ребенок должен сам сообщать водителю сигнал, чтобы его не оставили в машине. Должна быть придумана система как это сделать.

1.2. Показатель степени идеальности.

В данной системе:

- количество функций $F = 1$;
- качество, видимо, наивысшее;

- стоимость, видимо, низкая;
- будем считать, что вредных функций нет $H = 0$.

Увеличить степень идеализации можно увеличением количества функций. Значит, датчик должен *выполнять **дополнительные** функции*.

2. Увеличения степени управляемости и динамичности.
   2.1. Общая тенденция увеличения степени управляемости.
      2.1.1. Переход от неуправляемой системы, к управлению по разомкнутому ***контуру,*** к ***системе с обратной связью***, к ***адаптивной (самонастраивающейся) системе***, к ***самообучаемой*** и ***самоорганизующейся системе,*** к **саморазвивающейся** и ***самовоспроизводящей системе***.

Эта система по разомкнутому контуру.

Система может приспосабливаться под конкретного водителя и конкретного ребенка. Она будет самообучаемой и при необходимости менять свою структуру для принятия правильного решения, более того она может быть саморазвивающейся.

Общие выводы.

Данная система будет включена в систему управления автомобилем. Она будет иметь сенсоры, построенные на разных принципах: видеокамера; чувствительный микрофон, меняющий свою направленность при необходимости; инфракрасный датчик и т. д.

Система будет использоваться так же как противоугонное устройство и средство безопасности движения и т. д. Она изучит водителя, будет не только хорошо знать его внешность, но походку, привычки, манеру вождения и т. д. Она будет подсказывать водителю его действия и в случае, если он будет засыпать, разбудит его. В том числе, чтобы он не забыл ребенка в автомобиле. Если, тем не менее, водитель захочет выйти из автомобиля, то его постарается удержать в машине, пока водитель не возьмет ребенка с собой.

Таблица 4.2. Прогноз развития системы «Детский радар» по законам развития технических систем

Закон	V
1. Увеличение степени идеальности	**9.00**
2. Увеличения степени управляемости и динамичности	**9.90**
3. Переход системы на микроуровень	**6.00**
4. Переход системы в надсистему	**9.96**
5. Свертывание	**8.00**
6. Развертывание	**9.80**
7. Согласование	**10**
8. Неравномерность развития частей системы	**9.00**

Где V – Степень использования закона.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

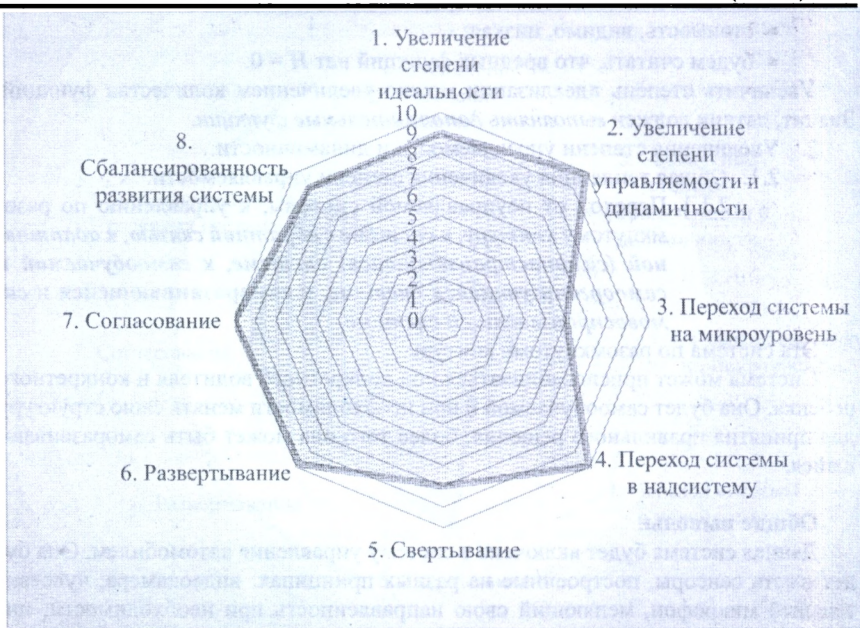


Рис. 4.41. Прогноз развития системы «Детский радар» по законам развития технических систем

4.9. Самостоятельная работа

4.9.1. Вопросы для самопроверки

1. Что такое закон? Дайте определение.
2. Как можно классифицировать законы по виду общности?
3. Что такое закон S – образного развития?
4. Что такое линии жизни систем?
5. Что такое огибающие кривые?
6. Опишите структуру законов развития технических систем.
7. Опишите структуру законов организации систем.
8. Для чего предназначены законы организации систем?
9. Опишите закон полноты частей системы.
10. Опишите закон проводимости потоков.
11. Опишите закон минимального согласования системы.
12. Опишите последовательность построения новой системы.
13. Опишите структуру законов эволюции систем.
14. Какой основной закон эволюции технических систем.
15. Что такое идеальная система? Дайте определение.
16. Опишите виды степеней идеальности.

17. Приведите формулу показателя степени идеальности системы.
18. Что такое идеальное вещество? Приведите примеры.
19. Приведите формулу показателя степени идеальности вещества.
20. Что такое идеальная форма? Приведите примеры.
21. Что такое идеальный процесс? Приведите примеры.
22. Приведите формулу показателя степени идеальности процесса.
23. Опишите закон увеличения степени управляемости.
24. Опишите закон увеличения степени динамичности.
25. Опишите закон перехода на микроуровень.
26. Опишите закон перехода системы в надсистему.
27. Опишите закон увеличения степени согласованности.
28. Опишите закон свертывания-развертывания.
29. Приведите последовательность свертывания и развертывания технической системы.
30. Опишите закон неравномерности развития технических систем.
31. Опишите систему законов Альтшуллера.
32. Опишите последовательность прогнозирования технических систем.
33. Как проводится экспресс-прогноз. Опишите технологию его проведения.

4.9.2. Темы докладов и рефератов

1. Идеальные системы связи.
2. Идеальный компьютер.
3. Сравнительный анализ имеющихся систем законов развития техники.
4. Прогноз развития информационных систем.
5. Прогноз развития транспорта.
6. Прогноз развития системы по вашему выбору.

4.9.3. Выполните задания

1. **Приведите примеры использования законов развития технических систем.**
   1.1. Закон S – образного развития.
   1.2. Закон полноты частей системы.
   1.3. Закон проводимости потоков.
   1.4. Продемонстрируйте последовательность построения новой системы.
   1.5. Закон увеличения степени идеальности
      1.5.1. Приведите примеры, когда система появляется в нужный момент в нужном месте.
      1.5.2. Приведите примеры систем, которые все делают сами (самоисполняемые системы).

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

1.5.3. Приведите примеры, когда системы нет, а функция ее выполняется.

1.5.4. Приведите примеры, когда нет необходимости в выполнении функции.

1.5.5. Опишите новую идеальную систему.

1.6. Закон увеличения степени управляемости.

1.7. Закон увеличения степени динамичности.

1.8. Закон перехода на микроуровень.

1.9. Закон перехода системы в надсистему.

1.10. Закон увеличения степени согласованности.

1.11. Закон свертывания-развертывания.

2. Проведите экспресс-прогноз.

2.1. Продемонстрируйте экспресс-прогноз мобильного телефона.

2.2. Выберете техническую систему и проведите экспресс-прогноз.

Глава 5. ВЕПОЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

Введение

1. Традиционная технология решения задач
2. Обзор ТРИЗ
3. Системный подход
4. Законы развития систем
5. Вепольный анализ
6. АРИЗ
7. Информационный фонд
8. Методы развития личности и коллектива
9. Заключение

***...веполь является схемой минимальной ТС**: он включает изделие, инструмент и энергию (поле), необходимую для воздействия инструмента на изделие. Любую сложную техническую систему можно свести к сумме веполей.*

Г. С. Альтшуллер

Вепольный анализ – это раздел ТРИЗ, предназначенный для представления исходной технической системы в виде определенной (структурной) модели и преобразования ее для получения структурного решения, устраняющего недостатки



Содержание главы 5:

5.1. Понятия вепольного анализа
5.2. Основные обозначения
5.3. Виды вепольных систем
5.4. Устранение вредных связей
5.5. Нахождение нужного эффекта
5.6. Закон увеличения степени вепольности

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

5.1. Понятия вепольного анализа

Структурный вещественно-полевой (вепольный) анализ – раздел ТРИЗ, изучающий и преобразующий структуру технических систем. Вепольный анализ разработан Г. С. Альтшуллером.

Вепольный анализ – это язык схем, позволяющий представить исходную техническую систему в виде определенной (структурной) модели. С помощью специальных правил выявляются свойства этой технической системы. Затем по конкретным закономерностям преобразовывают исходную модель задачи и получают структуру решения, которое устраняет недостатки исходной системы.

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

Веполь – модель минимально управляемой технической системы, состоящей из двух взаимодействующих объектов и их взаимодействий.

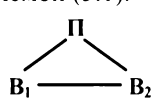
Взаимодействующие объекты условно названы **веществами** и обозначаются $\mathbf{B_1}$ и $\mathbf{B_2}$, а само взаимодействие называется **полем** и обозначается **П**.

Под «**веществом**» будем понимать любой объект, начиная с материала, его структуры, молекул, атомов, до самых сложных технических систем, например, космическая станция. В информационных системах это может быть *элемент* или *данные*.

Поле может представлять собой любое **действие** или **взаимодействие**, например, ***энергию***, ***силу*** или ***информацию***. В информационных системах это может быть *алгоритм*.

Виды веществ и полей приведены в учебном пособии по вепольному анализу [46].

Веполь изображается схемой (5.1).



(5.1)

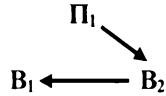
Термин **ВеПоль** произошел от слов «**Вещество**» и «**Поле**».

Вепольный анализ включает в себя определенные правила и тенденции. Эти тенденции подчиняются **закону увеличения степени вепольности,** который будет описан ниже.

Вепольный анализ предназначен для:

- **представления исходной структуры задачи (системы);**
- **определения структурного решения задачи;**
- **выявления перспективы развития структуры системы.**

Если $\mathbf{B_1}$ – изделие, $\mathbf{B_2}$ – инструмент, «обрабатывающий» изделие $\mathbf{B_1}$, а **П** – поле (энергия, сообщаемая инструменту), то веполь будет иметь вид (5.2).



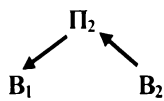
(5.2)

Пример 5.1. Разрезание хлеба

Продемонстрируем веполь на примере нарезки хлеба.

Хлеб **В1** разрезают ножом **В2**, прикладывая силу руки **П1** (поле механических сил). В данном случае **П1** – линейное перемещение ножа.

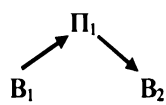
Этот же пример можно представить и другой вепольной схемой (5.3): нож **В2** действует на хлеб **В1** через механическое поле **П2**, представляющее собой давление ножа на хлеб или трение между ножом и хлебом.



(5.3)

Пример 5.2. Информационная система

Если **В1** – элемент (программа) 1, **В2** – элемент (программа) 2, а **П1** – поле (сигнал – информация), то вепольную модель можно представить схемой (5.4). Эту же формулу можно представить и так: **В1** – данные (информация) 1, **В2** – данные (информация) 2, а **П1** – алгоритм.



(5.4)

Введем понятие «отзывчивости».

Отзывчивость в вепольном анализе – это свойство ***вещества*** **В** реагировать (отзываться) на воздействие ***поля*** **П**, т. е. выполнять необходимое (заданное) действие, или ***вещества*** **В** генерировать необходимое ***поле*** **П**.

Приведем примеры «отзывчивых» веществ и полей:

1. **Ферромагнитное вещество** отзывчиво на **магнитное поле**.
2. **Тензорезистор** отзывчив на ***деформацию***, ***давление, напряжение, перемещение*** (**механическое поле**).
3. **Материал с памятью формы** отзывчив на **тепловое поле**.
4. **Флуоресцентные** и **фоточувствительные вещества** отзывчивы на **рентгеновское излучение**.
5. **Поляризационная пластина** отзывчива на **оптическое поле**.
6. **Фотодиод** отзывчив на **оптическое поле**.
7. **Жидкие кристаллы** отзывчива на **тепловое** и **электрическое поле**.
8. И т. д.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

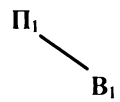
5.2. Основные обозначения

В данном разделе представлены основные обозначения вепольного анализа.

Связь между элементами обозначается ***линией***.

На схеме (5.5) изображены вещества $\mathbf{B_1}$, $\mathbf{B_2}$ связанные между собой каким-то образом (не всегда известным), а на схеме (5.6) показана связь $\mathbf{П_1}$ и $\mathbf{B_1}$.

$$\mathbf{B_1} \text{ —— } \mathbf{B_2} \tag{5.5}$$



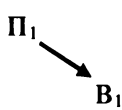
(5.6)

Действие (воздействие) обозначается ***стрелкой***.

Воздействие инструмента $\mathbf{B_1}$ на изделие $\mathbf{B_2}$ может быть изображено схемой (5.7). Стрелка указывает направление действия $\mathbf{B_1}$ на $\mathbf{B_2}$

$$\mathbf{B_1} \longrightarrow \mathbf{B_2} \tag{5.7}$$

Схема (5.8) показывает действие поля $\mathbf{П_1}$ на вещество $\mathbf{B_1}$.

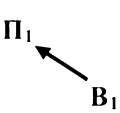


(5.8)

Может быть и **обратное действие** $\mathbf{B_2}$ на $\mathbf{B_1}$ показано на схеме (5.9).

$$\mathbf{B_1} \longleftarrow \mathbf{B_2} \tag{5.9}$$

или $\mathbf{B_1}$ на $\mathbf{П_1}$ – схема (5.10).



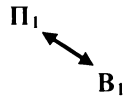
(5.10)

Взаимодействие обозначается ***двухсторонней стрелкой***.

Схема (5.11) описывает **взаимодействие** веществ $\mathbf{B_1}$ и $\mathbf{B_2}$.

$$\mathbf{B_1} \longleftrightarrow \mathbf{B_2} \tag{5.11}$$

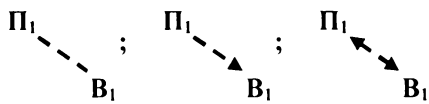
Схема (5.12) описывает **взаимодействие** поля и вещества $\mathbf{П_1}$ и $\mathbf{В_1}$.



(5.12)

Действия могут быть **неэффективными** или **недостаточными**. Они обозначаются прерывистой линией, как показано на схеме (5.13) и (5.14).

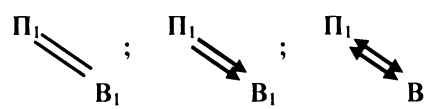
$$\mathbf{В_1 - - - В_2;\ \ В_1 - - \blacktriangleright В_2;\ \ В_1 \blacktriangleleft - - \blacktriangleright В_2} \qquad (5.13)$$



(5.14)

Избыточные действия обозначаются двумя параллельными линиями (стрелками). Эти действия показаны на схеме (5.15) и (5.16).

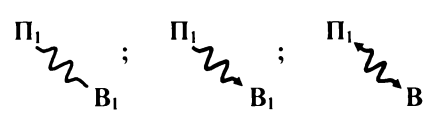
$$\mathbf{В_1 \Longrightarrow В_2;\ \ В_1 \Longrightarrow \blacktriangleright В_2;\ \ В_1 \blacktriangleleft \Longrightarrow \blacktriangleright В_2} \qquad (5.15)$$



(5.16)

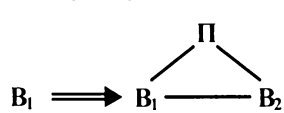
Вредные, **нежелательные** действия обозначаются волнистой линией. Эти действия показаны на схеме (5.17) и (5.18).

$$\mathbf{В_1 \sim\!\!\sim В_2;\ \ В_1 \sim\!\!\sim \blacktriangleright В_2;\ \ В_1 \blacktriangleleft \sim\!\!\sim \blacktriangleright В_2} \qquad (5.17)$$



(5.18)

Знак **перехода** от *исходной вепольной модели к необходимой* обозначается двойной стрелкой, например, как показана в (5.19).



(5.19)

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

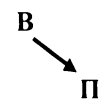
5.3. Виды вепольных систем

5.3.1. Вепольные модели для полей

Можно представить три вида вепольных моделей:

- **генерирование поля**;
- **преобразование поля**;
- **видоизменения поля**.

Генерирование поля веществом представлено схемой (5.20). При помощи этой схемы могут быть описаны явления, происходящие, например, в: *магните, радиоактивном веществе, радио, электрете* (электрический аналог постоянного магнита), *электрической батарее, веществе с запахом* и т. п.



(5.20)

Вместо цифр у веществ и полей могут быть буквенные обозначения или смешанные, например, *магнит* в схеме (5.20) можно обозначить, как $\mathbf{В_{маг}}$, $\mathbf{П_{маг}}$ или $\mathbf{В_1}$, $\mathbf{П_{маг}}$ ($\mathbf{В_{маг}}$, $\mathbf{П_1}$); *радиоактивное вещество* – $\mathbf{В_{р.а.}}$, $\mathbf{П_{р.а}}$; *радио* – $\mathbf{В_{рад}}$, $\mathbf{П_{рад}}$; *электрет* – $\mathbf{В_{эл}}$, $\mathbf{П_{эл}}$ и т. д.

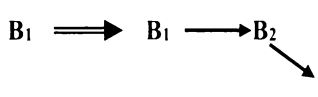
Приведем пример из области информационных систем.

Пример 5.3. Корректирующие коды

При записи, воспроизведении или передаче данных возникают ошибки под влиянием помех. Для обнаружения и исправления ошибок используют ***корректирующие коды***.

При записи или передаче в полезные данные добавляют избыточную информацию (**контрольное число**), а при чтении или приеме контрольное число используют для обнаружения и исправления ошибок. При проверке определяют ***контрольную сумму***. Она может использоваться, например, для детектирования компьютерных вирусов.

Необходимо проверить данные $\mathbf{В_1}$ – левая часть схемы (5.21). При записи добавляют контрольное число $\mathbf{В_2}$. По контрольной сумме $\mathbf{П_1}$ определяют правильность данных $\mathbf{В_1}$ (нет ли ошибки или вируса).



(5.21)

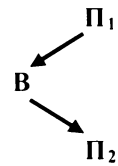
Где:

$\mathbf{В_1}$ –данные 1;

$\mathbf{В_2}$ – данные 2 (избыточная информация – контрольное число);

$\mathbf{П_1}$ – контрольная сумма.

Преобразование поля веществом представлено на схеме (5.22). Вещество **преобразует один вид поля** (энергии или информации) $\mathbf{П_1}$ в **другой** $\mathbf{П_2}$ вид. Это два качественно разных поля.



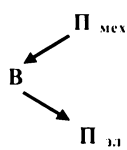
(5.22)

Примечание. Принято *входное поле* (в данном случае $\mathbf{П_1}$) располагать над веществом **В**, а *выходное* $\mathbf{П_2}$ ниже вещества **В**.

Преобразование энергии могут осуществлять, например, *генератор, двигатель, трансформатор, усилитель, измерительный элемент (датчик)* и т. п.

Пример 5.4. Генератор

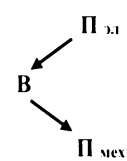
Генератор электрического тока **В** преобразует *вращательное поле* $\mathbf{П_1}$ (*поле механических сил*), которое может быть изображено и как $\mathbf{П_{мех}}$, в *электрическое поле* $\mathbf{П_2}$ или $\mathbf{П_{эл}}$. Веполь будет иметь вид (5.23).



(5.23)

Пример 5.5. Электродвигатель

У *электродвигателя* **В** – обратное преобразование – *электрическое поле* $\mathbf{П_{эл}}$ превращается в *механическое* $\mathbf{П_{мех}}$ *поле вращения*. Веполь будет иметь вид (5.24).



(5.24)

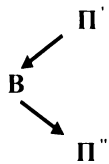
Преобразование информации.

Пример 5.6. Телефон

В телефоне – звуковая информация (акустическое поле $\mathbf{П_{ак}}$) преобразуется в электрическую $\mathbf{П_{эл}}$, и обратное преобразование – акустического поля $\mathbf{П_{ак}}$ в электрическую $\mathbf{П_{эл}}$, эти преобразования осуществляют микрофон и наушник, соответственно; радио преобразует электромагнитные волны (электромагнитное поле $\mathbf{П_{эл.м.}}$) в звуковые (акустическое поле $\mathbf{П_{ак}}$).

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Видоизменение поля веществом представлено схемой (5.25). Вещество изменяет характеристики одного и того же поля (энергии или информации) из $\mathbf{П_1}$ в $\mathbf{П_2}$. Вид поля качественно не меняется, поэтому поля можно изобразить как $\mathbf{П'}$, $\mathbf{П''}$, тогда схему веполя (5.22) можно представить в виде (5.25).



(5.25)

Видоизменение энергии могут осуществлять, например, *трансформатор, транзистор, усилитель, выпрямитель, преобразователь частоты, аналого-цифровой преобразователь (преобразователь аналог-код), призма, линза* и т. п.

Видоизменение информации могут осуществлять, например, *преобразователи кодов, преобразователь информации (например, десятичной в двоичную и обратно), компьютер* и т. п.

5.3.2. Виды вепольных систем для измерения и обнаружения

Существует класс задач, в которых необходимо **измерять** какие-то параметры систем или **обнаруживать** какие-то объекты или их части. Условно такие технические системы будем называть – **измерительными**. Модели таких систем могут иметь вепольные структуры, рассмотренные ранее (5.20), (5.22) или (5.25).

Для **измерения** параметров вещества $\mathbf{В_1}$ или его **обнаружения**, к нему *присоединяют* вещество $\mathbf{В_2}$, которое может:

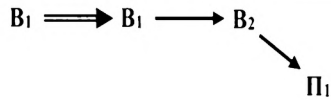
- **генерировать поле $\mathbf{П_1}$ (5.26);**
- **преобразовывать поле $\mathbf{П_1}$ в поле $\mathbf{П_2}$ (5.28);**
- **видоизменять поле $\mathbf{П'}$ в поле $\mathbf{П''}$ (5.29).**

Генерирование поля

Необходимо **измерить** или **обнаружить** объект, который обозначим как вещество $\mathbf{В_1}$. Для этого к нему присоединяют вещество $\mathbf{В_2}$, которое **генерирует** поле $\mathbf{П_1}$.

В вепольном виде генерирование поля описано схемой (5.26). Слева от двойной стрелки показано, что в системе нужно обнаружить или измерить (вещество $\mathbf{В_1}$), а справа – ***вепольная модель*** **генерирования поля**, где $\mathbf{В_2}$ – вещество-генератор, которые мы рассмотрели выше.

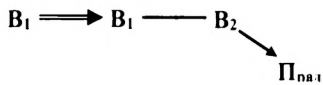
По выделяемому полю можно легко обнаружить $\mathbf{В_1}$ или измерить его характеристики.



(5.26)

Пример 5.7. Обнаружение затонувшего объекта

Для обозначения места затонувшего объекта $\mathbf{B_1}$ к нему прикрепляют радиобуй $\mathbf{B_2}$, дающий сигнал $\mathbf{П_{рад}}$, который является радиомаяком для спасательный средств (рис. 5.1).



(5.27)

Где:

$\mathbf{B_1}$ – затонувший объект;

$\mathbf{B_2}$ – радиобуй;

$\mathbf{П_{рад}}$ – радиосигнал (радио поле – электромагнитное поле).

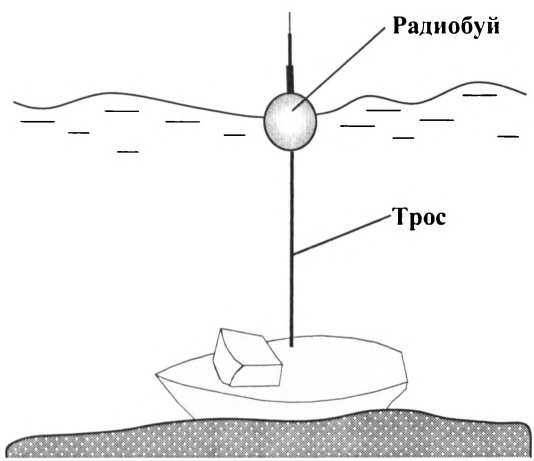


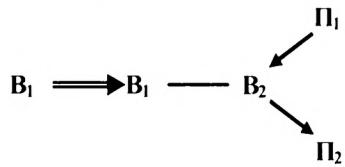
Рис. 5.1. Обнаружение затонувшего объекта

Преобразование поля

Необходимо **обнаружить** вещество $\mathbf{B_1}$. Для этого к нему присоединяют вещество $\mathbf{B_2}$, на которое воздействуют полем $\mathbf{П_1}$ и вещество $\mathbf{B_2}$ **преобразует** его в поле $\mathbf{П_2}$. Преобразование поля описано веполем (5.28).

Примечание. Следует отметить, что если объект измерения $\mathbf{B_1}$ *отзывчив* на имеющиеся в нашем распоряжении поле $\mathbf{П_1}$ и может адекватно реагировать на это поле (генерировать ответное поле $\mathbf{П_2}$), то нет необходимости добавлять другое вещество $\mathbf{B_2}$.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov



(5.28)

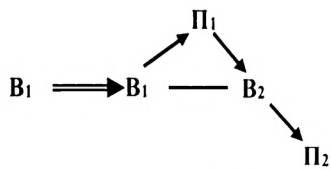
Пример 5.8. Измерение температуры

Градусник можно представить веполем (5.28).

$\mathbf{B_1}$ – объект, температуру которого нужно измерить;

$\mathbf{B_2}$ – градусник «переводящий» температуру (тепловое поле $\mathbf{П_1}$ или $\mathbf{П_{тем}}$) в некоторый сигнал (поле $\mathbf{П_2}$, например, электрический сигнал $\mathbf{П_{эл}}$ или оптический $\mathbf{П_{опт}}$ – столб ртути, на который мы смотрим.

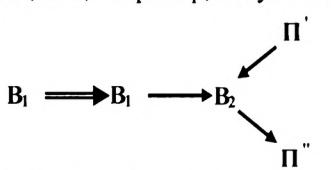
Схема (5.28) в данном примере может быть уточнена, так как поле $\mathbf{П_1}$ генерирует вещество $\mathbf{B_1}$.



Схемой (5.28) можно представить любой датчик (сенсор), например, для измерения: давления, скорости, перемещения, положения, натяжения, расхода, влажности, уровня, радиоактивности и т. д.

Видоизменение поля

Необходимо **обнаружить** вещество $\mathbf{B_1}$. Для этого к нему присоединяют вещество $\mathbf{B_2}$, на которое воздействуют полем $\mathbf{П'}$ и вещество $\mathbf{B_2}$ **видоизменяет** его в поле $\mathbf{П''}$. Видоизменение поля описано веполем (5.29). Поля $\mathbf{П'}$ и $\mathbf{П''}$ одной и той же природы, они, например, могут отличаться количественно.

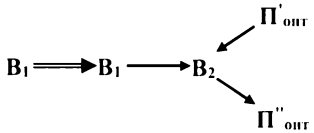


(5.29)

Веполем (5.29) можно представить, например, любые электрические измерения: *напряжения*, *тока*, *мощности*, *частоты*; *измеритель информации* и т. д.

Пример 5.9. Обнаружение пешехода

Для того чтобы в темное время суток обнаружить и не сбить пешехода ($\mathbf{B_1}$) к его одежде, обуви или сумке прикрепляют светоотражающий материал ($\mathbf{B_2}$). Свет фар ($\mathbf{П'}$) автомобиля отражается от этого материала ($\mathbf{B_2}$), и шофер видит отраженный свет ($\mathbf{П''}$). Это можно представить веполем (5.30).



(5.30)

Где:

$\mathbf{В_1}$ – пешеход;
$\mathbf{В_2}$ – светоотражающий материал;
$\mathbf{П'_{опт}}$ – свет фар (оптическое поле);
$\mathbf{П''_{опт}}$ – отраженный свет (оптическое поле).

5.3.3. Виды вепольных структур

Существуют следующие виды вепольных структур:

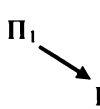
- невепольная система (5.31), (5.32), (5.33);
- вепольная система – простой веполь (5.34);
- комплексный веполь:
  - внутренний комплексный веполь (5.38), (5.39);
  - внешний комплексный веполь (5.42), (5.43);
  - комплексный веполь на внешней среде (5.47), (5.48);
  - комплексный веполь на измененной внешней среде (5.51), (5.52);
- сложный веполь:
  - цепной веполь (5.57);
  - двойной веполь (5.61);
  - смешанный веполь (5.64), (5.65).

Невепольная система

Система, состоящая из ***одного элемента***: вещества $\mathbf{В_1}$ или поля $\mathbf{П_1}$, описанные схемой (5.31) или ***двух элементов***: двух веществ $\mathbf{В_1}$, $\mathbf{В_2}$ (5.32); вещества $\mathbf{В_1}$ и поля $\mathbf{П_1}$ (5.33), называется **невепольной** или **неполной вепольной системой**.

$$\mathbf{В_1; П_1} \tag{5.31}$$

$$\mathbf{В_1 \text{——} В_2} \tag{5.32}$$



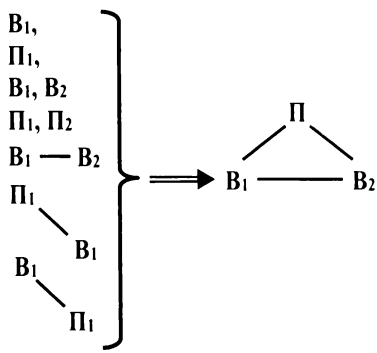
(5.33)

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Невепольные системы, как правило, неуправляемые или плохо управляемые.

Основное правило ***вепольного анализа.***

Невепольные системы ***для повышения управляемости необходимо сделать*** **вепольными**. Это правило можно условно представить в виде (5.34).



(5.34)

Задача 5.1. Снятие коры с древесины

Условия задачи

Обычно кору древесины отделяют механически в специальных корообдирочных барабанах или механическими инструментами, например, топором. При этом повреждается и сама древесина.

Необходимо предложить способ отделения коры от древесины, которые бы не портил древесину.

Разбор задачи

Разберем эту задачу с позиций вепольного анализа. Имеется древесина и кора. Система невепольная. Она может быть описана схемой (5.35).



(5.35)

Где:

B_1 – древесина;

B_2 – кора.

Систему необходимо достроить до вепольной. Достройка веполя заключается во ведении поля $П_1$, воздействующего только на кору в направлении ее отрыва от древесины. Это показано вепольной схемой (5.36).



(5.36)

Необходимо подобрать поле $П_1$, которое может осуществить такое действие.

Между корой и древесиной (рис. 5.2) находятся слой клеток (**камбий**), содержащий большое количество влаги, вскипание которой может оторвать кору.

Вскипание можно осуществить с помощью вакуума или нагрева, например, токами высокой частоты. Таким образом, вепольный анализ рекомендует использовать ***тепловое поле*** $\mathbf{П_1} = \mathbf{П_{теп}}$.

Здесь использовали ресурсы – структуру древесины – кембрий, а также физические эффекты: кипение и нагрев токами высокой частоты.

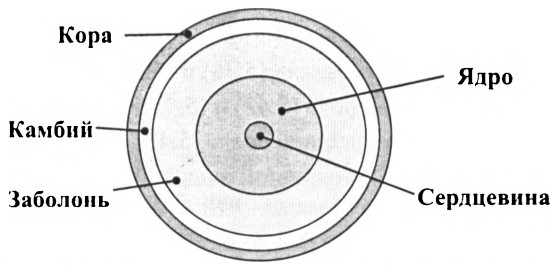


Рис. 5.2. Схема поперечного разреза ствола дерева

Задача 5.2. Слежение за объектом

Условия задачи

Необходимо следить за каким-то объектом $\mathbf{B_1}$.

Разбор задачи

Дано только одно вещество $\mathbf{B_1}$ – объект слежения.

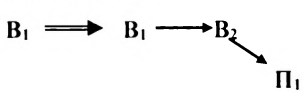
Система *невепольная*.

Для решения мы должны достроить систему до вепольной. Данный тип задачи на *измерение и обнаружение*. Воспользуемся схемой (5.21).

Для слежения за каким-либо объектом к нему прикрепляют «жучок». С помощью специальной аппаратуры определяют место нахождения объекта слежения.

И так, у нас имеется объект слежения $\mathbf{B_1}$. Построим вепольную схему слежения за объектом. Для этого добавим еще одно вещество $\mathbf{B_2}$ («радио жук»), которое генерирует поле $\mathbf{П_1}$ (радио поле).

Веполь будет иметь вид (5.37).



(5.37)

Где:

$\mathbf{B_1}$ –объект слежения;

$\mathbf{B_2}$ – «радио жук»;

$\mathbf{П_1}$ – радио поле.

Дальнейшее **повышение управляемости вепольных систем** осуществляется ***заменой веществ*** и/или ***полей*** на ***более управляемые*** и ***изменением структуры веполей***.

Рассмотрим виды вепольных структур.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

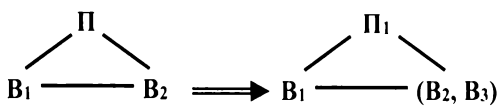
Как мы отмечали выше, вепольные структуры могут быть **комплексные** и **сложные**. Рассмотрим эти структуры.

Комплексный веполь – это веполь с дополнительным введенным веществом B_3, которое может присоединяться к B_1 или B_2, повышая управляемость системой или придавая ей новые свойства, тем самым, повышая эффективность технической системы.

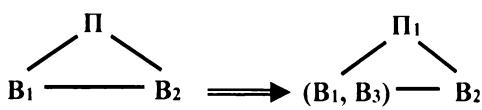
Комплексные веполи бывают:

- внутренний *комплексный веполь* (5.38) и (5.39);
- внешний *комплексный веполь* (5.42) и (5.43);
- *комплексный веполь* на внешней среде (5.47) и (5.48);
- *комплексный веполь* на измененной внешней среде (5.51) и (5.52).

Внутренний комплексный веполь – это комплексный веполь, где добавка B_3 присоединяется внутрь веществ B_1 (5.38) или B_2 (5.39). Введение вещества *внутрь* условно показано в виде скобок.



(5.38)



(5.39)

Задача 5.3. Сбор разлитой нефти

Условия задачи

В результате аварий танкеров на поверхности моря разливается нефть.

Один из методов сбора разлитой нефти на поверхности воды заключается в следующем. Пятно нефти окружают плавающими барьерами, которые предотвращают растекание. Затем окруженное пространство засыпают пористыми гранулами – адсорбентами, которые впитывают нефть.

Задача возникает при сборе гранул, заполненных нефтью.

Разбор задачи

Имеется гранулы B_1, заполненные нефтью B_2.

Система *невепольная*. Она представлена на схеме (5.40). Гранула B_1 воздействует на нефть B_2 адсорбируя ее (капиллярный эффект).

$$B_1 \longrightarrow B_2 \qquad (5.40)$$

Где:

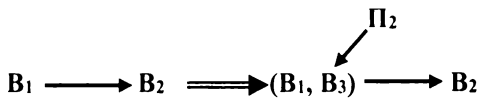
B_1 – гранула;

B_2 – нефть.

Для решения мы должны достроить систему до вепольной. Необходимо найти поле, *отзывчивое* на гранулу с нефтью, чтобы можно было ее легко убирать. Такое поле найти сложно, поэтому мы добавляем еще одно вещество B_3 в гранулу B_1, которое будет отзываться на введенное поле $П_1$. Это поле должно поднимать гранулу, а вместе с ней и нефть.

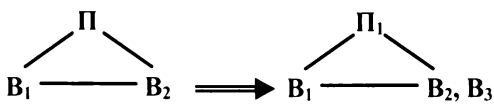
Предложено в гранулы добавить ферромагнитные частицы B_3, тогда их будет легко собрать магнитным полем $П_1$.

Вепольная структура (5.41).

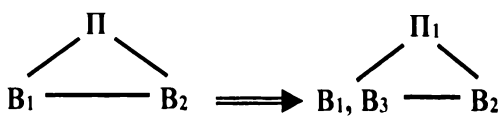


(5.41)

Внешний комплексный веполь – это комплексный веполь, где добавка B_3 присоединяется внешне к B_1 (5.43) или B_2 (5.42). Этот вид комплексного веполя используется, когда невозможно или нежелательно вводить B_3 внутрь имеющихся веществ.



(5.42)



(5.43)

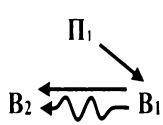
Задача 5.4. Демонтаж радиоэлементов

Условия задачи

Демонтаж радиоэлементов производится с помощью паяльника. При этом часто перегрев (термоудар) приводит к порче радиоэлемента. Как быть?

Разбор задачи

Построим вепольную модель описанной системы. Она может быть представлена схемой (5.44).



(5.44)

Где:

$П_1$ – температурное поле разогретого паяльника;

B_1 – олово;

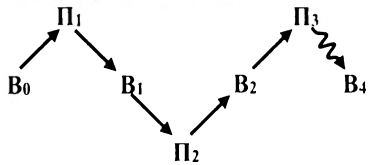
B_2 – вывод (ножка) радиоэлемента.

Задача описывается веполем с полезной и вредной связью. Полезное действие (прямая стрелка от B_1 к B_2) – олово расплавляется и освобождает ножку

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

радиоэлемента. Вредное (волнистая стрелка от B_1 к B_2) – горячее олово перегревает ножку радиоэлемента и собственно радиоэлемент.

Схема (5.44) не отражает полную картину задачи. В более подробном виде вепольную модель можно представить (5.45).



(5.45)

Где:

B_0 – жало паяльника;

$П_1$ – температурное поле разогретого паяльника;

B_1 – олово;

$П_2$ – температурное поле разогретого олова;

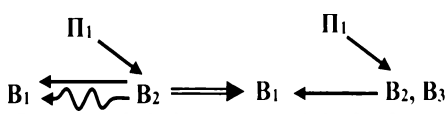
B_2 – вывод (ножка) радиоэлемента;

$П_3$ – температурное поле разогретой ножки радиоэлемента;

B_4 – радиоэлемент.

Эта модель, безусловно, более точная, но более сложная. Она не несет эвристической силы, а дополнительные элементы отвлекают внимание от главного нежелательного эффекта. В связи с этим мы рекомендуем использовать более простые вепольные модели. В данном случае – это модель (5.44).

Одно из возможных решений перейти к внешнему комплексному веполю (5.46), т. е. необходимо внешне ввести дополнительное вещество. Обозначим его как B_3.



(5.46)

Чтобы радиоэлемент при демонтаже не испортился от термоудара, перед нагревом в место распайки вводят припой B_3 с температурой плавления ниже температуры плавления основного припоя (рис. 5.3). Дополнительный припой, представляющий собой сплав олово-свинец-висмут, существенно уменьшает термоудар радиоэлемента.

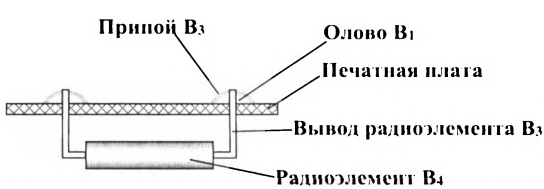


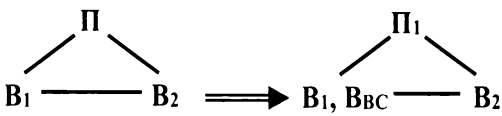
Рис. 5.3. Введение низкотемпературного припоя

Комплексный веполь на внешней среде – это внешний комплексный веполь, где в качестве B_3 используется ***внешняя среда*** $B_{ВС}$, которая может добавляться к B_2 (5.47) или к B_1 (5.48).

Этот вид комплексного веполя целесообразно использовать, когда невозможно или нежелательно присоединять B_3 к имеющимся в системе веществам.



(5.47)



(5.48)

$B_{ВС}$ – вещество внешней среды, $B_3 = B_{ВС}$.

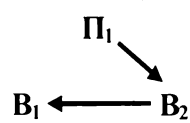
Задача 5.5. Очистка железнодорожных путей

Условия задачи

Очистку железнодорожных путей от снега или грязи осуществляют с помощью специального локомотива или навесного оборудования. Это не идеально. Необходимо приобретать специализированное оборудование, тратить лишнюю энергию, время, человеческие ресурсы на эксплуатацию и ремонт. Как избежать этого?

Разбор задачи

Вепольная схема задачи имеет вид (5.49).



(5.49)

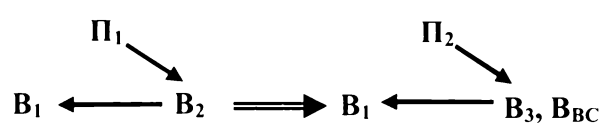
Где:

B_1 – грязь или снег;

B_2 – щетка;

$П_1$ – вращение щетки.

Одно из возможных решений перейти к **комплексному веполю на внешней среде** (5.50).



(5.50)

Где:

B_1 – грязь или снег;

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

$\mathbf{B_2}$ – щетка;
$\mathbf{П_1}$ – вращение щетки;
$\mathbf{B_3}$ – отражатель;
$\mathbf{B_{ВС}}$ – воздух;
$\mathbf{П_2}$ – набегающий поток.

Очистку железнодорожных путей можно проводить набегающим на локомотив потоком воздуха, направляя его в нужное место с помощью специальных экранов и отверстий (рис. 5.4). Каждый локомотив может быть снабжен таким приспособлением (а.с. 1 054 483). Оно может устанавливаться при изготовлении локомотива. Тогда железнодорожные пути не нужно будет специально очищать.

В этом изобретении использовали ресурсы – набегающий поток воздуха.

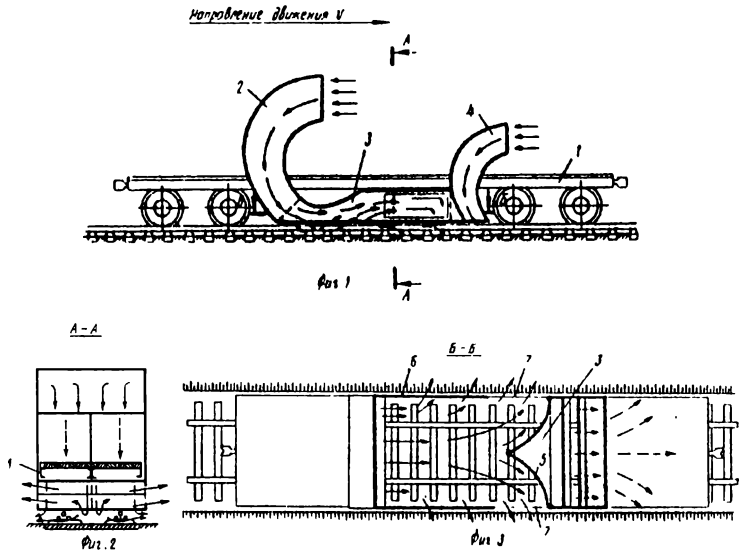


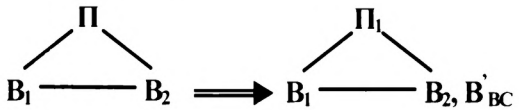
Рис. 5.4. Очистка железнодорожных путей. А.с. № 1 054 483

1 – шасси, 2-4 – воздуховоды, 2 – заборный воздуховод, 3 – направляющий воздуховод, 4 – вспомогательный воздуховод, 5 – передние стенки воздуховода, 6 – боковые стенки воздуховода, 7 – выпускные окна.

Комплексный веполь на измененной внешней среде – это внешний комплексный веполь, где в качестве $\mathbf{B_3}$ используется ***измененная внешняя среда*** $\mathbf{B'_{ВС}}$, которая может добавляться к $\mathbf{B_1}$ (5.52) или к $\mathbf{B_2}$ (5.51).

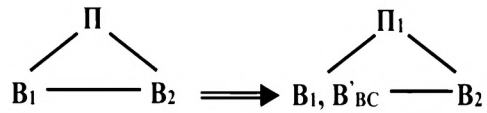
Под измененной будет пониматься также разложение внешней среды на составляющие элементы и добавки во внешнюю среду.

Этот вид комплексного веполя целесообразно использовать, когда невозможно или нежелательно присоединять $\mathbf{B_3}$ к имеющимся в системе веществам или внешнюю среду.



(5.51)

В'ВС – видоизмененное вещество внешней среды, **В3 = В'ВС**.



(5.52)

Задача 5.6. Измерение глубины реки

Условия задачи

При измерении глубины реки через ледяную поверхность необходимо обеспечить надежный контакт ультразвукового (УЗ) излучателя со льдом. На поверхности льда имеется снег, который предварительно расчищают. Лед имеет неровную поверхность и поэтому контакт излучателя со льдом получается в отдельных местах. Для улучшения контакта излучателя со льдом его выравнивают (рис. 5.5). Это трудоемко и требует значительных временных затрат. Как быть?

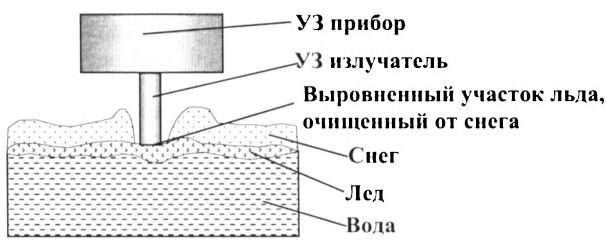
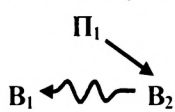


Рис. 5.5. Измерение глубины реки

Разбор задачи

Вепольную модель задачи можно представить в виде схемы (5.53).



(5.53)

Где:

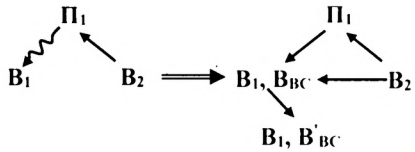
В1 – лед;

В2 – ультразвуковой (УЗ) излучатель;

П1 – ультразвуковое поле.

Одно из возможных решений перейти к **комплексному веполю на видоизмененной внешней среде** (5.54).

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov



(5.54)

Где: $\mathbf{B_1}$ – лед;

$\mathbf{B_2}$ – излучатель;

$\mathbf{П_1}$ – ультразвук;

$\mathbf{B_{BC}}$ – снег;

$\mathbf{B'_{BC}}$ – уплотненный снег.

Плотный контакт излучателя со льдом можно обеспечить, если утрамбовать снег при помощи самого излучателя (а.с. 900 233).

Мы использовали ресурсы – снег и ультразвуковой излучатель, т. е. ресурсы вещества и поля (рис. 5.6).

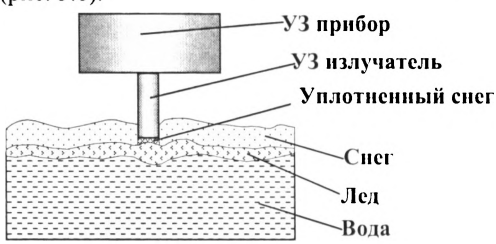
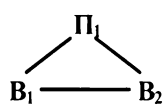
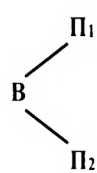


Рис. 5.6. Уплотнение снега

Сложные веполи – это веполи, структура которых образующиеся сочетанием простых веполей вида (5.55) и (5.56).



(5.55)



(5.56)

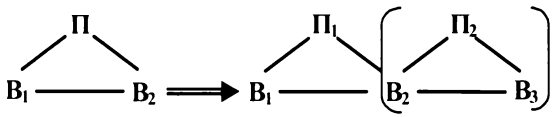
Сложные веполи можно разделить на три типа:

- цепные (5.57);
- двойные (5.61);

- смешанные (5.64, 4.65).

Цепной веполь образуется соединением простых веполей вида (5.55). Схема цепного веполя представлена формулой (5.57).

Цепной веполь – это *комплексный веполь*, в котором вещество $\mathbf{B_2}$ развернуто в *самостоятельный веполь*, включающий $\mathbf{П_2}$, $\mathbf{B_3}$ и связи между ними.



(5.57)

В схеме 5.57 в скобках показан новый веполь, развернутый из вещества $\mathbf{B_2}$.

Пример схемы цепного веполя был показан в задаче 5.4 (демонтаж радиоэлементов), схема (5.45).

Задача 5.7. Определение скрытых дефектов

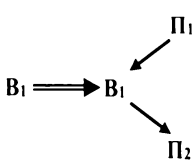
Условия задачи

Как определить скрытые дефекты, например, усталостные трещины в лопатках турбины авиадвигателя?

Разбор задачи

Это задача на *обнаружение*. Необходимы выявить дефекты турбинной лопатки $\mathbf{B_1}$. Можно подобрать поле $\mathbf{П_1}$, на которое будет отзываться $\mathbf{B_1}$. Тогда в соответствии с веполем (5.26), можно не вводить $\mathbf{B_2}$ для определения дефектов в $\mathbf{B_1}$.

Вепольная схема для поиска решения будет иметь вид (5.58).



(5.58)

К лопатке подводят источник, возбуждающий механические колебания (катушка индуктивности). Катушка через усилитель мощности соединена с генератором электрических колебаний. Меняя частоту колебаний генератора, доводят ее до резонансной частоты. Рядом с лопаткой ставят микрофон, передающий эти колебания в электрическом виде на осциллограф (рис. 5.7). По изменению формы колебаний судят о наличии усталостной трещины.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

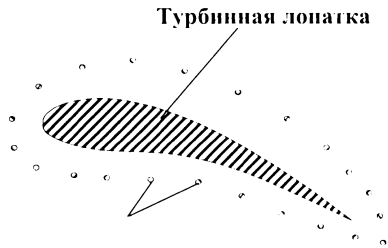


Рис. 5.7. Определение скрытых дефектов

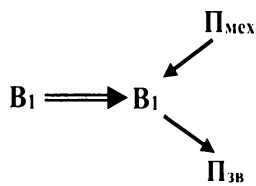
Основное в данном решении – дефект определяют «по звуку». Лопатку приводят в колебательное движение с помощью соответствующего поля $П_1$. Описанное решение соответствует веполю (5.59), где:

$П_1$ – поле механических колебаний (его можно обозначить $П_{мех}$ или $П_{кол}$);

$В_1$ – лопатка;

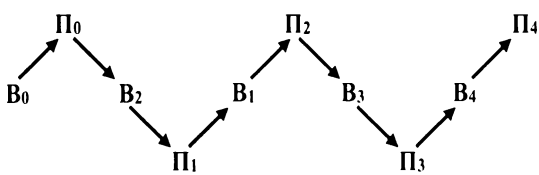
$П_2$ – звуковое поле – колебание воздуха ($П_{зв}$).

Тогда этот веполь можно изобразить (5.59).



(5.59)

Это же решение можно представить более сложным веполем, описанным схемой (5.60).



(5.60)

Где:

$В_0$ – генератор электрических колебаний;

$П_0$ – поле электрических колебаний;

$В_2$ – катушка индуктивности;

$П_1$ – переменное магнитное поле (генератор механических колебаний);

$В_1$ – лопатка;

$П_2$ – звуковое поле;

$В_3$ – микрофон;

$П_3$ – электрический сигнал;

$В_4$ – осциллограф;

$П_4$ – световой сигнал (изображение колебаний на экране осциллографа).

Такой веполь называется **цепным**.

При желании эту модель можно усложнить еще больше.

В веполе (5.60) представлено несколько различных систем:

B_0, $П_0$ – генератор электрических колебаний;

B_2, $П_1$ – электрическая катушка;

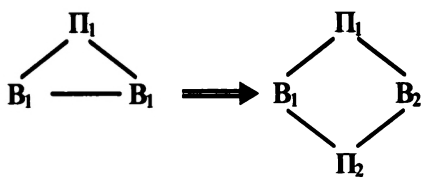
B_3, $П_3$ – микрофон;

B_4, $П_4$ – осциллограф.

Все эти системы вспомогательные. Главная идея – измерение «тона звука» **$П_2$**, которое получается в результате возбуждения полем **$П_1$** лопатки **B_2**. Данное решение может быть осуществлено и другим образом, например, возбуждать и снимать колебания можно с помощью пьезопреобразователей.

Как было написано раньше – это задача на *обнаружение* (дефекта в лопатке), которое осуществляется измерением сигнала **$П_2$**, поэтому задача и на *измерение* тоже.

Двойной веполь образуется соединением простых веполей вида (5.55) и (5.56). Схема двойного веполя представлена схемой (5.61)



(5.61)

Задача 5.8. Разлив жидкого металла

Условия задачи

Разлив жидкого металла **B_1** из ковша **B_2** осуществляется из донного отверстия (рис. 5.8) под действием гравитации **$П_1$**. Вепольная структура данной системы представлена в виде (5.62).

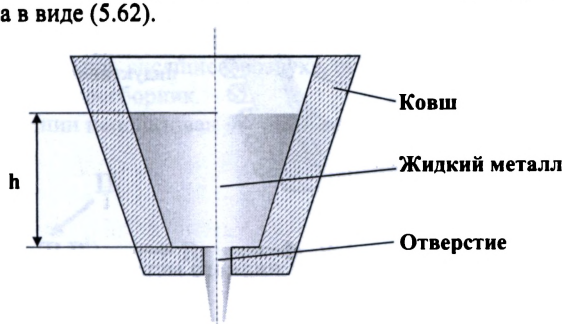
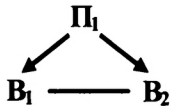


Рис. 5.8. Разлив жидкого металла

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov



(5.62)

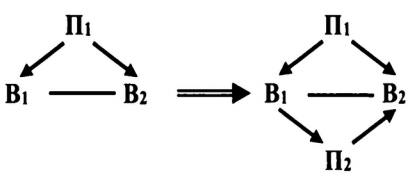
Такой разлив осуществляется неравномерно, так как зависит от высоты **h** столба жидкого металла (от гидростатического напора). Как сделать разлив равномерным?

Разбор задачи

Чтобы сделать разлив равномерным необходимо компенсировать действие силы гравитации, т. е. воздействовать еще одним полем **П2** – перейти к двойному веполю (5.63).

Гидростатический напор регулируют высотой **h** столба жидкого металла над отверстием разливочного ковша, вращая **П2** металл в ковше (рис. 5.9), например, электромагнитным полем (а.с. 275 331).

При вращении металла в ковше в зависимости от скорости вращения образуются параболы различной формы (пунктирные линии на рис. 5.9). Максимальная высота h_{max}, когда нет вращения (скорость вращения $V_o = 0$). Максимальной скорости вращения (V_{max}) должна соответствовать усеченная парабола, когда над отверстием отсутствует металл ($h_{min} = 0$) и, следовательно, он не выливается. Таким образом, можно регулировать расход металла через донное отверстие разливочного ковша.



(5.63)

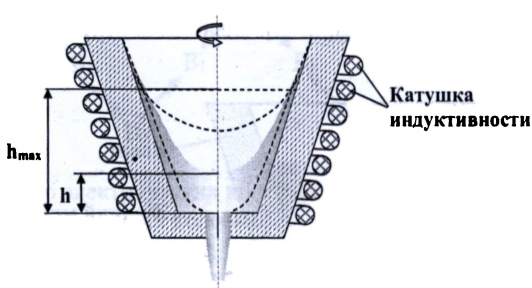
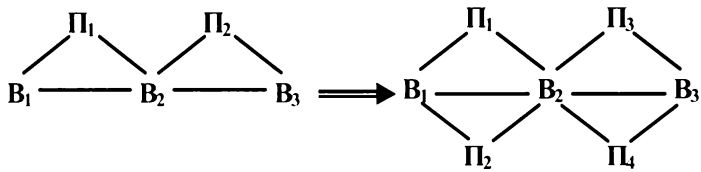


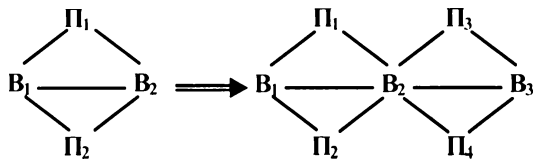
Рис. 5.9. Вращение жидкого металла

Смешанный веполь представляет собой сочетание ***цепного*** (5.57) и ***двойного*** (5.61) веполей или соединение ***двух двойных веполей*** (5.61).

Переход от цепного веполя к смешанному показан на схеме (5.64), а переход от двойного к смешанному – на схеме (5.65).



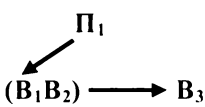
(5.64)



(5.65)

Пример 5.10. Циклоны

Для очистки воздуха в производственных помещениях используют громоздкие фильтры. В вепольном виде это можно представить (5.66).



(5.66)

Где:

В1 – воздух;

В2 – пыль;

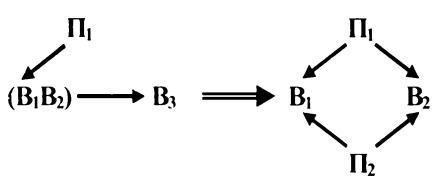
П1 – воздушный поток;

В3 – фильтр.

Это модель внутреннего комплексного веполя.

Следующий шаг в развитии систем очистки воздуха – это использование циклона (рис. 5.10). В циклоне загрязненный воздух раскручивается с большой скоростью, частички пыли, висящие в воздухе, отбрасываются к стенкам, ударяются о них и падают в пылесборник.

В этом решении использован ***двойной веполь***, по схеме (5.67).



(5.67)

Где:

В1 – воздух;

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

$\mathbf{B_2}$ – пыль;
$\mathbf{П_1}$ – воздушный поток;
$\mathbf{П_2}$ – центробежные силы.

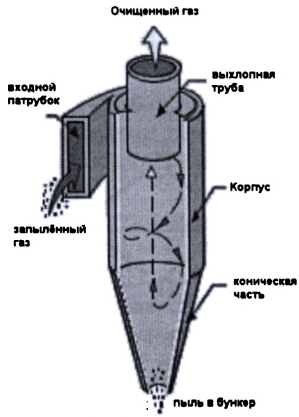


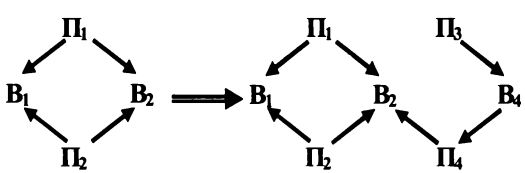
Рис. 5.10. Циклон

Можно усовершенствовать это решение.

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

Попробуем перейти к смешанному веполю (5.65), т. е. добавим $\mathbf{П_3}$, воздействующее на $\mathbf{B_2}$, генерирующее поле $\mathbf{П_4}$, которое действует на пыль $\mathbf{B_2}$ (5.68).

Чтобы пыль не засоряла вытяжку, всю трубу превратили в электрод – полый цилиндр из металла, утыканный иголками, располагающимися на выходе трубы. На электрод подается электрическое поле, которое отталкивает пыль от вытяжной трубы (рис. 5.11). Таким образом, пыль оказывается в пылесборнике.



(5.68)

Где:

$\mathbf{B_1}$ – воздух;
$\mathbf{B_2}$ – пыль;
$\mathbf{П_1}$ – воздушный поток;
$\mathbf{П_2}$ – центробежные силы;

$П_3$ – электрическое поле;
$В_4$ – иголочки на трубе;
$П_4$ – статическое электричество (электрическое поле).

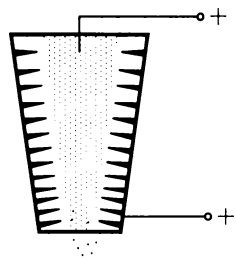


Рис. 5.11. Электрофильтр (коническая часть циклона – рис. 5.10)

5.4. Устранение вредных связей

5.4.1. Тенденции устранения вредных связей

Довольно значительный класс задач связан с нежелательным эффектом, представляющим собой **вредную связь** ***вещества с веществом***, ***поля с веществом*** или ***вредное воздействие полей***.

Устранение вредных связей осуществляется с помощью определенных закономерностей (рис. 5.12 - 5.14):

1. Вредная связь между **веществами** (рис. 5.12):

- введением третьего вещества $В_3$ – схема (5.69);
- введением третьего вещества $В_3$, которое является видоизменением имеющихся веществ $В_1$ и $В_2$ ($В_3$=$В'_1$, $В'_2$) или самими веществами ($В_3$=$В_1$, $В_2$) – схема (5.72);
- введением третьего вещества $В_3$=$В'_1$, $В'_2$ и поля $П_2$, которое воздействуя на $В_1$ или $В_2$ видоизменяет его $В_1'$ или $В_2'$ – схема (5.75);

2. Вредная связь между **полем и веществам** (рис. 4.13):

- «оттягивание» вредного действия – схема (5.77);
- введением второго поля $П_2$ – схема (5.78);
- введением третьего вещества $В_3$, которое генерирует $П_2$ – схема (5.81);
- введением третьего вещества $В_3$, которое генерирует $П_2$ под воздействием $П_3$ – схема (5.83).

3. Вредная связь между **веществом и полем** (рис. 5.14). Управление выходным полем:

- введением дополнительных вещества $В_2$ и поля $П_2$ – схемы (5.86) – (5.88);
- заменой имеющегося вещества $В_1$ на $В_2$ и введением дополнительного поля $П_3$, которое управляет выходным полем $П_2$ – схема (5.90) – (5.92);

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

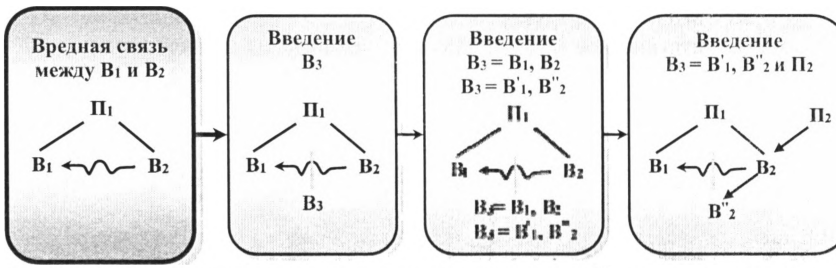


Рис. 5.12. Тенденция устранения вредных связей между веществами

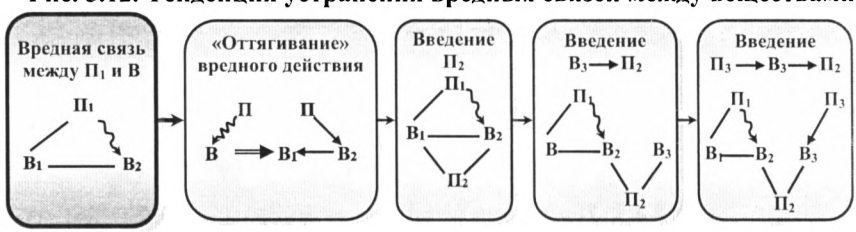


Рис. 5.13. Тенденция устранения вредных связей полем и веществом

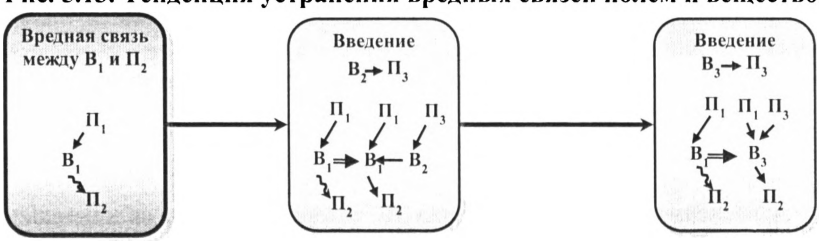


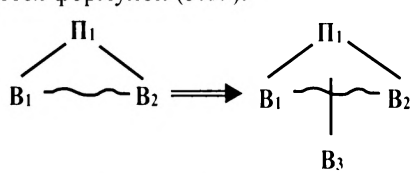
Рис. 5.14. Тенденция устранения вредных связей полем и веществом

Цель третей группы управлять выходным полем **П2**.

5.4.2. Устранение вредных связей введением В3

Устранение вредных связей в системе производится введением между веществами **В1** и **В2** постороннего третьего вещества **В3**.

Это описывается формулой (5.69):



(5.69)

Вводимое вещество **В3** может быть на **макро-** и **микроуровне**.

Задача 5.9. Подводные крылья

Условия задачи

При движении судна на подводных крыльях на крыле возникают два нежелательных эффекта: взаимодействие с водой позволяет создавать подъемную силу, но при этом возникает гидродинамическое сопротивление; а при увеличении скорости возникают кавитационные пузырьки, вследствие чего происходит эрозия (разъедание материала) (рис. 5.15). В целом ставится задача уменьшения гидродинамическое сопротивление и, в частности, не допустить вредны последствий кавитации.

Как быть?

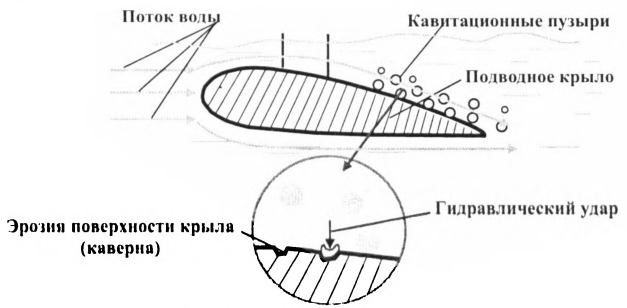
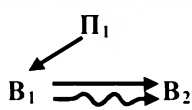


Рис. 5.15. Подводное крыло

Разбор задачи

Представим задачу в вепольном виде (5.70).



(5.70)

Где:

$В_1$ – вода;

$В_2$ – крыло;

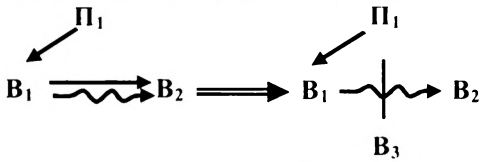
$П_1$ – поток воды.

Поток воды действует на крыло, создает подъемную силу (прямая стрелка) и поток воды действует на крыло, образуя гидродинамическое сопротивление или кавитационные пузырьки (волнистая стрелка – плохое действие).

Это веполь с вредной связью.

Вредная связь может быть устранена введением **$В_3$** в соответствии с формулой (5.69) для данной задачи структурное решение можно представить формулой (5.71).

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov



(5.71)

Для снижения сопротивления в качестве B_3 можно использовать:

1. Волоски (рис. 5.16) – ***макроуровень*** B_3. Они превращают *турбулентный* поток (поток с вихрями) в *ламинарный* (ровный – без вихрей).

2. Вещества с **длинными молекулами** (волоски B_3 на ***микроуровне***). В качестве этих веществ могут использоваться *гели, полимеры* и т. п. Такое явление называется **эффектом Томса**.

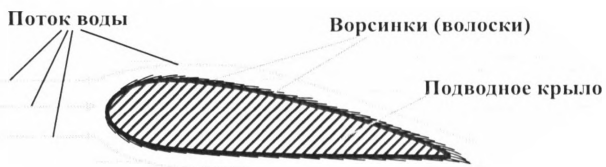


Рис. 5.16. Подводное крыло, покрытое волосками

На рис. 5.16 B_3 – это волоски.

Подобные решения можно использовать и на других объектах, обтекаемых водой.

Пример 5.11. Подводный аппарат

В устройстве, уменьшающим сопротивление подводного аппарата, используется слабый раствор полимера (B_3 на микроуровне), образующийся в пограничном слое забортной воды при смешении подогретой жидкой смеси либо гранулированного или порошкообразного полимера с морской водой. Подогретая жидкая смесь представляет собой дисперсию макромолекул полимера, растворимую в морской воде при температуре окружающей среды, но нерастворимую в воде при температуре выше 70° С. Когда подогретая жидкая смесь попадает в холодную воду при соответствующих условиях окружающей среды, частицы набухают и растворяются, образуя клейкую массу. В пограничном слое обтекающего потока они образуют молекулярный раствор макромолекул, препятствуя образованию турбулентного потока (рис. 5.17). В этом изобретении использован **эффект Томса**.

В вепольной схеме по формуле (5.71) в данном изобретении:

B_1 – морская вода;

B_2 – подводный аппарат;

$П_1$ – поток воды;

B_3 – клейкая смесь.

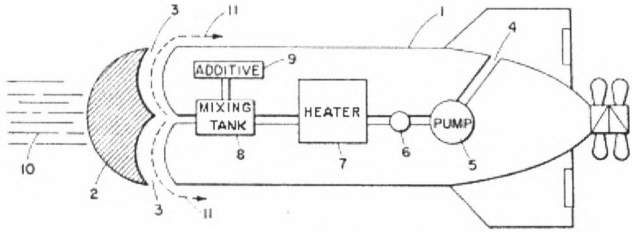


Рис. 5.17. Подводный аппарат с клейкой массой. Патент США 3 435 796
Где: 1 – подводный аппарат, 2 – формирующая насадка (головка), 3 – радиальный канал, 4 – входное отверстие, 5 – насос, 6 – клапан, 7 – нагреватель, 8 – смесительный бак, 9 – добавка, 10 – поток воды, 11 – клейкая масса – дисперсия полимера (пунктирная линия).

Пример 5.12. Трубопровод

Для снижения потерь напора при перемещении жидкости по трубопроводу и достижения жидкостью свойства псевдопластичности в нее вводят длинно цепочный полимер, например, полиакриламид, в количестве 0,01-0,2% по весу (рис. 5.18). В этом изобретении (а.с. 244 032) использован **эффект Томса**.

В вепольной схеме по формуле (5.71) в данном изобретении:

B_1 – жидкость;
B_2 – трубопровод;
$П_1$ – поток жидкости;
B_3 – длинно цепочный полимер.

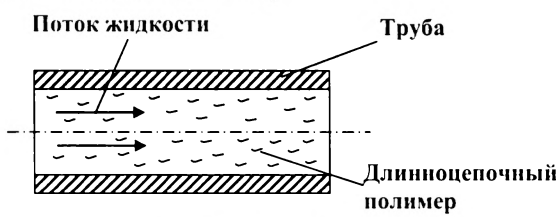


Рис. 5.18. Трубопровод

Пример 5.13. Снижение гидродинамического сопротивления

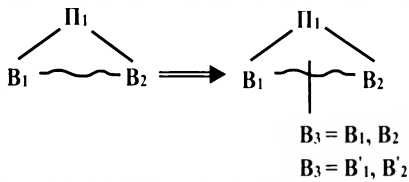
Снижение гидродинамического сопротивления может быть достигнуто за счет образования присадок под воздействием какого-либо поля из молекул самой жидкости, аналогичных по свойствам полимерным молекулам. В данном примере **B_3** – присадки.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

5.4.3. Устранение вредных связей введением B_3=B_1, B_2 или их видоизменений

Устранение вредных связей в системе производится введением между веществами $\mathbf{B_1}$ и $\mathbf{B_2}$ третьего вещества $\mathbf{B_3}$, являющегося веществом $\mathbf{B_1}$ или $\mathbf{B_2}$, или их видоизменением (они обозначаются $\mathbf{B'_1}$, $\mathbf{B'_2}$).

В отличие от схемы (5.69) в данном случае $\mathbf{B_3}$ вводится и не водится. Используются ресурсы системы – берутся имеющиеся в системе вещества $\mathbf{B_1}$ или $\mathbf{B_2}$ или их видоизменения $\mathbf{B_1'}$, $\mathbf{B_2'}$. Это описано схемой (5.72).



(5.72)

Это более идеальная схема, так как мы не вводим дополнительных веществ, а используем только имеющиеся.

Задача 5.10. Грелка

Условия задачи

Грелка (рис. 5.19), в которую только что налит кипяток, может обжечь больного. Как быть?

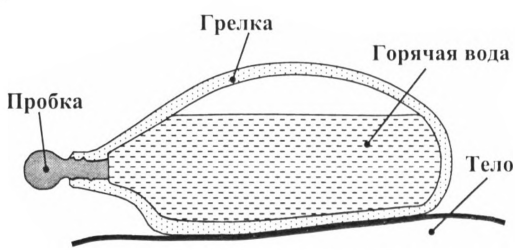


Рис. 5.19. Грелка

Разбор задачи

Представим задачу в вепольном виде (5.73).

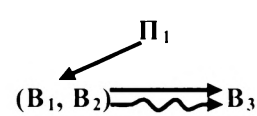
Где:

$\mathbf{B_1}$ – вода;

$\mathbf{B_2}$ – грелка;

$\mathbf{B_3}$ – тело больного;

$\mathbf{П_1}$ – температура.

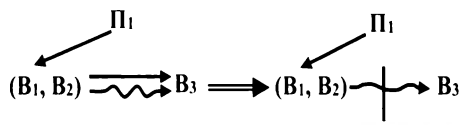


(5.73)

Воду $\mathbf{B_1}$ нагрели с помощью температурного поля $\mathbf{П_1}$. Горячая вода $\mathbf{B_1}$ нагревает грелку $\mathbf{B_2}$, а последняя согревает тело больного $\mathbf{B_3}$ (прямая стрелка) и может обжечь его (волнистая стрелка). Это внутренний комплексный веполь с хорошей и вредной связью.

Вредная связь может быть устранена введением $\mathbf{B_4}$, например, полотенце, которым оборачивают грелку, что соответствует схеме (5.69).

Можно представить решение по схеме (5.72). $\mathbf{B_4}$ может представляет собой $\mathbf{B_1}$, $\mathbf{B_2}$, $\mathbf{B_3}$ или их видоизменением $\mathbf{B'_1}$, $\mathbf{B'_2}$, $\mathbf{B'_3}$. В соответствии со схемой (5.72) для данной задачи структурное решение можно представить в виде (5.74)



$\mathbf{B_4 = B_1, B_2, B_3}$

$\mathbf{B_4 = B'_1, B'_2, B'_3}$ (5.74)

В Германии запатентована грелка, на одной стороне которой имеются выступы (рис. 5.20). Таким образом, тело касаются только отдельные точки грелки и между телом и грелкой имеется прослойка воздуха. В данном изобретении использовали видоизменение грелки $\mathbf{B_2'}$.

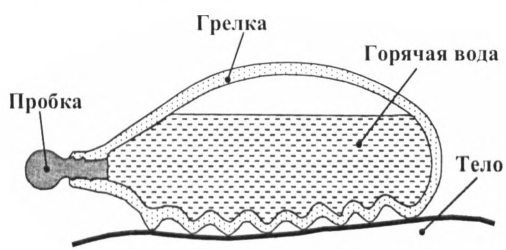


Рис. 5.20. Грелка

Продолжим рассмотрение задачи 4.9 (подводные крылья).

Согласно формуле (5.72), в качестве $\mathbf{B_3}$ может быть использованы ***крыло***, ***вода*** или ***их видоизменения***.

Сначала продемонстрируем примеры устранения вредных связей использованием самих веществ (крыла и воды).

Пример 5.14. Дополнительное крыло

Для недопущения вредного действия кавитации можно использовать в качестве $\mathbf{B_3}$ дополнительное крыло (рис. 5.21). Это крыло создает поток, который уносит квитанционные пузыри за крыло. Таким образом крыло не разрушается.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

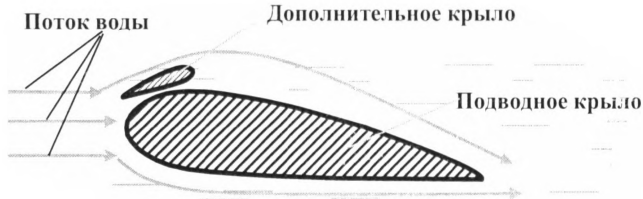


Рис. 5.21. Подводное крыло с дополнительным крылом

Пример 5.15. Поток воды над крылом

Для недопущения кавитации можно использовать в качестве B_3 ***воду***.

1. Дополнительный поток жидкости над крылом можно создать, сделав в крыле тонкие сквозные отверстия (рис. 5.22). Тогда за счет разницы давлений (P_1 и P_2) вода с нижней части крыла будет «подсасываться» на верхнюю поверхность крыла. Напомним, что разница в давление над крылом и под крылом создается за счет формы крыла. Длина периметра верхней части больше нижней, поэтому сверху скорость прохождения потока больше, чем внизу, а, следовательно, в соответствии с *законом Бернулли* давление будет меньше, там где скорость потока выше.

Подобная подача воды в зону засасывания крыла повышает в ней давление и отдаляет возникновение кавитации при данной скорости обтекания крыла.

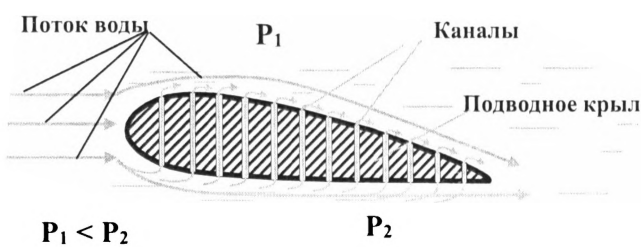


Рис. 5.22. Подводное крыло с дополнительным потоком воды

Где:

P_1 – давление над крылом, P_2 – давление под крылом.

2. Чтобы подача жидкости в верхнюю часть крыла меньше сказывалась на снижении подъемной силы крыла, осуществляют отсос воды из среднего продольного канала за счет набегающего потока (рис. 5.23). Отсос создается за счет разряжения, получаемого путем потока жидкости, проходящего перпендикулярно вертикальным каналам, используя *явление эжекции*. Скорость протекания воды в среднем продольном канале будет меньше, чем в верхней части крыла, а давление, соответственно, больше. При этом давление нагнетания на нижней поверхности крыла в отличие от варианта на рис. 5.22 будет сохранено.

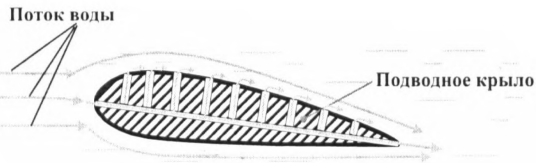


Рис. 5.23. Подводное крыло с дополнительным потоком воды

3. В крыле делаются канавки (рис. 5.24), в которых закручивается поток воды, создавая около поверхности крыла приторможенный слой воды, отдаляющий появление кавитации.

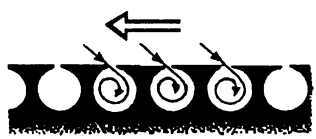


Рис. 5.24. Подводное крыло с канавками

Теперь продемонстрируем примеры устранения вредных связей использованием **видоизменением веществ** (крыла и воды).

Пример 5.16. Паровая каверна

Вредное действие кавитации можно предотвратить, если на верхней поверхности крыла создать искусственную газовую каверну (газовый пузырь), которая поглотит кавитационные пузырьки. Газовую каверну можно получить путем:

Видоизменением воды.

1. Превратим воду в ***газ*** – пар. Если нагреть крыло, то вокруг него образуется паровой пузырь (паровая каверна). Каверна (рис. 5.25) позволит не только предохранить крыло от эрозии, но и уменьшить сопротивление движению крыла в воде.

$\mathbf{B}_3 = \mathbf{B}'_1$ – пар.

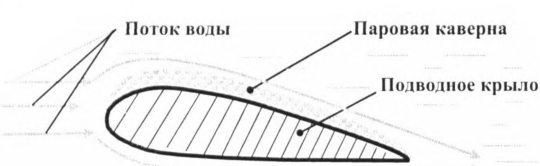


Рис. 5.25. Подводное крыло с паровой каверной

2. Разложить воду на ***кислород и водород***.

$\mathbf{B}_3 = \mathbf{B}'_1$ – кислород и водород.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Пример 5.17. Ледяной покров

Для предупреждения кавитационной эрозии гидродинамических профилей, например, подводных крыльев, используется защитный слой, представляющий собой корку льда (а.с. 412 062), постоянно намораживаемого на поверхность крыльев (рис. 5.26).

$\mathbf{B_3} = \mathbf{B_2}'$ – лед.

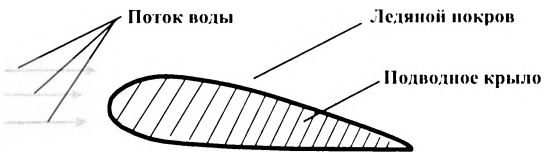


Рис. 5.26. Подводное крыло, покрытое коркой льда

Пример 5.18. Видоизменение крыла

1. Можно изменить форму крыла, так чтобы кавитационные пузыри образовывались только ближе к задней кромке крыла и потоком воды выносились за его пределы. Таким образом, схлопывание пузырей будет происходить не на крыле. Видоизменение профиля (формы) крыла представляет собой как бы переворачивание его на 180° (рис. 5.27).

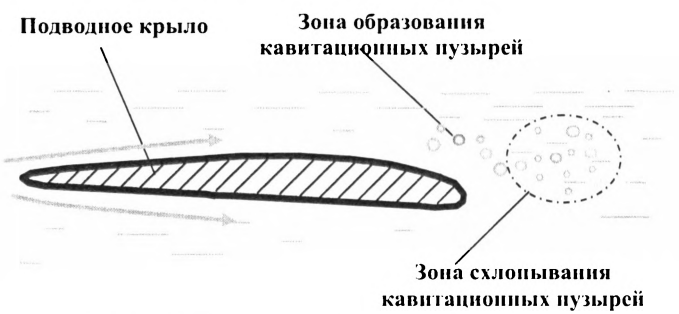


Рис. 5.27. Видоизмененное подводное крыло

2. Можно изменить форму крыла, так чтобы оно само создавало сплошную кавитационную каверну, которая замыкается вне профиля крыла и не разрушает его. Крыло такой формы называются суперкавитирующим (рис. 5.28).

$\mathbf{B_3} = \mathbf{B}'_2$ – другой профиль крыла.

Строго говоря, в примере 5.16 рис. 5.22-5.24 тоже демонстрируют изменение крыла.

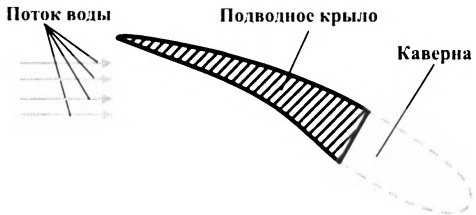
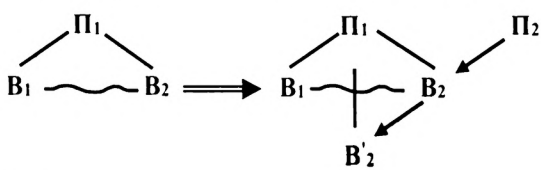


Рис. 5.28. Суперкавитирующее подводное крыло, создающее сплошную кавитационную каверну

5.4.4. Устранение вредных связей введением вещества $B_3=B'_1$, B'_2 и поля $П_2$

Видоизмененные вещества $\mathbf{B'_1}$ или $\mathbf{B'_2}$ могут браться в готовом виде или получаться на месте. Устранение вредных связей в системе производится введением между веществами $\mathbf{B_1}$ и $\mathbf{B_2}$ видоизмененного вещества $\mathbf{B_1}$ ($\mathbf{B'_1}$) или $\mathbf{B_2}$ ($\mathbf{B'_2}$), осуществляемое введением дополнительного поля $\mathbf{П_2}$, которое, воздействуя на имеющиеся вещества $\mathbf{B_1}$ или $\mathbf{B_2}$, видоизменяет их, получая $\mathbf{B'_1}$ или $\mathbf{B'_2}$. Это можно представить в виде схемы (5.75).



(5.75)

Пример 5.19. Снижение гидродинамического сопротивления

Для снижения гидродинамического сопротивления движения тел, например, судов, путем уменьшения сил трения, в пограничном слое создают электромагнитное поле, генерирующее комплекс молекул. В этом изобретении не вводят в пограничный слой высокомолекулярный составов, а вместо него используют видоизмененную внешнюю среду $\mathbf{B'_2}$, путем воздействия электромагнитным полем. Кроме того, это изобретение может использоваться для снижения сопротивления жидкости в трубопроводе.

На рис. 5.29 показан один из вариантов, описанных в а.с. 364 493. Носовая часть объекта, движущегося в жидкости, выполняется из алюминия или железа. Ее соединяют с положительным полюсом источника тока, а корпус соединяют с отрицательным полюсом. Между корпусом и носовой частью имеется изоляционная прокладка. При подаче напряжения образуется частицы гидроокиси алюминия – $Al(OH)_3$, которые в пограничном слое снижают гидродинамическое сопротивление, аналогично вводимым в пограничный слой добавкам полимеров. При генерировании частиц $Al(OH)_3$ непосредственно используется окружающая среда.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

В данном решении использованы **физико-химические эффекты**.

Для данного изобретения вепольная структура (5.75) будет иметь вид (5.76)

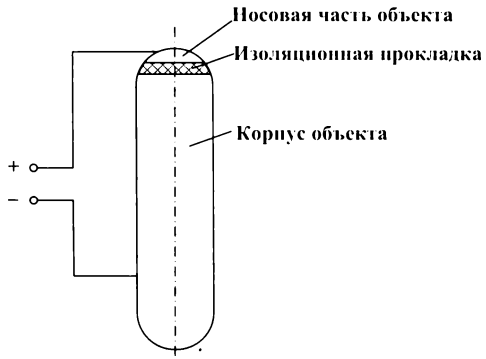
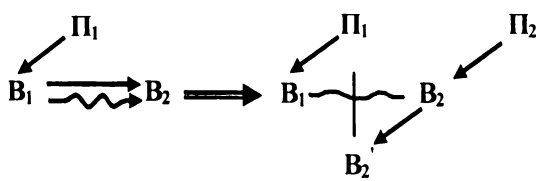


Рис. 5.29. Снижение гидродинамического сопротивления по а.с. 364 493



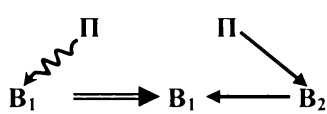
(5.76)

В данном примере: $\mathbf{B_1}$ – вода, $\mathbf{B_2}$ – судно, подводное крыло и т. п., $\mathbf{П_1}$ – поток воды, $\mathbf{П_2}$ – электромагнитное поле, $\mathbf{B'_2}$. – комплекс молекул.

5.4.5. «Оттягивание» вредного действия

Устранение вредного действия поля $\mathbf{П_1}$ на вещество $\mathbf{B_1}$ осуществляется введением второго вещества $\mathbf{B_2}$, оттягивающее на себя вредное действие поля $\mathbf{П_1}$.

Оттягивание вредного действия можно представить в виде (5.77).



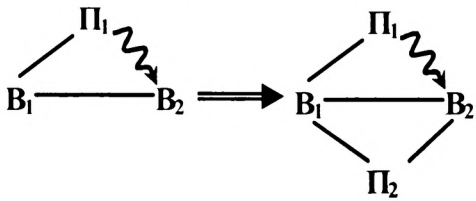
(5.77)

Пример 5.20. Предохранитель

При резком увеличении тока в сети провод может перегореть. Чтобы это не произошло, используют предохранитель, который может быть одноразовый (плавкий предохранитель) или многократного использования – автомат.

5.4.6. Устранение вредных связей введением $П_2$

Вредное действие устраняется переходом к двойному веполю, в котором нейтрализацию вредного действия поля $П_1$ осуществляет поле $П_2$. Это можно представить в виде (5.78).



(5.78)

Задача 5.11. Искусственная шаровая молния

Условия задачи

В лаборатории под руководством академика П. Л. Капицы исследовалась искусственная шаровая молния в герметичной кварцевой цилиндрической камере, заполненной гелием под давлением 3 атм. (рис. 5.30). 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, кольцеобразно 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 уравновешивают архимедовы силы. Чтобы удержать молнию в центре камеры, попробовали повысить мощность магнитного поля в соленоиде, но ничего не получилось: молния поднималась вверх – только чуть медленнее. Сотрудники предложили строить новую установку с более мощным соленоидом, но П. Л. Капица поступил иначе. Как?

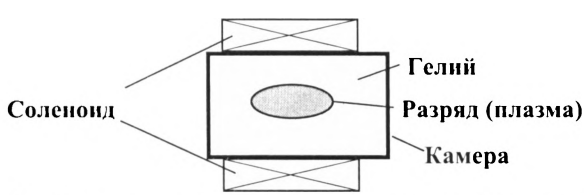


Рис. 5.30. Установка для получения искусственной шаровой молнии

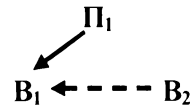
Разбор задачи

Представим задачу в вепольном виде (5.79).

Дан неэффективно управляемый веполь:

B_1 – молния;

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

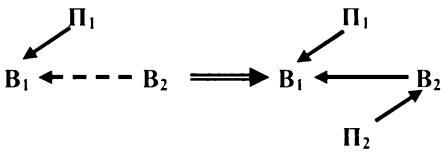


(5.79)

П1 – гравитационное поле, действует на молнию;

В2 – газ, который не уравновешивает действие гравитационного поля.

Чтобы повысить управляемость рассмотренного веполя необходимо ввести противодействующее поле **П2** в соответствии со схемой (5.80).



(5.80)

Поле **П2** должно противодействовать гравитационному полю **П1**. Эффективнее всего было бы использовать электромагнитное поле, но для этого нужно было бы полностью переделывать установку. В соответствии с тенденцией развития веполей первоначально следует использовать механические поля. Наиболее эффективное, в данном случае – поле центробежных сил.

П. Л. Капица предложил завертеть газ, придавая ему непрерывное вращение. Вместе с газом завертелся и сам разряд и перестал всплывать... Газ заставляли непрерывно вращаться воздуходувки, хорошо знакомые всем по домашнему пылесосу. Впрочем, именно домашний пылесос и был использован на первых порах (рис. 5.31).

П2 – центробежное поле.

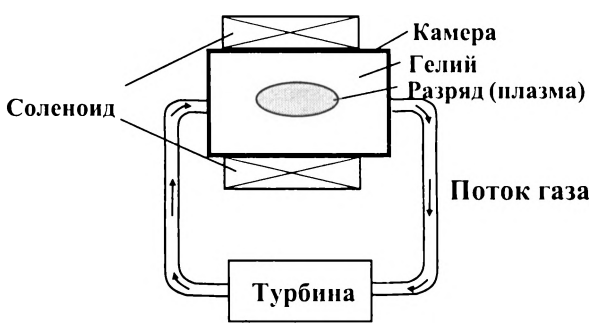
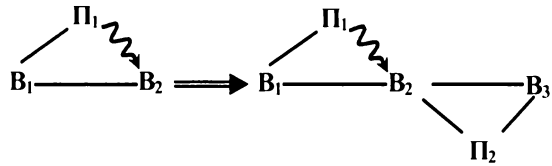


Рис. 5.31. Создание центробежных сил с помощью пылесоса

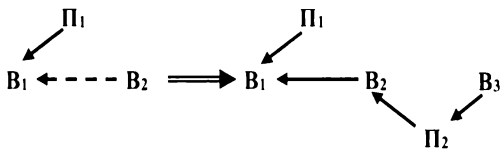
5.4.7. Устранение вредных связей введением В3 и П2

Вредное действие устраняется переходом к смешанному веполю, в котором вводимое вещество **В3** генерирует поле **П2**, нейтрализующее вредное действие поля **П1** (5.81).



(5.81)

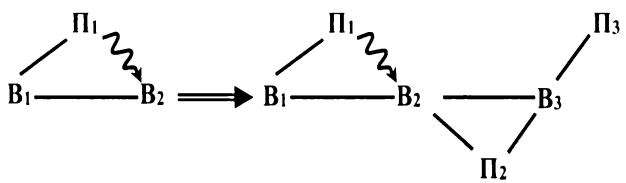
Задача 5.11. Искусственная шаровая молния (продолжение)
Поле центробежных сил **П2** создается турбиной **В3** (5.82).



(5.82)

5.4.8. Устранение вредных связей введением В3, П2 и П3

Вредное действие устраняется переходом к смешанному веполю, в котором на вводимое вещество **В3** воздействуют полем **П3**, генерируя поле **П2**, нейтрализующее действие вредного поля **П1** (5.83).



(5.83)

Задача 5.12. Извлекание шарика

Условия задачи

Не редки случаи, когда необходимо извлечь завальцованный в корпус шарик (рис. 5.32). Для этого приходится ломать конструкцию. Как вытащить шарик, не ломая конструкцию?

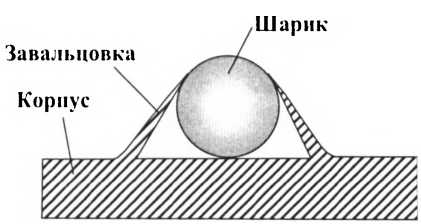


Рис. 5.32. Шарик, завальцованный в корпус

Разбор задачи

Представим задачу в вепольном виде (5.84).

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov



(5.84)

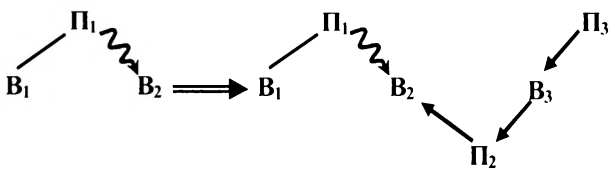
Дан веполь с вредной связью:

$В_1$ – корпус;

$П_1$ – поле механических сил, удерживающее шарик в корпусе;

$В_2$ – шарик.

Вредная связь может быть устранена введением $В_3$, которое генерирует поле $П_2$, нейтрализующее вредного действия поля $П_1$. В соответствии с формулой (5.83) для данной задачи структурное решение можно представить формулой (5.85).



(5.85)

Необходимо ввести $В_3$, которое создаст $П_2$, выталкивающее шарик.

Один из вариантов решения. Под шарик $В_2$ заранее вводят каплю жидкости $В_3$ (рис. 5.33), которую при необходимости нагревают (поле $П_3$) и испаряющаяся жидкость создает давление (поле $П_2$), выталкивающее шарик $В_2$ из корпуса $В_1$ (**фазовый переход первого рода**).

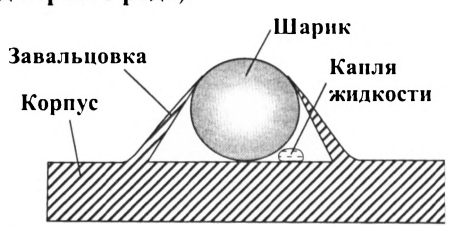
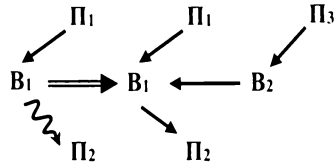


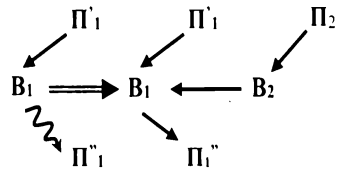
Рис. 5.33. Введение капли жидкости под шарик

5.4.9. Устранение вредных связей между веществом и полем введением $В_2$ и $П_3$

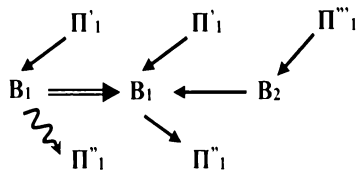
Вредное действие между веществом и полем устраняется введением вещества $В_2$ и поля $П_3$ в преобразовательном веполе (5.86) или введением вещества $В_2$ и поля $П_2$ в видоизменительном веполе (5.87), или вместо поля $П_2$ может вводиться третья вариация того же поля $П^{'''}_1$ (5.88). Введенное поле ($П_3$, $П_2$ или $П^{'''}_1$) воздействует на введенное вещество $В_2$, вещество, которое меняет свойство $В_2$, управляя полем $П^{''}_1$.



(5.86)



(5.87)



(5.88)

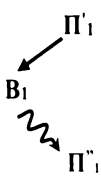
Задача 5.13. Автомобильное стекло

Условия задачи

Водитель может быть ослеплен светом фар, следующего за ним автомобиля в зеркало заднего вида. Как быть?

Разбор задачи

Представим задачу в вепольном виде (5.89).



(5.89)

Дан веполь с вредной связью:

В1 – зеркало заднего вида;

П'1 – свет фар, от сзади идущего автомобиля (оптическое поле);

П"1 – отраженный свет, воздействующий на водителя.

Воспользуемся схемой (5.87).

Недостаток может быть устранен, если заднее стекло автомобиля покрыть электрохромной пленкой **В2** (оксид никеля и электропроводящий слоя оксида олова). Коэффициент прозрачности таких стекол меняется под действием электрического тока **П2**. Получается управляемые тонированные стекла. Это позво-

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

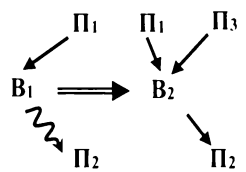
ляет водителю изменять интенсивность света $П''_1$, поступающего снаружи. Таким образом управляют полем $П''_1$, изменяя поле $П_2$. Подобные пленки используют и вместо жалюзи.

5.4.10. Устранение вредных связей между веществом и полем заменой B_1 на B_2 и введением $П_3$

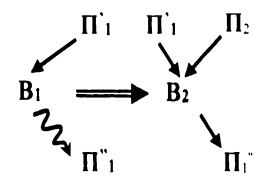
Вредное действие между веществом и полем устраняется заменой вещества B_1 на другое вещество B_2 и введением поля:

- $П_3$ (5.90);
- $П_2$ в веполе на видоизменение (5.91);
- третья вариация поля $П'''_1$ (5.92).

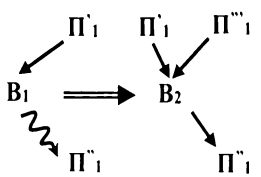
Введенное поле ($П_3$, $П_2$ или $П'''_1$) воздействует на B_2, которое управляя полем $П_2$ или $П''_1$.



(5.90)



(5.91)



(5.92)

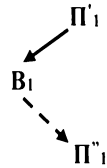
Задача 5.14. Диод

Условия задачи

Диод пропускает ток в одну сторону и не пропускает в другую. Он это делает всегда. Чтобы сделать управляемый процесс, ставят, например, реле. Это значительно усложняет систему. Как быть?

Разбор задачи

Представим задачу в вепольном виде (5.93).



(5.93)

Дан веполь с неуправляемой связью:

$\mathbf{В_1}$ – диод;

$\mathbf{П'_1}$ – напряжение переменного тока;

$\mathbf{П"_1}$ – напряжение постоянного тока.

Пунктирная стрелка показывает, что действие недостаточное (неуправляемое).

Воспользуемся схемой (5.92). Заменяем $\mathbf{В_1}$ на $\mathbf{В_2}$, в котором имеется возможность управлять выходным полем $\mathbf{П"_1}$.

Решение задачи

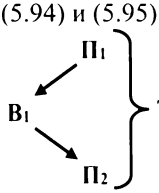
Недостаток может быть устранен заменой диода $\mathbf{В_1}$ тиристором $\mathbf{В_2}$. Тиристор выполняет туже функцию, что и диод (пропускает ток в одну сторону и не пускает в другую), но имеет еще один управляемый вход. Если на управляющий вход не подать ток $\mathbf{П"'_1}$ открытия, то тиристор не пропустит ток даже в прямом направлении. Но стоит подать хоть краткий импульс, как он тотчас открывается и остается открытым до тех пор, пока есть прямое напряжение. Если напряжение снять или поменять полярность, то тиристор закроется.

Поле $\mathbf{П"'_1}$ – ток открытия (электрическое поле).

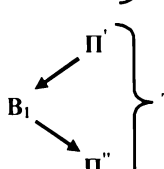
5.5. Нахождение нужного эффекта

Вид технологического эффекта (физического, химического, биологического и математического, в частности, геометрического), который необходимо использовать в веполе, определяется следующим образом.

Если вещество $\mathbf{В_1}$ преобразует одно поле $\mathbf{П_1}$ в другое $\mathbf{П_2}$, описанное формулой (5.22), или изменяет параметры поля $\mathbf{П'}$ на $\mathbf{П"}$, описанное формулой (5.25), то **название искомого технологического эффекта** получают соединением полей (5.94) и (5.95).



Технологический эффект (5.94)



Технологический эффект (5.95)

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

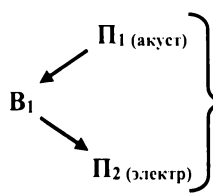
В соответствие с этим определяется не только структура будущего решения, но и вид технологического эффекта (п. 7.2), который нужно использовать, т. е. вепольный анализ является инструментом также для нахождения нужных технологических эффектов (физических, химических, биологических или математических) при решении конкретных задач. Окончательный поиск нужного эффекта осуществляется с помощью указателей эффектов.

Приведем пример на использование схемы (5.94).

Пример 5.21. Микрофон

Микрофон **B_1** переводит звуковые колебания (**акустическое поле**) **$П_1$ ($П_{акуст}$)** в **электрические $П_2$ ($П_{электр}$)**.

Название необходимого эффекта – **акустоэлектрический**, по указателю физических эффектов находим подходящие эффекты – **пьезоэлектрический** или **сегнетоэлектрический эффекты** (5.96).



Акустоэлектрический эффект (5.96)

Приведем пример на использование схемы (5.95).

Пример 5.22. Эхолокатор

Ультразвуковые исследования (УЗИ) или эхолокатор работают следующим образом. Посылается ультразвуковой (акустический) сигнал **П'**, который отражается от исследуемого объекта **B_1** и принимается отраженный ультразвуковой (акустический) сигнал **П''**, содержащий информацию об исследуемом объекте.

Где: **B_1** – исследуемый объект;

П' – посылаемый сигнал (акустическое поле);

П'' – отраженный сигнал (акустическое поле).

На подобном принципе (отраженный сигнал) работает радар.

5.6. Закон увеличения степени вепольности

Закон увеличения степени вепольности заключается в том, что **любая система в своем развитии стремится стать более вепольной**, т. е. должна повышаться степень вепольности.

Первоначально этот закон был разработан Г. С. Альтшуллером. Ниже будет представлен закон увеличения степени вепольности в усовершенствованном автором виде.

Закон включает **тенденции**, описывающие последовательность ***изменение структуры и элементов*** (веществ и полей) ***веполей*** с целью получения *более управляемых технических систем*, т. е. ***более идеальных*** систем. При

этом в процессе изменения необходимо осуществлять ***согласование веществ, полей и структуры***.

Общая тенденция развития веполей, показана на рис. 5.34. Она представляет собой переходы: от **невепольной** системы к **простому** веполю; на следующем этапе происходит **изменение** и последующее **согласование** веществ и полей; затем **изменение** структуры веполя; и, в конце концов, переход к **форсированному** веполю.

Форсированный – это максимально управляемый веполь.

Таким образом, в тенденциях развития веполей можно выделить **тенденцию построения веполей**. Другие тенденции вепольного анализа рассматривают преобразование веполей с целью **повышения эффективности технических систем** или **ликвидации в них вредных связей**. Они являются следствием закона увеличения степени вепольности технических систем. При преобразовании в веполях **могут изменяться элементы** (вещества и поля) и **структура**. Эти **изменения** могут осуществляться **частично** или **полностью**, **в пространстве, во времени** или **по условию**. Общая тенденция представлена на рис. 5.34-5.38.



Рис. 5.34. Общая тенденция развития веполей

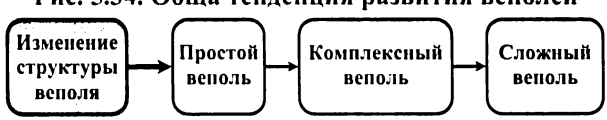


Рис. 5.35. Тенденция изменения структуры веполя

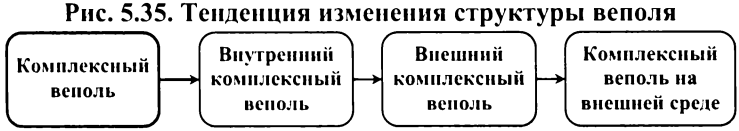


Рис. 5.36. Тенденция изменения комплексного веполя

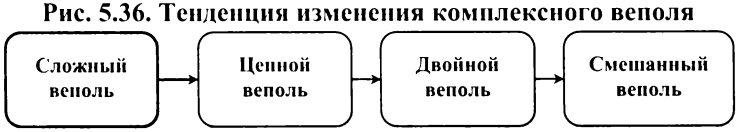


Рис. 5.37. Тенденция изменения сложного веполя

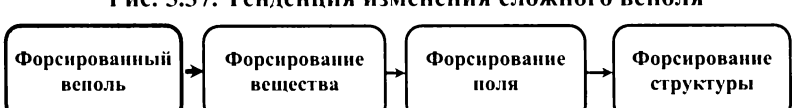


Рис. 5.38. Тенденция изменения форсированного веполя

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Первая тенденция развития веполей – **достройка (построение) веполей**, т. е. переход от невепольной к вепольной системе, была рассмотрена выше (п. 5.3.1) *как основное правило вепольного анализа* и описывается схемой (5.38). В результате получаем *простой веполь* (рис. 5.33).

Изменение веществ (В) и полей (П) начинается с подбора или *вещества «отзывчивого»* на имеющееся *поле* или *поля «отзывчивого»* на имеющееся *вещество* или *«отзывчивой» пары* (*вещество-поле*). Подбирая «отзывчивые» вещества и поля мы осуществляем их согласование.

Понятие «отзывчивости» мы рассматривали в п. 5.1.

Практически после построения веполя целесообразно подобрать другие, более подходящие вещества или поля, и после их замены согласовать вновь введенные с имеющимися элементами, т. е. подобрать «отзывчивые» вещества и поля.

Замена веществ и полей в веполе осуществляется для улучшения функциональности системы. При замене подбираются *отзывчивые вещество и поле* лучше выполняющие главную функцию системы.

Иногда изменение веществ и полей достаточно для повышения эффективности системы.

Дальнейшее развитие системы идет путем изменения *структуры* и использования *форсированных веполей*. После каждого изменения необходимо делать согласование.

Тенденция изменения структуры веполя показана на рис. 5.35 и представляет собой переход от *простого веполя* к *комплексному* и от комплексного к *сложному веполю*. Это осуществляется в первую очередь за счет увеличения числа связей между элементами и их количества.

В сою очередь, **тенденция развития комплексного веполя**, показанная на рис. 5.36, представляет собой переход от *внутреннего комплексного веполя* к *внешнему комплексному веполю* и к *комплексному веполю на внешней среде*. Она подробно рассмотрена в п. 5.3.3.

Эта тенденция обусловлена, прежде всего, тем, что добавки значительно легче вводить не внутрь системы, а прикреплять их снаружи или еще легче вводить в окружающую среду. Кроме того, такую добавку легко удалить или заменить при необходимости.

Тенденция развития сложного веполя (рис. 5.37) представляет собой переход от *цепного веполя* к *двойному* и *смешанному веполям* (п. 5.3.3).

Наивысшим этапом повышения управляемости веполей является переход к форсированным веполям. **Тенденция развития форсированного веполя** представлена на рис. 5.38. *Форсированный веполь* – это веполь использующий более управляемые вещества, поля и структуры. Детально эта тенденция в данной книге не будет рассмотрена. С ней можно ознакомиться в [63].

Увеличение управляемости веществом включает две тенденции:

- степени дробления вещества;

- использование умных веществ.

Тенденция увеличения степени дробления (дисперсности) – это постепенный переход от твердого состояния к гибкому жидкому, газообразному и полю.

Тенденция дробления включает переходы от *монолитного вещества* к *гибкому*, *порошкообразному*, *гелю*, *жидкости*, *аэрозолю*, *газу* и *полю* (рис. 5.39).

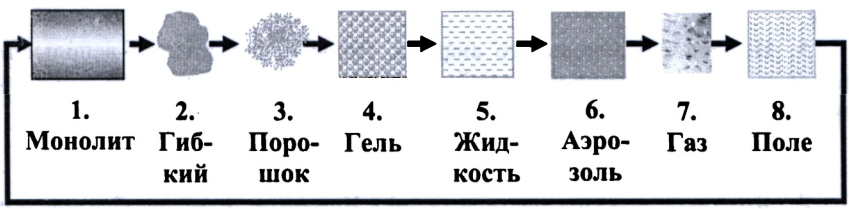


Рис. 5.39. Схема тенденции увеличения степени дробления

«Умное» вещество – это вещество «отзывчивое» на определенное поле. Оно способно под действием этого поля осуществлять конкретную функцию, за счет использования эффекта (физического, химического, биологического или геометрического).

Например, *жидкие кристаллы*; *поляризационные пластины*; *вещества, изменяющие свою прозрачность*; *термо-* и *фоточувствительные полимеры*; *флуоресцентные вещества*; *полимерные гели*; *материалы с эффектом памяти формы*; *магниты*; *магнитная* и *реологическая жидкость*; *электреты*; *тепловые трубы* и т. д.

«Умное» вещество можно также определить, как ***преобразователь*** или ***источник***, осуществляющий определенный ***эффект*** (*физический, химический, биологический* или *геометрический*).

Замена вида поля на более управляемое поле может осуществляться в следующей последовательности: гравитационное, механическое, тепловое, электромагнитное и любые комбинации этих полей. Эта закономерность показана на рис. 5.40.



Рис. 5.40. Последовательность увеличения управляемости полей

В отдельных областях техники рассматривают и химическое поле.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

5.7. Самостоятельная работа

5.7.1. Вопросы для самопроверки

1. Что такое вепольный анализ? Дайте определение.
2. Что такое вещество? Дайте определение.
3. Что такое вещество в вепольном анализе? Дайте определение. Виды веществ.
4. Что такое поле в вепольном анализе? Дайте определение. Виды полей.
5. Назначение вепольного анализа. Виды использования вепольного анализа. Представление исходной структуры задачи. Получение структурного решения задачи. Перспективы развития структуры системы.
6. Виды связей.
7. Что такое генератор полей? Приведите примеры.
8. Что такое преобразователи полей? Назовите виды преобразователи полей. Приведите примеры.
9. Особенности «измерительных» вепольных структур.
10. Виды вепольных структур. Назовите их.
11. Что такое невепольная система? Дайте определение.
12. Что такое комплексный веполь? Виды комплексного веполя.
13. Что такое внутренний комплексный веполь, внешний комплексный веполь, комплексный веполь на внешней среде, комплексный веполь на видоизмененной внешней среде? Приведите примеры.
14. Что такое сложный веполь? Виды сложного веполя.
15. Что такое цепной веполь?
16. Что такое двойной веполь?
17. Что такое смешанный веполь?
18. Виды устранения вредных связей.
19. Нахождение технологического эффекта.
20. Закон увеличения степени вепольности? Основная тенденция развития веполей. Тенденция изменения структуры веполя.

5.7.2. Темы докладов и рефератов

1. История развития вепольного анализа. Покажите изменения в вепольном анализе.
2. Тенденции развития вепольного анализа.
3. Вепольный анализ будущего.
4. Вепольный анализ для информационных технологий.

5.7.3. Выполните задания

1. Приведите примеры различных видов веществ и полей.
   1.1. Приведите примеры различных веществ.

1.2.Приведите примеры различных полей.

2. Построить вепольные структуры для примеров, задач.

2.1.Представьте в вепольной форме условие и решение.

2.1.1. Примеры 3.1, 3.4, 3.6, 3.7, 3.12, 3.14, 3.22.

2.1.2. Задачи 3.11, 3.12, 4.18.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Глава 6. АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ (АРИЗ)

Введение
1. Традиционная технология решения задач
2. Обзор ТРИЗ
3. Системный подход
4. Законы развития систем
5. Вепольный анализ
6. АРИЗ
7. Информационный фонд
8. Методы развития личности и коллектива
9. Заключение

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

Г. С. Альтшуллер[18]

АРИЗ – это раздел ТРИЗ, предназначенный для решения сложных не стандартных задач. Основная функция АРИЗ – выявление и разрешение противоречий.



Рис. 6.1. Структурная схема ТРИЗ

Содержание раздела 6:

6.1. Изобретательская ситуация и изобретательская задача.
6.2. Понятие о противоречиях.
6.3. Идеальный конечный результат (ИКР).
6.4. Практика использования ИКР.
6.5. Путь к идеи решения.
6.6. Логика АРИЗ.
6.7. Практика по логике АРИЗ.
6.8. Понятия и определения АРИЗ-85-В.
6.9. Структура АРИЗ-85-В.
6.10-6.18. Части АРИЗ-85 В.
6.19. Практический АРИЗ.

---

[18] **Альтшуллер Г. С. Найти идею.** Введение в теорию решения изобретательских задач. – Новосибирск: Наука, 1986.

6.1. Изобретательская ситуация и изобретательская задача

В ТРИЗ существуют понятия *изобретательская ситуация* и *изобретательская задача*. Наиболее точно эти понятия сформулировал автор ТРИЗ Г.С. Альтшуллер:

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

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

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

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

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

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

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

Задача 6.1. Защита данных

Как обеспечить защиту контакта?

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

- различными методами шифрования, например:
  - ввод логина и пароля;
  - ввод пин-кода;
  - и т. д.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

• использованием различных средств управления доступом на основе мандатов, например:

– использования паролей;

– смарт-карт в качестве средств аутентификации или ключей шифрования;

– и т. д.

Таким образом, из изобретательской ситуации получен ряд конкретных задач.

Ситуация переводится в **максимальную (макси-)** или **минимальную (мини-) задачи.**

При решении **макси-задачи**: необходимо для определенной цели разработать принципиально новую ТС.

Макси-задача – это:

– задача, требующая создания принципиально новой системы, например, замены ее физического принципа функционирования для определенной цели;

– задача решается изменением надсистемы.

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

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

Приведем определение изобретательской задачи Г. С. Альтшуллера:

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

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

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

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

Изобретательская задача – это задача, содержащая противоречие.

Задача 6.2. Защита информации

Существует много видов защиты информации:

- физическая защита;
- электромагнитная защита;
- криптографическая защита;

- человеческий фактор;
- активная защита;
- и т. д.

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

Задача как надежно защитить информацию не дорого.

Таким образом мы перевели изобретательскую ситуацию в изобретательскую задачу.

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

Задача 6.3. Мундир солдата

Ситуация

Времена Петра Первого. Солдаты после еды вытирали рукавом рот, а при насморке – нос. Как отучить солдат не портить мундирское сукно?

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

- издать указ, запрещающий это делать;
- принимать строгие меры (вплоть до физических) к тем, кто нарушает указ;
- поощрять солдат, которые этого не делают;
- сделать так, чтобы солдаты не хотели этого делать;
- сделать, чтобы солдаты не могли это делать;
- и т. д.

Решение

Петр Первый выбрал последнее направление для решения задачи. Как сделать, чтобы солдаты не могли вытирать рот и нос рукавом?

Указ Петра Первого, предписывал пришивать оловянные пуговицы к обшлагам рукавов солдатских мундиров с внешней стороны.

6.2. Понятие о противоречиях

Противоречие есть критерий истины, отсутствие противоречия – критерий заблуждения.

Георг Гегель

6.2.1. Общие понятия

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.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

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

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

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

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

Для этого в АРИЗ рассматриваются три вида противоречий:

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

6.2.2. Административное противоречие

АДМИНИСТРАТИВНОЕ ПРОТИВОРЕЧИЕ (АП) – *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 или нужно устранить такой-то недостаток, но не известно, как», «Имеется брак в производстве изделий, а причина его не известна» и т. д.* Это самое ***поверхностное противоречие***.

Таким образом, АП выражается в виде:

– нежелательного эффекта (НЭ) – что-то плохо;

– улучшения – необходимо создать что-то новое, но неизвестно каким образом.

Задача 6.4. Автобус

Условие задачи

Автобус должен перевозить много пассажиров. Как это сделать?
Это типичное АП.

6.2.3. Техническое противоречие

ТЕХНИЧЕСКОЕ ПРОТИВОРЕЧИЕ (ТП) – *это противоречие между определенными частями, качествами или параметрами системы.*

ТП возникает при улучшении одних частей (качеств или параметров) системы за счет недопустимого ухудшения других.

Оно представляет собой причину возникновения АП, углубляя его. В глубине одного АП, чаще всего, лежит несколько ТП.

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

Техническое противоречие возникает в результате диспропорции развития различных частей (параметров) системы. При значительных количественных изменениях одной из частей (параметров) системы и резком «отставании» другой (других) ее частей возникает ситуация, когда количественные изменения одной из сторон системы вступают в противоречие с другими.

Продолжим рассмотрение задачи об автобусе.

Задача 6.4. Автобус (продолжение)

Разбор задачи

Чтобы перевозить много пассажиров автобус должен быть вместимым, т. е. больших размеров. Однако большой автобус плохо маневрирует. Таким образом, можно сформулировать ТП.

ТП: противоречие между **вместимостью** автобуса и **маневренностью**.

6.2.4. Физическое противоречие

ФИЗИЧЕСКОЕ ПРОТИВОРЕЧИЕ (ФП) – *предъявление диаметрально противоположных свойств (например, физических) к определенной части технической системы.*

Оно необходимо для определения причин, породивших *техническое противоречие*, т. е. является дальнейшим его углублением. Уточнение (углубление) противоречий может продолжаться и дальше для выявления первопричины.

Для человека, незнакомого с АРИЗ, формулировка ФП звучит непривычно и даже дико – **некоторая часть ТС должна находиться сразу в двух взаимоисключающих состояниях**: быть *холодной* и *горячей*, *подвижной* и *неподвижной*, *длинной* и *короткой*, *гибкой* и *жесткой*, *электропроводной* и *неэлектропроводной*, *быть и не быть* и т. д.

Одно из свойств, удовлетворяет одному из параметров ТП, а другое свойство – удовлетворяет другому параметру.

ФП – своего рода необычное неравенство. Обычно с помощью неравенств указывается **промежуток** (или **интервал**), например,

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

$$a < x < b \qquad (6.1)$$

Графически промежуток представлен на рис. 6.2.

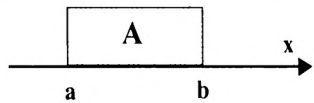


Рис. 6.2. Графическое представление промежутка

Этот промежуток представляет собой зону «А». Обычно в этой зоне и ищут «оптимальное» решение.

ТРИЗ идет совершенно другим путем.

Определяют, каким свойством «с» должна обладать система, чтобы параметр «А» (в ТП) был наилучший. Обозначим это свойство «С». Далее определяют, каким свойством «с» должна обладать система, чтобы параметр «Б» был наилучший. Обозначим это свойство «анти-С».

Такое конфликтующее действие представляется в виде неравенства (6.2).

$$\textbf{С} > \textbf{с} > \textbf{анти-С} \qquad (6.2)$$

Изобразим для наглядности это неравенство на рис. 6.3.



Рис. 6.3. Изображение физического противоречия

Формулировка физического противоречия требует, чтобы «**с**» была одновременно в зоне «**А**» и в зоне «**Б**», что исходя из графика ***невозможно*** (рис. 6.3).

Задача 6.5. Блок питания

Для питания многих электронных устройств используются промышленная сеть переменного тока, хотя большинство их блоков, например, усилитель, генератор и другие нуждаются в постоянном питающем напряжении. По этой причине на выходе блока питания необходим элемент, имеющий противоречивые физические свойства.

ФП: Элемент блока питания **должен пропускать переменный ток**, поскольку другого источника тока нет, и **не должен пропускать переменный ток**, поскольку прибору требуется постоянный ток.

Разрешение противоречия.

Данное физическое противоречие разрешается **в структуре** за счет пропускания только положительной полуволны и не пропускания отрицательной. Это осуществляется с помощью выпрямителя, выполненного на диодах, обладающих

указанными физическими свойствами и реализующих функцию преобразования переменного тока в постоянный.

Продолжим разбор задачи об автобусе.

Задача 6.4. Автобус (продолжение)

Разбор задачи

Сформулируем ФП для данной задачи.

ФП: Автобус должен быть ***маленьким***, чтобы быть **маневренным** и ***большим***, чтобы **вмещать** много пассажиров.

Более точно, то эти требования не ко всему автобусу, а только к *салону*.

Следует подчеркнуть еще раз, что в отличие от *технического противоречия*, принадлежащего ***всей системе***, **физическое** – относится только к определенной ее ***части***.

Таким образом, рассмотренные три вида противоречий образуют цепочку, которая определяет ***причинно-следственные связи*** в исследуемой технической системе (6.3).

АП ⟶ **ТП** ⟶ **ФП** (6.3)

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

Этап выявления физического противоречия представляет собой точную постановку задачи. Г. С. Альтшуллер писал: «*В физическом противоречии «дикость» требований достигает предела. Отпадают все варианты, кроме одного или нескольких, максимально близких к ИКР*» [19, С. 50].

6.2.5. Способы разрешения физического противоречия

В качестве основных способов разрешения ФП можно назвать способы разрешения противоречивых свойств (более детально способы разрешения физических противоречий изложены в п. 6.5.3):

- в пространстве;
- во времени;
- в структуре, в частности, *фазовые изменения*, например, *агрегатное состояние*;
- по условию.

Продемонстрируем эти способы разрешения ФП.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Задача 6.6. Очки

Условие задачи

Людям с плохим зрением нужно иметь две пары очков. Одни, чтобы смотреть в даль и другие, чтобы смотреть вблизи, например, читать. Очень неудобно постоянно менять очки. Как быть?

Разбор задачи

АП: Как улучшить удобства использования очков?

ТП: Противоречие между необходимостью хорошо видеть вдали и вблизи, и удобством использования очков (смена очков).

ФП: Должно быть *одна пара очков*, чтобы было удобно их использовать (не менять очки), и должна быть *две пары очков (с разными типами линз)*, чтобы хорошо видеть вдали и вблизи.

Решение задачи

Разрешим ФП, разделяя противоположные свойства:

В пространстве.

Используются *бифокальные очки*. Большая часть линзы для дали, а сегмент нижней части линзы для близких расстояний (для чтения).

Задача 6.7. Пластырь

Условие задачи

Раны заклеивают пластырем, но когда его снимают, то образовавшаяся корочка срывается вместе с пластырем. Как быть?

Разбор задачи

АП: Как не допустить срыва свежей корочки?

ТП: Противоречие между необходимостью заклеивания ранки и срыва свежей корочки.

ФП: Пластырь должен быть *не клейким* (*не должно быть адгезии*), чтобы не срывать свежую корочку, и должен быть *клейким* (должна быть *хорошая адгезия*), чтобы хорошо заклеивать ранку.

Решение задачи

Разрешим ФП, разделяя противоположные свойства:

В пространстве.

Место, которое прикладывается к ранке не клейкое (там находится марля, пропитанная антисептиком), а по краям пластырь клейкий (адгезионный). Другой вариант этой задачи.

Условие задачи

Раны заклеивают пластырем, и кожа не «дышит». Как быть?

Разбор задачи

АП: Как сделать, чтобы кожа дышала под пластырем?

ТП: Противоречие между необходимостью защиты ранки от внешней среды, т. е. ее *закрытием* и тем, что закрытие ранки мешает коже «дышать».

ФП: Пластырь *должен быть*, чтобы защищать ранку, и *не должен быть*, чтобы кожа «дышала».

Решение задачи

Разрешим ФП, разделяя противоположные свойства:

В пространстве и **структуре**.

Часть пластыря существует, а часть не существует. Пластырь делается с дырочками. Ранку закрывает марля. Она тоже не сплошная.

Задача 6.8. Реактивный самолет

Условие задачи

Прямое крыло самолета создает большое лобовое сопротивление при околозвуковых и сверхзвуковых скоростях полета. Как быть?

Разбор задачи

АП: Как уменьшить лобовое сопротивление движению самолета при сверхзвуковых скоростях полета?

ТП: Противоречие между устойчивостью *полета на малых скоростях* и сопротивлением *движению полета на больших скоростях полета*.

ФП: Крыло должно быть *стреловидное*, чтобы *не создавать* сопротивление *движению полета при больших скоростях*, и должно быть *не стреловидное*, чтобы *придать* устойчивость *полета на малых скоростях* (при взлете и посадке).

Решение задачи

Разрешим ФП, разделяя противоположные свойства:

В структуре и **по условию**.

Создали самолет с *изменяемой стреловидностью (геометрией) крыла*. На малых скоростях крылья раздвинуты (прямое крыло), а при больших скоростях прижаты к фюзеляжу (стреловидное крыло).

Условие в данном случае скорость полета (большая или маленькая).

Задача 6.9. Компьютер

Условие задачи

Компьютер тратит лишнюю энергию, когда не работает. Как быть?

Разбор задачи

АП: Как уменьшить потери энергии?

ТП: Противоречие между необходимостью работы компьютера и потерями лишней энергии.

ФП: Компьютер должен быть *выключенным*, чтобы не расходовать лишнюю энергию, когда *он не работает*, и должен быть *включенным*, чтобы *выполнять* необходимую работу.

Решение задачи

Разрешим ФП, разделяя противоположные свойства:

Во времени.

Через установленное время, когда на компьютере не работают, он переходит в «спящий» режим (*hibernation mode*).

Задача 6.10. Рыцарские доспехи

Условие задачи

Рыцарские доспехи (латы) тяжелые и в них ограничена подвижность, поэтому неудобно вести бой. Как быть?

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Разбор задачи

АП: Как улучшить подвижность рыцаря и облегчить доспехи?

ТП: Противоречие между защитными свойствами *доспехов* и их весом, и удобством движения.

ФП: Доспехи должны быть *легкими* и *гибкими*, чтобы было удобней двигаться, и должны быть *не гибкими* и *тяжелыми*, чтобы обладать хорошими защитными свойствами.

Т. е. доспехи должны быть из *единого куска металла* (быть *не гибким*) и из *многих кусков металла* (быть *гибким*).

Решение задачи

Разрешим ФП, разделяя противоположные свойства:

В структуре.

Придумали кольчугу. Она состоит из отдельных колечек, соединенных вместе. Каждое колечко жесткое, а все вместе гибкие. Кроме того, в середине кольца нет металла, поэтому вес значительно уменьшается.

Светофор – это пример изменения **по условию**. Красный цвет – движения нет. Зеленый - движение разрешается.

Задача 6.11. Автомат по разливу жидкостей

Условие задачи

При отсутствии бутылки под краном, выливается лишняя жидкость. Как быть?

Разбор задачи

АП: Как избежать потери жидкости?

ТП: Противоречие между необходимостью заполнения бутылки жидкостью и потерей жидкости.

ФП: Жидкость *не должна выливаться*, чтобы не было потерь *жидкости*, и *должна выливаться*, чтобы заполнить *бутылку*.

Решение задачи

Разрешим ФП, разделяя противоположные свойства:

По условию.

Жидкость выливается только при наличии бутылки под краном.

Это решение для любых упаковочных автоматов.

Задача 6.12. Мощный транзистор

Условие задачи

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

Разбор задачи

АП$_1$: Необходимо улучшить тепловой режим транзисторного (диодного) ключа в электроаппаратуре, в которую он устанавливается.

АП$_2$: Необходимо исключить перегрев силового транзистора.

В формулировке $АП_1$ показывается улучшение, какое качество нужно улучшить, а в $АП_1$ – нежелательный эффект (НЭ) – *перегрев транзистора.*

Это по существу изобретательская ситуация.

Устранение указанного административного противоречия может осуществляться путем:

– создания нового транзистора или

– применения радиатора, который улучшает тепловой режим работы транзистора, но увеличивает габариты аппаратуры.

В первом направлении необходимо проводить серьезную научно-исследовательскую и опытно-конструкторскую работу (НИОКР). Это занимает много времени и средств. Поэтому из изобретательской ситуации мы выбираем второй путь – *изобретательский.*

ТП: Противоречие 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.

ФП: *Площадь радиатора* должна быть *маленькой,* чтобы радиоаппаратура была малых габаритов, и *большой,* чтобы *улучшить* отвод тепла.

Решение задачи

Такое противоречие можно разрешить:

В структуре, например, путем ее изменения.

1. На радиаторе делают ребра. Общая площадь радиатора увеличивается (увеличивается теплообмен), а габариты аппаратуры не увеличиваются и даже могут быть уменьшены. Ребра делают игольчатыми, чтобы еще больше увеличить площадь радиатора (площадь теплообмена).

2. Лепестки радиатора делают с *эффектом памяти формы* – из никелида титана – нитинола (а.с. 958 837). При нормальной температуре лепестки прижаты к транзистору, а при повышении температуры за пределы допустимой, они отгибаются, увеличивая площадь теплоотвода. Это разрешение противоречивых свойств не только в структуре, но и по условию (превышение температуры) или можно считать, что это разрешение во времени (во время превышения температуры).

3. Можно присоединить к транзистору элемент Пельтье, который будет охлаждать транзистор.

В пространстве.

Радиатор вместе с транзистором размещают на наружной стенке блока, как это сделано в измерительных приборах: цифровых вольтметрах и частотомерах.

Можно использовать *тепловую трубу*, позволяющую отвести локально выделяемое тепло на значительное расстояние от его источника или с помощью тепловых труб подводить холодный поток. Холодный поток можно получить от элемента Пельтье.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

6.3. Идеальный конечный результат (ИКР)

Переход к ИКР отсекает все решения низших уровней, отсекает без перебора, сразу. Остаются ИКР и те варианты, которые близки к ИКР и потому могут оказаться сильными.

Г. С. Альтшуллер

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

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

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

Понятие об идеальной системе было дано в п. 4.5.2. Напомним, что **идеальная техническая система** – это система, которой нет, а ее функции выполняются, т. е. цели достигаются без средств.

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

ИКР – решение, которое мы хотели бы видеть в своих мечтах, выполняемое фантастическими существами или средствами («волшебная палочка»). Например, дорога существует только там, где с ней соприкасаются колеса транспорта.

ИКР – это результат процесса увеличения степени идеальности.

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

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

Основные **свойства ИКР**:

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

Задача 6.13. Зоопарк

Условие задачи

Условие задачи. Зоопарку в Стокгольме не хватало бюджетных денег и денег, вырученных за билеты.

Как получить дополнительные деньги?

Разбор задачи

Идеальный конечный результат (ИКР): Деньги сами появляются.

Способы решения. Использование ресурсов.

Ресурсы. Основной ресурс зоопарка – звери.

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

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

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

Задача 6.14. Продажа обуви

Условие задачи

Условие задачи. В Коралио привезли большую партию башмаков, но оказалось, что жители не носят обувь.

Как продать обувь?

Разбор задачи

Идеальный конечный результат (ИКР): Все жители хотят купить обувь.

Способы решения. Необходимо **создать потребность**. Используем **ресурсы**.

Ресурсы. Колючки.

Решение

Улицы города густо усеяли колючками. Не забыто было ни одно место, куда могла ступить нога человека. Все жители купили обувь (подробности в романе О. Генри «Короли и капуста»).

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

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

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

6.4. Практика использования ИКР

6.4.1. Условие задач

Попробуйте самостоятельно решить задачи, используя ИКР.

Задача 6.15. Идеальная реклама

Представьте идеальную рекламу.

Задача 6.16. Кражи в гостиницах

В гостиницах крадут различные предметы. Как не оберегать предметы от кражи. Предложите решение.

Задача 6.17. Свеча Яблочкова

Во второй половине XIX века улицы европейских столиц освещались дуговыми лампами. Между двумя угольными стержнями (электродами) при подаче напряжения возникала электрическая дуга, давая яркий свет. Электроды располагали так, что их необходимо было сближать по мере их сгорания (рис. 6.4). Это требовало сложных устройств (регуляторов), которые делали электрическое освещение с помощью дуговых фонарей неудобным и дорогим.

Как сделать идеальный механизм сближения стержней? Русский инженер П. Н. Яблочков решил эту задачу. Как?



Рис. 6.4. Принцип работы дуговой лампы

Задача 6.18. Миллионы из ничего

Могут ли городские власти сделать миллион из ничего? Например, из нуля.

Задача 6.19. Выработка электричества

Как получить дешевую электроэнергию, не применяя дорогостоящее оборудование, использующее силу ветра, воды или солнечную энергию?

Задача 6.20. Принтер

Какой на ваш взгляд идеальный механизм подачи бумаги в принтере? Предложите такой механизм. Кроме того, объем бумаги ограничен размером коробки, куда укладывается бумага. Какая будет идеальная коробка для бумаги?

Задача 6.21. Радиостанция

При восхождении на вершины альпинисты пользуются маленькими радиостанциями, которые работают на фиксированных частотах. Но высоко в горах

при низких температурах транзисторы сильно охлаждаются, и частота меняется. Нарушается связь с лагерем. Для поддержания постоянной температуры радиостанцию спрятали в термостат – сосуд типа термоса с подогревом. Но термостат весит в 3-4 раза больше самой радиостанции, да еще потребляет много электроэнергии. Нужен мощный аккумулятор – а это опять дополнительный вес. Как быть?

Задача 6.22. Борьба с лихачами на дорогах

В присутствии полицейского все водители строго соблюдают правила, но на всех дорогах и перекрестках по полицейскому не поставишь. Как быть?

Задача 6.23. Галька для пляжа

На крымском побережье необходимо было засыпать новый пляж. Предполагалось засыпать галькой – окатанными камушками, но в наличии была лишь щебенка – камни с острыми гранями. Что делать? Вывозить гальку с других пляжей? Придумать машину для обработки щебенки?

Задача 6.24. Наушники

Звук звучит лучше, если все частоты достигают барабанной перепонки в одно и то же время.

Современные наушники не выполняют этого. Как быть?

Задача 6.25. Тарелка

Представьте, что к вам пришли гости, и у вас не хватает посуды, чтобы накрыть на стол.

Как быть?

Задача 6.26. Багаж

После посадки самолета мы ожидаем наш багаж и высматриваем его на движущейся дорожке. Часто ваш чемодан похож на другой. Как точно знать, где ваш чемодан?

Задача 6.27. Социальные сети

Как обеспечить секретность в социальных сетях?

Задача 6.28. Штатив для фотоаппарата

Необходимо использовать автоспуск и установить или закрепить штатив для фотоаппарата, но нет подходящего места. Как закрепить фотоаппарат?

6.4.2. Решение задач

Задача 6.15. Идеальная реклама

ИКР: Рекламы нет, а СМИ и общественность сами говорят о Вас.

Решение: Осенью 1999 г. в Санкт-Петербурге было выпущено новое пиво под маркой «Windows 99». Инициатор затеи – предприниматель Андрей Солонин. Марка пива без труда была зарегистрирована по классу напитков. Также был заимствован (но изменен) графический образ «Windows»: летящие форточки.

Так производители пива сознательно нарываются на скандал, рассчитывая завоевать моментальную популярность, ведь пробиться на российский рынок пива с обычной маркой без огромных вложений уже невозможно.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Задача 6.16. Кражи в гостиницах

ИКР: Не нужно оберегать предметы от краж.

Решение: Постояльцы германских гостиниц тянут все, что не «прибито гвоздями» – от дорогой пепельницы до мешочков с ароматной травой и пульта от телевизора. Но менеджеры гостиниц не слишком огорчены этим. Во-первых, все расходы уже включены в цену номеров. Во-вторых, на все предметы нанесены эмблемы отеля, так что их похищение – дополнительная реклама гостиницы. Ведь украденное зачастую проходит через несколько рук.

Задача 6.17. Свеча Яблочкова

ИКР: Электроды не нужно сближать. Расстояние между ними всегда одно и тоже.

Идеальный механизм – это механизм, которого нет, а функции его выполняются.

Решение: П. Н. Яблочков расположил электроды параллельно и поместил между ними электроизоляционную прокладку (рис. 6.5 а, б).

Использование ресурсов и геометрический эффект.

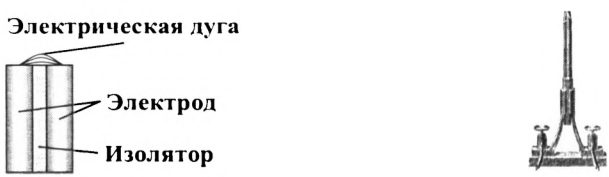


Рис. 6.5. Свеча Яблочкова[19]

Задача 6.18. Миллионы из ничего

ИКР: Туристы сами хотят платить деньги.

Решение: В Мадриде на одной из центральных площадей, откуда отсчитывается километраж дорог Испании, в асфальт уложен бронзовый ноль. Большинство туристов, посещающих город, по традиции фотографируются на мадридском нуле. Естественно, за плату, поступающую в городскую казну.

Использование ресурсов.

Задача 6.19. Выработка электричества

ИКР: Электроэнергия вырабатывается сама.

Использовать, то что всегда существует. Без использования силы ветра, воды или солнечной энергии. Они существуют не всегда. Всегда имеется сила гравитации и магнитное поле Земли. Будем использовать силу гравитации.

---

[19] Рис. 6.5б взят из книги: Шнейберг Я. А. История выдающихся открытий и изобретений (электротехника, электроэнергетика, радиоэлектроника). Научнопопулярное издание. – М.: Издательский дом МЭИ, 2009. – 118 с.: ил. ISBN 978-5-383-00328-2. Редактор М. П. Соколова. Художественный редактор Ю. А. Землеруб. Технический редактор Т. А. Дворецкова. Корректор В. В. Сомова. Компьютерная верстка В. В. Пак. С. 156. http://proxy.coollib.net/b/333488/read

Решение: Создан прибор GravityLight, который использует силу гравитации. Достаточно прикрепить 10 кг мешок с балластом, который опускается в течение 30 минут и генерирует электроэнергию, достаточную для работы светодиода.

Использование ресурсов.

Задача 6.20. Принтер

ИКР: Принтер сам без механизма подачи подает бумагу. Бумага в принтере хранится без коробки, ограничивающий объем бумаги.

Использовать даровые силы, например, силу гравитации.

Решение: Разработан принтер Stack, который опускается вниз через стопку бумаг, вместо того, чтобы требовать их загрузки внутрь (рис. 6.6). Шведская команда, создавшая этот принтер, считает, что он будет идеальным устройством для маленьких домов.

Использование ресурсов.

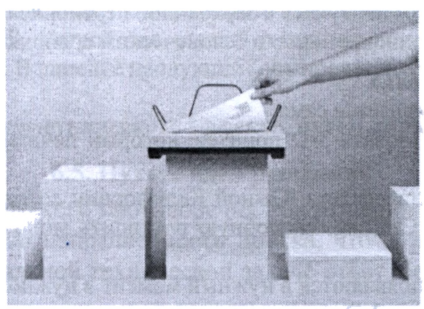


Рис. 6.6. Прибор Stack[20]

Задача 6.21. Радиостанция

ИКР: Термостата нет, а температура прибора не изменяется.

Использовать имеющиеся ресурсы.

Решение: Термостатом служит сам альпинист. Электронную часть прибора поместили на теле альпиниста, например, в подмышке.

Использование ресурсов.

Задача 6.22. Борьба с лихачами на дорогах

ИКР: Полицейского нет, а «лихачи» не превышают скорость.

Эту задачу решают во всех странах.

Решение: В Японии, например, в один далеко не прекрасный для местных лихачей день на дорогах резко увеличилось число полицейских. Завидев полицейского, лихачу приходилось быстренько сбрасывать скорость и соблюдать все прочие правила дорожного движения. И только подъехав поближе, водители с досадой замечали, что большинство «полицейских» – манекены! Но попадались и настоящие…

В Америке ставят макет полицейской машины.

[20] http://www.mugiyamamoto.com/stack/

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Замена объекта его **копией** – один из типовых приемов, применяемых в ТРИЗ.

Задача 6.23. Галька для пляжа

ИКР: Щебенка сама превращается в гальку.

Решение: Использовали даровую силу прибоя. Баржи со щебенкой разгрузили прямо в море в двухстах метрах от берега. Все остальное сделали волны: обкатали острые грани камней и вынесли их на берег.

Использование ресурсов.

Задача 6.24. Наушники

Звук будет достигать барабанной перепонки одновременно, если расстояние будет одно и тоже.

ИКР: Звук непосредственно на барабанной перепонке.

Решение: Компания JH Audio выпустила наушники, измененной формы, которая позволяет звукам поступать к барабанной перепонке с погрешностью 1/100 миллисекунды, т. е. одновременно с человеческим восприятием.

Задача 6.25. Тарелка

ИКР: Посуда появляется сама.

Решение: Использовать 3-D принтер, который печатает необходимый вам предмет.

Инженеры из университета Южной Калифорнии создали систему трехмерной печати Contour Crafting, способную построить монолитный двухэтажный коттедж за 20 часов.

Такие предметы появляются в нужный момент в нужном месте.

Безусловно сегодня 3-D принтер еще сложное и дорогостоящее оборудование, но, скорее всего, в будущем это устройство будет не сложнее обычного принтера. Тогда все необходимые нам предметы мы будем печатать дома с необходимым для нас дизайном. Нужно будет только менять картриджи с различными расходными материалами.

Возможно, можно будет печатать, например, красивый торт с любыми украшениями из любимых нами продуктов питания или другие угощения.

Задача 6.26. Багаж

ИКР: Багаж сам сообщает вам где он находится.

Решение: Гаджет Trakdot отслеживает и сообщает местонахождение багажа. Достаточно положить электронный маячок в чемодан, и Trakdot определит координаты чемодана и передаст их на сотовый телефон хозяина.

Искусственный интеллект прибора Trakdot был разработан с учетом правил безопасности полета, поэтому он автоматически отключается на время взлета, полета и посадки самолета. Вернувшись на землю, прибор находит местную сотовую сеть, связывается с телефоном своего владельца и сообщает свои координаты в текстовом сообщении.

Устройство работает от двух «пальчиковых» батареек.

Задача 6.27. Социальные сети

ИКР: Сообщение само себя уничтожает.

В Советское время ходила шутка о высшей степени секретности: «До прочтения сжечь».

Решение: Сообщения, которые быстро самоуничтожаются, могут повысить секретность общения через интернет и позволят людям быть более открытыми.

Задача 6.28. Штатив для фотоаппарата

ИКР: Штатив устанавливается где угодно.

Решение: Штативы Joby Gorillapod помогут получить прекрасные снимки, в каких бы условиях вам бы ни приходилось их делать.

Благодаря трем гибким ножкам, штатив Gorillapod позволяет монтировать камеру практически в любом месте и на любой, даже неровной поверхности: стволах деревьев, обрывах гор, заборах, скамейках в парке.

Прикрепить штатив к вашей камере можно с помощью универсального штативного винта 1/4"–20. Устройство станет отличным помощником при фотосъемке с автоспуском. В линейке продукции Joby представлены штативы различных размеров.

Использование геометрического эффекта, путем динамичной формы.

6.5. Путь к идеи решения

Выявление физического 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 системы***.

В АРИЗ этот закон проявляется, ориентацией на идеальный результат – **ИКР.**

Рассмотрев основные понятия АРИЗ: *ИКР, АП, ТП и ФП противоречия* – мы легко себе можем представить этапы точной формулировки технической задачи.

Окончательно основную линию решения задач по АРИЗ можно представить в следующем виде:

АП ⟶ **ТП** ⟶ **ИКР** ⟶ **ФП** ⟶ **РЕШЕНИЕ** (6.4)

С точки зрения АРИЗ задача точно сформулирована, когда выявлены АП, ТП, ИКР, ФП согласно приведенной цепочке (6.4).

Для формулировки всех ее звеньев, прежде всего, выявляют, чем не устраивает «задачедателя» данная система (**АП**), и что в ней плохого (*нежелательный эффект*).

Далее определяют требования, которые необходимо предъявить к системе. Так определяется **ТП**.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Затем систему представляют таким образом, что в ней *отсутствует нежелательный эффект*, но *сохраняются имеющиеся положительные качества*. Результатом такого представления системы является формулировка **ИКР**.

После сравнения существующей ситуации с ИКР выявляют помехи к достижению идеального результата, ищутся причины возникновения помех и определяют *противоречивые свойства*, предъявляемые к определенной части системы (к ***оперативной зоне***), не удовлетворяющие требованиям ИКР. Таким образом, формулируется **ФП**, которое и представляет собой точную формулировку задачи. Разрешая противоречивые свойства, указанные в ФП, получают **решение** без недостатков.

Г. С. Альтшуллер писал: *«Простоту ответа иногда принимают за простоту процесса решения. Между тем, чем проще ответ (если речь идет о задачах высших уровней), тем труднее его получить»* [19, С. 51].

Последовательность (6.4) характерна для основных модификаций АРИЗ. Развитие АРИЗ идет в направлении формализации и детализации описанной последовательности, углубленного использования законов развития технических систем и информационного фонда.

Продолжим разбор задачи об автобусе.

Задача 6.4. Автобус (продолжение)

Разбор задачи

ТП: противоречие между **вместимостью** автобуса и **маневренностью**.

Сформулируем ИКР для данной задачи.

ИКР: Автобус должен быть **вместительным** и **маневренным**.

ФП: Автобус должен быть ***большим***, чтобы **вмещать** много пассажиров и ***маленьким***, чтобы быть **маневренным**.

Решение задачи

Разрешим ФП, разделяя противоположные свойства.

В структуре.

Автобус необходимо сделать *динамичным* – гибким, например, как змея. Такой автобус будет *вместительным* и очень *маневренным*. Пока таких автобусов не создано, но имеется частичное решение – соединяют два и более автобусов гибким соединением – «гармошкой».

В пространстве.

Автобус ставится на автобус – двухэтажный автобус. В Лондоне построили 5 этажный автобус. Впервые его использовали во время Олимпиады-2012. Он высотой 17,68 м.

В структуре и **в пространстве**.

Имеются двухэтажные автобусы и троллейбусы, соединенные гармошкой.

Во времени.

Используют маленькие автобусы, но их пускают столько, сколько нужно в данных момент (это разрешение ***по условию***).

По условию.

Имеется проект раздвижного автобуса, в зависимости от количества пассажиров он или маленький, или большой.

6.6. Логика АРИЗ

Логика решения задач по АРИЗ показывает взаимосвязь элементов в основной линии (6.4), описанной раньше.

АП формулируется или в виде ***потребности*** в появлении *нового требования* «**А**» (**положительного эффекта**), или в виде **нежелательного эффекта** (**анти-Б**), который необходимо устранить. Схематически изобразим это так:

АП (ПЭ): А или **АП (НЭ): анти-Б**

или, наоборот: **АП (ПЭ): Б** или **АП (НЭ): анти-А.**

Административное *противоречие* – это только **одно** требование (или хорошее или плохое).

Для определения **ТП** выявляем два противоречивых требования, предъявляемых к системе. Обозначим эти требования буквами «**А**» и «**Б**». Тогда техническое противоречие может быть представлено как потребность в улучшении характеристик, удовлетворяющих требованию «**А**», которое приводит к недопустимому ухудшению характеристик, удовлетворяющих требованию «**Б**» (появлению требования **анти-Б**). *Нежелательный эффект* заключается в требованиях «**Б**». Или наоборот – улучшение «**Б**» за счет ухудшения **А** (появления «**анти-А**»).

ТП: А – анти-Б или **анти-А – Б.**

В отличии от административного противоречия, *техническое противоречие* имеет **два** требования, которые противоречат друг другу.

Формулировка **ИКР** должна быть направлена на устранение ***нежелательного эффекта*** (**анти-Б**) при сохранении ***положительного требования*** (***положительного эффекта***) «**А**», то есть

ИКР: А, Б.

ФП определяется путем выявления ***противоречивых свойств*** «**С**» и «**анти-С**» (например, физических), которыми должен обладать элемент системы, не справляющийся с требованиями ИКР. Для этого необходимо определить, каким свойством «**С**» должен обладать элемент, чтобы обеспечить требование «**Б**», т. е. чтобы устранить *нежелательный эффект*. Одновременно этот же элемент должен обладать противоположным свойством (**анти-С**), чтобы сохранить положительное требование «**А**». Таким образом, элемент должен обладать свойством «**С**», чтобы удовлетворить требованию «**Б**», (обозначим это **С→Б**), и свойством «**анти-С**», чтобы сохранить требование **А** (обозначим это **анти С→А**).

ФП: С → Б, анти-С → А.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Дальнейшее обострение противоречий осуществляется выявлением более глубинных свойств «C_1», которые необходимы для создания (обеспечения) выявленных ранее свойств «C».

$$C_1 \rightarrow C$$

В некоторых случаях при решении сложных изобретательских задач, необходимо выявить еще более глубоко причинно-следственные связи в системе. Для этого приходится выявлять еще более глубинные свойства C_1, C_2, ...C_n. Следующее по номеру свойство определяет, причину возникновения предыдущего свойства, т. е. что необходимо для выполнения этого свойства.

$$C_2 \rightarrow C_1$$
$$C_3 \rightarrow C_2$$
$$\ldots \quad \ldots \quad \ldots$$
$$C_n \rightarrow C_{n-1}$$

В таких случаях выявляют несколько физических противоречий (**$ФП_1$, $ФП_2$, $ФП_3$... $ФП_n$**). Схематически это можно изобразить:

$ФП_1$: $C_1 \longrightarrow C$; **анти-C_1** $\longrightarrow$ **анти-C.**
$ФП_2$: $C_2 \longrightarrow C_1$; **анти-C_2** $\longrightarrow$ **анти-C_1.**
$ФП_3$: $C_3 \longrightarrow C_2$; **анти-C_3** $\longrightarrow$ **анти-C_2.**
. . . . . .
$ФП_n$: $C_n \longrightarrow C_{n-1}$; **анти-$C_n$** $\longrightarrow$ **анти- C_{n-1}.**

Решение (Р) задачи состоит в разрешении физического противоречия, например, путем разделения противоречивых свойств **C ... C_n.**

Р: **C | анти C**
C_1 | анти C_1
.....
C_n | анти C_n

Где, вертикальной чертой условно обозначено разделение.

Основные способы разделения противоречивых свойств были представлены выше (п. 6.2.5). Полностью логическая схема решения задач по АРИЗ показана на рис. 6.7.

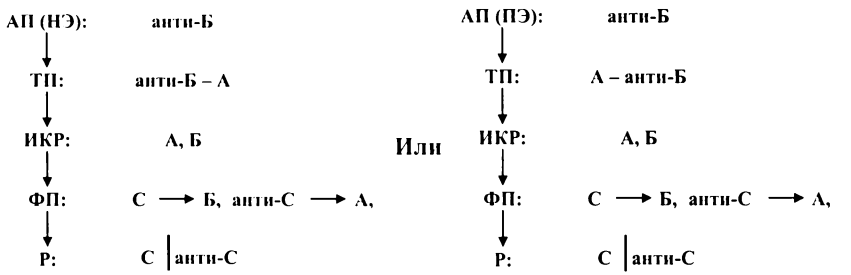


Рис. 6.7. Логическая схема АРИЗ

Обозначения:

АП – административное противоречие.	**НЭ** – нежелательный эффект.
ТП – техническое противоречие.	**ПЭ** – положительный эффект.
ФП – физическое противоречие.	**А, Б** – качества или параметры системы.
ИКР – идеальный конечный результат.	**С** – требуемые свойства системы.
Р – решение.	| –знак разделения противоречивых свойств.

В более развернутом виде логика АРИЗ с возможностью выявления глубинных свойств представлена на рис. 6.8.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

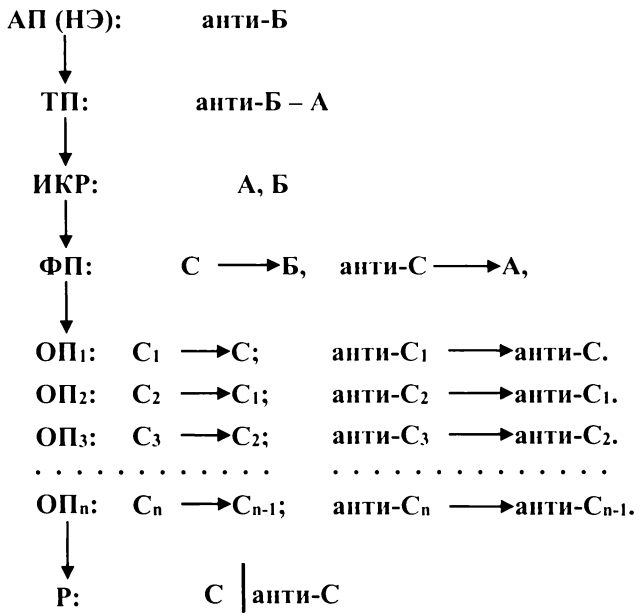


Рис. 6.8. Логическая схема АРИЗ

Обозначения:

АП – административное противоречие.	**Р** – решение.
ТП – техническое противоречие.	**А, Б** – качества или параметры системы.
ФП – физическое противоречие.	**С, $С_1$ – $С_n$** – требуемые свойства системы.
ИКР – идеальный конечный результат.	**|** – знак разделения противоречивых свойств.

Углубление свойств, т. е. обострение физического противоречия покажем на задаче 6.10. «рыцарские доспехи». Сделаем формальный разбор по логике АРИЗ.

Разбор задачи

АП: анти-Б.

АП: Как улучшить подвижность рыцаря и облегчить доспехи?

Вид АП – Нежелательный эффект (НЭ).

Плохой параметр «анти-Б» – тяжелые и неудобные доспехи.

ТП: А – анти-Б.

ТП: Противоречие между защитными свойствами (А) *доспехов,* их весом и удобством движения (анти-Б).

ИКР: А – Б.

ИКР: Доспехи обладают защитными свойствами (А), легки и удобны в движении (Б).

ФП: С → А; анти-С→ Б.

ФП: Доспехи должны быть *легкими* и *гибкими (С)*, чтобы было удобней двигаться (Б), и должны быть *негибкими* и *тяжелыми (анти-С)*, чтобы обладать хорошими защитными свойствами (А).

ФП$_1$: С$_1$ → С; анти- С$_1$→ анти-С.

ФП$_1$: Доспехи должны быть из многих кусков металла (С$_1$), чтобы быть *гибкими (С), и* из единого куска металла (анти-С$_1$), чтобы быть *негибкими (анти-С).*

Доспехи должны быть не из сплошного куска металла (С$_1$), чтобы быть *легкими (С), и* из сплошного куска металла (анти-С$_1$), чтобы быть *тяжелыми (анти-С).*

Решение задачи

Разрешим ФП, разделяя противоположные свойства:

- гибкий – не гибкий;
- единый кусок металла – много кусочков металла;

В структуре

Сделать доспехи из многих кусков металла. Каждый кусок металла тоже не сплошной – кольцо.

Отдельные куски должны быть соединены так, чтобы общая «одежда» была гибкой.

Придумали кольчугу. Она состоит из отдельных колечек, соединенных вместе. Каждое колечко жесткое, а все вместе гибкие. Кроме того, в середине кольца нет металла, поэтому вес значительно уменьшается.

Заметим, что **основа основ («изюминка») методики** состоит в последовательном определении ТП, ИКР, ФП (6.5).

ТП ⟶ ИКР ⟶ ФП ⟶ РЕШЕНИЕ (6.5)

6.7. Практика по логике АРИЗ

Проиллюстрируем логику АРИЗ. Начнем разбор с простейших задач.

Задача 6.29. Чемодан

Условие задачи

Чемоданы необходимы для складирования вещей во время поездок. Если необходимо перевозить много вещей, то используют большие чемоданы. После перевозки чемоданы необходимо где-то хранить, и они занимают много места. Как быть?

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Разбор задачи

АП: анти-Б

АП: Пустой чемодан занимают много места. Нежелательный эффект (НЭ) – занимает много места (анти-Б) дома.

ТП: А – анти-Б

ТП: Чемодан *размещает необходимые вещи* (**А**) для перевозки вещей, но *занимает много места* (**анти-Б**) дома, когда его не используют.

ИКР: А, Б

ИКР: Чемодан *не занимает места* (**Б**) дома, когда его не используют, и *размещает все необходимые вещи* (**А**) во время их перевозки.

ФП: С→А, анти-С→Б

ФП: Чемодан должен быть *маленький* (**С**), чтобы он не занимал много места (**Б**), когда он не используется, и *большой* (**анти-С**), чтобы в него помещалось много вещей (**А**) для перевозки.

Т. е. чемодан должен быть *маленький* и *большой*.

Решение задачи

Разрешим описанные противоречивые свойства:

Во времени и структуре:

Во время перевозки вещей чемодан *большой*, а во время хранения *маленький*. Такое противоречие можно разрешить путем изменения **структуры** чемодана в нужное **время**, по необходимому **условию**.

Решение 1: Чемодан делается складной.

Решение 2: Чемодан в виде матрешки. Меньший чемодан вкладывается в больший.

По условию:

Решение 3: Чемодан дома используется по другому назначению – в нем хранится что-то необходимое дома. Его можно задрапировать под какой-то предмет, например, тумбочку, или любой предмет интерьера.

В пространстве:

Решение 4: Чемодан берется напрокат у друзей или знакомых.

Использование ресурсов:

Решение 5: Чемодан не берется с собой, а все необходимые вещи покупаются на месте.

Использование принципа дешевой недолговечности - одноразовости:

Решение 6: Одноразовый чемодан и вещи, которые не жалко оставить на месте.

Задача 6.30. Кастрюля

Условие задачи

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

Разбор задачи

АП: анти-Б

Административное противоречие практически уже сформулировано при описании исходной ситуации.

АП: Как не обжечься, когда берут горячую кастрюлю с плиты. Нежелательный эффект (НЭ) – *ожег*.

ТП: А – анти-Б

ГП: Необходимость нагрева кастрюли для *приготовления пищи* (**А**) вступает в противоречие с процедурой снятия кастрюли голыми руками – *ожег* (**Б**).

Т. е. ТП – *Приготовление пищи* (**А**)– *ожег* (**Б**).

ИКР: А, Б

ИКР: Горячая кастрюля не обжигает руки.

ФП: С→А, анти-С→Б

ФП: Кастрюля должна быть холодной (анти-С), чтобы ее было безопасно брать (не обжигать руки), и должна быть *горячей* (свойство С), чтобы осуществлялся *процесс приготовления пищи*.

Решение задачи

Разрешим описанные противоречивые свойства:

Во времени:

Решение 1: Ждут, пока ручки кастрюли остынут.

В пространстве:

Горячим должна быть *внутренняя поверхность кастрюли* и *крышки* (рис. 6.9).

Холодной должны быть:

- ручки кастрюли;
- внешняя поверхность кастрюли;
- внешняя поверхность крышки;
- ручка крышки.

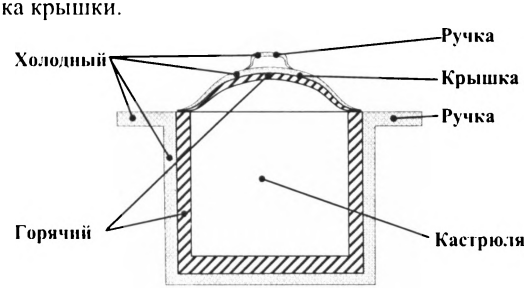


Рис. 6.9. Кастрюля

Разделение противоречивых свойств в пространстве

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

В структуре:

Решение 2: Частичные решения:

- ручки кастрюли выполняются из *теплоизоляционного* материала (рис. 6.10);
- ручки кастрюли *теплоизолируют* от поверхности кастрюли (рис. 6.11);
- ручку крышки выполняют из *теплоизоляционного* материала (рис. 6.12);
- ручку крышки *теплоизолируют* от поверхности крышки (подобно рис. 6.11).

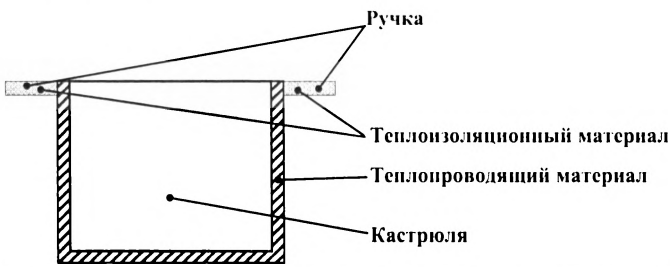


Рис. 6.10. Кастрюля с ручками из теплоизоляционного материала
Разделение противоречивых свойств в структуре

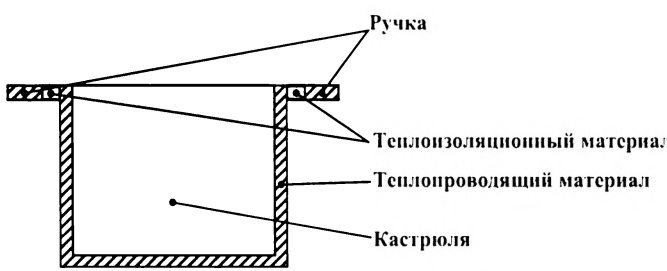


Рис. 6.11. Кастрюля с изолированными ручками
Разделение противоречивых свойств в структуре

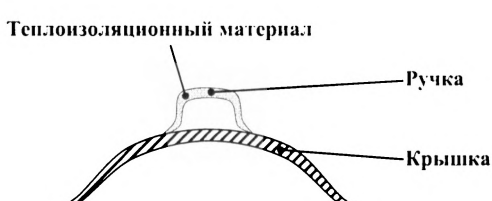


Рис. 6.12. Крышка кастрюли
Разделение противоречивых свойств в структуре

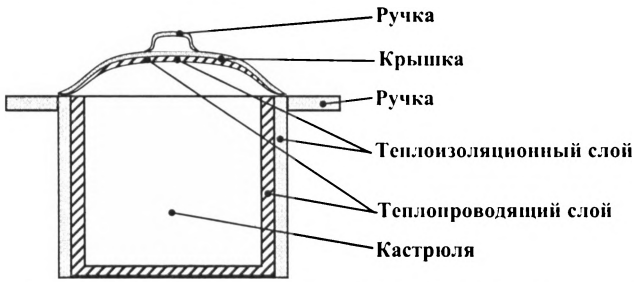


Рис. 6.13. Кастрюля с теплоизолирующими стенками
Разделение противоречивых свойств в структуре

Решение 3: Немного лучшее решение, если дно кастрюли, внутренние стенки кастрюли и крышки делать *теплопроводным* (*металлическими*), а внешние стенки кастрюли и крышки, а также ручки делать *теплоизоляционными*, например, *керамическими* (рис. 6.13). Такую кастрюлю можно нагревать на газе, а стенки не будут отдавать тепло окружающему воздуху. Это позволит убыстрить процесс варки и сэкономить газ.

Решение 4: Полное решение – внешний слой кастрюли и крышки покрывать *теплоизоляционным* слоем (рис. 6.14). Тогда в кастрюле будет дольше сохраняться тепло. Нагрев осуществляют изнутри электронагревательным элементом. Это же решение может быть применено и к чайнику. Использование такой кастрюли может изменить способ варки. В ней достаточно довести продукты до кипения и выключить нагрев. Все сварится само, так как температура будет сохраняться длительное время.

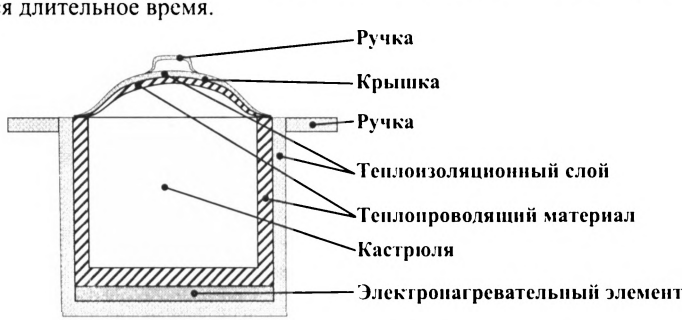


Рис. 6.14. Кастрюля с электронагревателем
Разделение противоречивых свойств в структуре

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Задача 6.31. Защита от проникновения в компьютер

Условие задачи

В сфере информационных технологий все больше приходится уделять внимание средствам безопасности. Системы защиты должны учитывать больше аспектов безопасности, что приводит к их усложнению. Они становятся громоздкими и сложными в эксплуатации и настройке.

Система блокирования поведения должна обеспечивать защиту не только от известных вредоносных программ, но и от неизвестных, которые могут появиться в будущем. Для этого необходимо реализовать правила безопасности для всех типов программ (пользовательские приложения, сервисы, скрипты, драйверы и т. д.) и ресурсов (файлы, ключи реестра, устройства внешней памяти и др.), а сами правила должны учитывать не только одиночные операции, но также и последовательности взаимосвязанных операций. Таким образом, можно добиться высокой вероятности обнаружения и блокирования вредоносных программ.

Правила безопасности должны быть понятны для неопытных пользователей, а создание и обновление правил безопасности должно проходить при минимальном участии пользователя. Это позволит упростить эксплуатацию и настройку системы защиты.

Правила безопасности должны составляться таким образом, чтобы вероятность появления ложных тревог была минимальной. Как обеспечить эти требования?

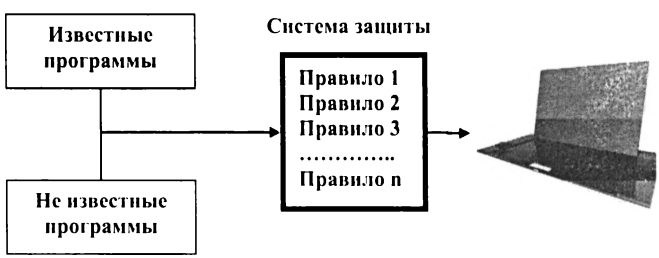


Рис. 6.15. Защита компьютера

Разбор задачи

Краткая формулировка задачи

Создать простую систему защиты компьютера с высокой степенью безопасности без ложных тревог и с минимальным участием пользователя в настройке правил безопасности.

$АП_1$: А

$АП_1$: Нужно обеспечить надежную **безопасность** работы компьютера. Требование **А – безопасность** работы компьютера с минимумом ложных тревог.

$АП_2$: анти-Б

$АП_2$: Система защиты компьютера **усложняется**. **Нежелательный эффект – анти-Б.** Требование **Б – простота** системы защиты и ее обслуживания (минимальное участие пользователя в настройке правил безопасности).

ТП: А – анти-Б

ТП: Надежная система защиты компьютера обеспечивает хорошую **безопасность** его работы, но чрезмерно **усложняет ее** и требует серьезного участия пользователя в настройке правил безопасности.

Повышение ***безопасности усложняет*** систему.

ТП: между **БЕЗОПАСНОСТЬЮ** (требование **А**) и **УСЛОЖНЕНИЕМ** (требование **анти-Б**). **ПРОСТОТА** (требование **Б**)

ИКР: А, Б

ИКР: Система защиты должна обеспечивать **безопасность** (**А**), **не усложняя** (**Б**) саму себя и ее обслуживание.

Система защиты должна поддерживать правила безопасности, применимые к любым типам программ и ресурсов. Все правила должны создаваться автоматически, без участия пользователя. Обновление правил должно проходить также автоматически и без генерации ложных тревог.

ФП: С→А, анти-С→Б

ФП: Для обеспечения ***безопасности*** (**А**) должны быть сформулированы *правила безопасности*, которые можно применять к любым типам программ и ресурсов, т. е. правил должно быть **много** (свойство **С**), и правил безопасности д. б. **мало** (**анти-С**), чтобы ***не усложнять*** (**Б**) систему безопасности и не затрачивать много времени и знаний для настройки и эксплуатации системы защиты.

С другой стороны, чем меньше пользователь принимает участия в создании и поддержании правил безопасности, тем больше решений принимает сама система защиты. Если она не учитывает все имеющиеся и появляющиеся требования безопасности, то защита будет не надежной.

С третей стороны, уменьшение вероятности появления ложных тревог достигается за счет уменьшения количества правил безопасности, так как любое правило безопасности потенциально может вызвать ложную тревогу. Чем больше правил безопасности, тем больше вероятность появления ложных тревог и наоборот, чем меньше правил безопасности, тем меньше вероятность появления ложных тревог.

Т. е. правил **должно быть много**, так как с их помощью система защиты определяет, какие действия программ разрешены, а какие запрещены, и их **не должно быть**, так как они затрудняют эксплуатацию системы защиты.

$ФП_1$. Это противоречие можно еще больше обострить, выявляя первопричины. Почему правил должно быть много? Чтобы учесть все аспекты безопасности (все возможные программы и ресурсы) в настоящем и будущем.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

$ФП_1$: $С \rightarrow С_1$, анти-$С \rightarrow$ анти-$С_1$

$ФП_1$: Правила должны быть **простые** ($С_1$), учитывающее каждое отдельное требование безопасности, поэтому их должно было **много** (**С**), и должны быть **сложные** (**анти-$С_1$**), чтобы их было **мало** (**анти-$С_1$**). Т. е. правила должно быть **простые** и **сложные**.

Разрешение физического противоречия ($ФП$ и $ФП_1$).

Разделение противоречивых свойств ФП:

В структуре:

Решение 1.

Отказ от правил безопасности. Выполнение программ происходит в физически изолированной среде (на виртуальной машине или отдельном компьютере), которая представляет собой точную копию основной среды пользователя. При закрытии программы происходит проверка всех изменений, сделанных программой. Если нет никаких нарушений, то все изменения переносятся на основной компьютер пользователя. Здесь использована *тенденция* **перехода от реальной системы к виртуальной** (рис. 6.16).

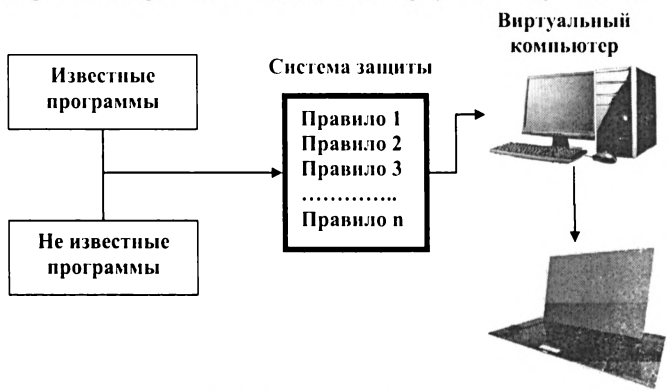


Рис. 6.16. Виртуальный компьютер

Решение 2.

Установленные на компьютере программы сами генерируют для себя правила безопасности без участия пользователя (все правила их обновление создаются автоматически без генерации ложных тревог). В данном случае пользователь, как элемент системы, заменяется на выполняемые программы. Программы, так же, как и в первом решении, выполняются в изолированной среде, а правила безопасности составляются на основе изменений, сделанных программой. Программы адаптивные, самообучаемые и самоорганизующиеся. После составления правил безопасности и их опробования, программа автоматически запускается в реальной среде. Здесь использована *тенденция* **увеличения степени управляемости и динамичности**.

Разделение противоречивых свойств (ФП).

Во времени:

Решение 3.

Система защиты поставляется с предварительно составленными правилами безопасности для популярных программ. Работа пользователя упрощается за счет предварительно составленной базы данных (БД) правил безопасности.

Решение 4.

Включением и выключением правил безопасности (*динамизация*) можно управлять с помощью системы обнаружения вторжений, совместно используемой с системой блокирования поведения. При обнаружении аномального поведения работа с программой продолжается в физически изолированной среде без каких-либо ограничений. При закрытии программы пользователю показывается отчет о подозрительных действиях, на основании которого можно откорректировать правила безопасности.

Решение 5.

Ложные тревоги можно накапливать в процессе работы программы и показывать только один раз при завершении работы программы. Выполнение программы происходит в физически изолированной среде. При завершении работы программы пользователю показываются все сомнительные операции.

Решение 6.

Указанные выше способы автоматизируются путем самообучения, самоорганизации и саморазвития программ (*увеличение степени управляемости*).

Задача 6.32. Игольное ушко

Условия задачи

Вдевать нитку в иголку кропотливое занятие. Удобно вдевать нитку в большое игольное ушко, но большое игольное ушко делает большую дырку в ткани, портя ее. Как быть?

Разбор задачи

$АП_1$: анти-А

$АП_1$: **Неудобно** вдевать нитку в маленькое игольное ушко. **Нежелательный эффект (НЭ) – анти-А – отсутствие удобств**. Требование **А – удобство** вдевания нитки в иголку.

$АП_2$: анти-Б

$АП_2$: Большое ушко иголки **портит ткань. Нежелательный эффект (НЭ) – анти-Б – порча ткани**. Требование **Б** – ткань **не портится**.

$ТП_1$: анти-А –Б

$ТП_1$: Ткань **не портится (Б)**, но **неудобно (анти-А)** вдевать нитку в маленькое игольное ушко.

$ТП_2$: А – анти-Б

$ТП_2$: **Удобно (А)** вдевать нитку в игольное ушко, но **портит (анти-Б)** ткань.

ИКР: А, Б

ИКР: **Удобно (А)** вдевать нитку в иголку, и **не портится (Б)** ткань.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

ФП: С→А, анти-С→Б

ФП: Игольное ушко должно быть ***большим*** (**С**), чтобы было **удобно** (**А**) вдевания нитки в иголку, и **маленьким** (**анти-С**), чтобы **не портить** (**Б**) ткань.

Разрешение ФП. Разделение противоречивых свойств ФП:

В структуре:

Решение 1. Одно из возможных решений – сделать ушко *динамичным* – гибким. Мы воспользовались приемом **15. Принцип динамичности**. Такое решение было предложено в патенте США 3 987 839 (рис. 6.17). Игла 10 сделана из двух соединенных проволок 11 и 12. Проволоки закручивают на один оборот и запаяны на концах. Острый конец иглы затачивают. При нажатии на иглу появляется ушко (рис. 6.17, в). В 21 веке дизайнер Woo Moon-Hyung воплотил подобное решение (рис. 6.18).

В пространстве, во времени и динамизация:

Решение 2. Вынести игольное ушко от иглы (прием **2. Принцип вынесения**). Тогда его можно сделать большим. В большое ушко вдевается нитка. Затем ушко делается маленьким, чтобы войти в маленькое ушко иголки. Для этого ушко должно быть динамичным – гибким. Разработали нитковдеватель (рис. 6.19).



а) Два элемента из которых делается игла

б) Внешний вид иглы

в) Разрез иглы по сечению 4-4

в) Раскрытая игла с большим глазком

Рис. 6.17. Гибкое ушко иголки по патенту США 3 987 839

10 – игла, образованная двумя проволоками, 11, 12 – проволока, 13 – серебряный или твердый припой, 15 – тупой конец иглы, 16 – острый конец иглы, 17 – игольное ушко.

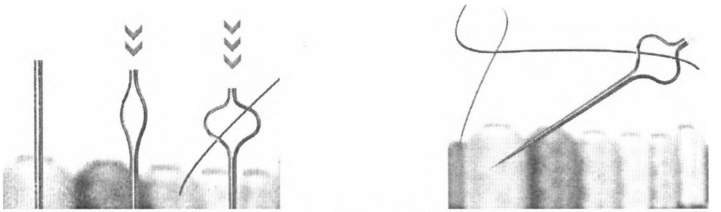


Рис. 6.18. Гибкое ушко иголки дизайнера Woo Moon-Hyung[21]



Рис. 6.19. Нитковдеватель[22]

Задача 6.33. Создание пассажирского самолета

Условие задачи

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 немного больше 6 тыс. л.с. Как быть? – Это типичное АП.

Разбор задачи

АП: А

АП: Необходимо создать пассажирский самолет вместимостью 170 мест и **мощностью** 50 тыс. л.с. **Мощность** – требование **А.**

Чтобы получить требуемую суммарную мощность нужно использовать ***8 двигателей***. При этом самые крайние двигатели располагаются на расстоянии 25 м от фюзеляжа (рис. 6.20), что недопустимо удлиняет крылья.

[21] Рис. 6.18 с сайта http://www.yankodesign.com/tag/woo-moon-hyung/

[22] Рис. 6.19 с сайта http://vichivai.my1.ru/blog/materialy_i_prisposoblenija_dlja_vyshivanija/2012-11-01-27

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

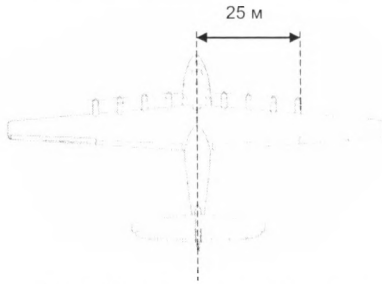


Рис. 6.20. Создание самолета

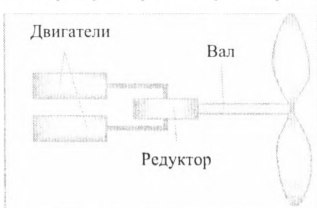
ТП: А – анти-Б

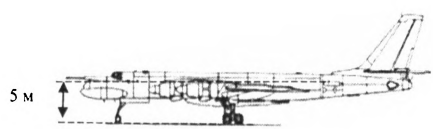
ТП$_1$: Противоречие между **мощностью** (**А**) самолета и недопустимым увеличением **длины** (**анти-Б$_1$**) крыла.

Сформулируем другое техническое противоречие.

Если перейти к спаренным двигателям (рис. 6.21а) 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 (рис. 6.21б).

В спаренном двигателе (рис. 6.21а) два отдельных двигателя работают на совместный редуктор, который вращает вал.





а) Авиадвигатель *б) Самолет ТУ-114*

Рис. 6.21. Создание самолета

ТП$_2$: Противоречие в этом случае между **мощностью** (**А**) двигателей и большой **высотой** (**анти-Б$_2$**) самолета.

ИКР: А, Б

ИКР$_1$ (А, Б$_1$): Обеспечивается необходимая общая **мощность** (**А**) двигателей самолета и **не увеличивается длина** (**Б$_1$**) крыла.

ИКР$_2$ (А, Б$_2$): Обеспечивается необходимая общая **мощность** (**А**) двигателей самолета и **не увеличивается высота** (**Б$_2$**) самолета.

ФП: С→А, анти-С→Б

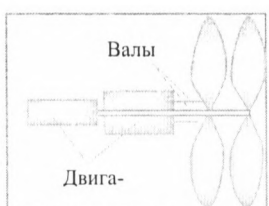
ФП$_1$: Количество двигателей должно быть ***большое*** (**С**) для обеспечения необходимой общей **мощности** (**А**) двигателей самолета, и должно быть ***маленькое*** (**анти-С**), чтобы **не увеличивалась длина** (**Б$_1$**) крыла.

ФП$_2$: Диаметр пропеллера должен быть ***большой*** (**С'**), чтобы обеспечить необходимую **мощность** (**А**) двигателей самолета (создавать необходимый поток воздуха), и должен быть ***маленький*** (**анти-С'**), чтобы **не увеличивать высоту** (**Б$_2$**) самолета.

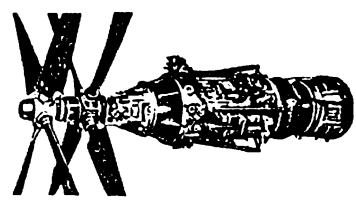
Разрешение противоречия.

Такие виды ТП могут быть разрешены **в структуре**, в частности, используя прием «**Переход в другое измерение**».

А. Н. Туполев разрешил описанное противоречие следующим образом. Он предложил спарить двигатели в единый блок (рис. 6.22а). Вал от одного двигателя, проходил через другой двигатель. Валы располагались концентрично (один в другом). На каждый из валов надели четырехлопастные воздушные винты, которые вращаются в разные стороны (рис. 6.22б). 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.



а) Схема авиадвигателя



б) Авиадвигатель[23]

Рис. 6.22. Создание самолета

Задача 6.34. Увеличение скорости судна

Необходимо увеличить скорость судна, а как – неизвестно. Это типичное АП.

Увеличение скорости хода судна приводит к росту мощности двигателей, увеличению затрат энергии, что требует увеличения веса, габаритов силовой установки и запасов топлива. Чрезмерное их увеличение может привести к тому, что негде будет размещать полезный груз.

ТП: А – анти-Б

В данном примере выявлены следующие технические противоречия (**ТП**):

СКОРОСТЬ (А) – МОЩНОСТЬ (анти-Б),

Можно продолжить цепочку технических противоречий:

МОЩНОСТЬ – ЭНЕРГОЗАТРАТЫ,

ЭНЕРГОЗАТРАТЫ – ВЕС и т. д.

[23] Рис. 6.22б с сайта http://armyman.info/uploads/posts/2011-03/1300568860_main.jpg

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

ИКР: А, Б

ИКР: Обеспечивается увеличение **скорости** (**А**) хода судна без увеличения **мощности** (**Б**).

ФП: С→А, анти-С→Б

Увеличение **скорости** хода судна приводит к росту сопротивления движению, поэтому приходится увеличивать **мощность** двигателей.

ФП: *Сопротивление движению* ***увеличивается*** (**С**) с увеличением **скорости** (**А**) движения, и оно ***не должно увеличиваться*** (**анти-С**), а еще лучше ***уменьшаться***, чтобы не увеличивать **мощность** (**Б**) двигателей.

Сопротивление движению должно быть ***большим*** и ***маленьким***.

Можно рассмотреть ситуацию и с другой стороны.

Уменьшить сопротивление движения, а, следовательно, и мощность двигателя можно, *ликвидировав подводную часть корпуса судна,* но чтобы судно держалось на плаву, *подводная часть корпуса необходима.*

В этом случае **ТП** между **плавучестью** (**А'**) и **мощностью** (**Б**).

ФП: подводная часть корпуса ***должна быть*** (**С'**) *для обеспечения* **плавучести** (**А'**) и ***не должна быть*** (**анти-С'**), чтобы *не увеличивать* **мощность** (**Б**) *двигателя* при увеличении скорости.

Разрешение противоречия.

Такие противоречивые свойства разрешаются изменением **структуры**. Движение судна должно быть **в воде**, чтобы поддерживать судно, и **не в воде** (**в воздухе**), чтобы уменьшить сопротивление движению.

Подводная часть корпуса судна **не должна быть в воде**.

Мы должны изменить (заменить) структуру воды – сделать ее воздухом (или подводную часть корпуса судна сделать воздухом), т. е. судно необходимо вынести из воды.

Можно ФП сформулировать и так:

Корпус судна **должен находиться в воде**, чтобы создавать силу поддержания, и **не должен находиться в воде** (должен находиться в воздух, чтобы не создавать гидродинамическое сопротивление при движении.

Такое противоречие разрешается **во времени**.

При движении (в один момент времени) сила поддержания обеспечивается за счет физического принципа, позволяющего поднять корпус из воды, а при стопе (в другой момент времени) корпус может находиться в воде.

Создали суда на ***подводных крыльях, воздушной подушке*** или ***экранопланы***.

Задача 6.35. Лифт в многоэтажном доме

Условие задачи

В одном учреждении, находящемся в многоэтажном доме, поступило много жалоб от посетителей и служащих, что им приходится подолгу ждать лифт. Администрация собиралась ставить дополнительный лифт, и подыскивали место, где его поставить. Выяснилось, лифт можно ставить только с внешней стороны здания, что предполагает большие затраты.

Один из администраторов рассказал об этой задаче своему знакомому изобретателю. На следующий день изобретатель пришел в учреждение посмотреть ситуацию своими глазами. После исследования ситуации изобретатель сказал, что он может решить эту задачу. Что же он предложил?

Разбор задачи

АП: анти-Б

Как дешево поставить дополнительный лифт? **Нежелательный эффект (НЭ) – дорого (анти-Б)** строить новый лифт.

ТП: А – анти-Б

ТП: Отсутствие жалоб посетителей (А) и **затраты средств (анти-Б)** на постановку нового лифта.

ИКР: А, Б

ИКР: Нет затрат (Б) на дополнительный лифт, а **посетители не жалуются (А)**.

ФП: С→А, анти-С→Б

ФП: Лифт ***не должен быть поставлен*** **(анти-С)**, чтобы **не было больших затрат (Б)**, и ***должен быть поставлен*** **(С)**, чтобы **посетители не жаловались (А)**.

Разрешение противоречия.

Такой вид противоречия решается использованием **ресурсов**. Остается подобрать самые дешевые ресурсы. Наиболее дешевые **отходы** и **психологические эффекты.**

В здании не было отходов, которые помогли бы решить задачу, и изобретатель использовал **психологические эффекты. Для решения такого рода задач существует прием «отвлечения внимания».**

Решение.

Изобретатель предложил поставить около дверей лифта **зеркала.**

Люди любят смотреть на себя и не замечают, как проходит время.

Задача 6.36. Перекачка газа

Условие задачи

Необходимо перевести весь газ из транспортного баллона (рис. 6.23а – справа – баллон 200 л) в два пустых – рабочих (рис. 6.23а – слева – баллоны 100 л). Емкость каждого из них равна половине емкости транспортного баллона.

Известны два способа перекачки газа (рис. 6.23 б, в).

Первый способ (рис. 6.23 б) состоит в том, что транспортный баллон прямо подсоединяют к рабочим. В этом случае во всех баллонах устанавливается одинаковое давление, и половина газа останется в транспортном баллоне. Второй способ (рис. 6.23 в) намного сложнее: газ перекачивается из большого баллона (200 л) в два других (по 100 л) при помощи *компрессора*. Так можно перевести весь газ, но необходимо использовать специальное оборудование – компрессор высокого давления.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

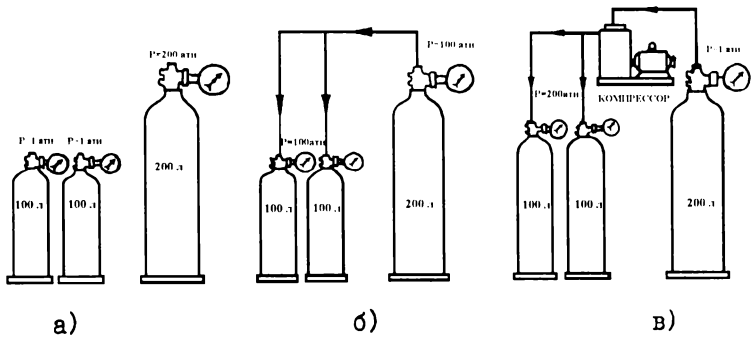


Рис. 6.23. Перекачка газа

а) исходное состояние: два рабочих баллона емкостью 100 л каждый и транспортный баллон емкостью 200 л.; б) непосредственное соединение транспортного баллона с рабочим; в) соединение через компрессор.

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

С такой задачей приходится сталкиваться при «зарядке» самолетов.

Разбор задачи

Краткая формулировка задачи

Найти **простой** способ перевода всего газа из одного баллона в два других.

АП: анти-Б

Нежелательный эффект: **НЕПОЛНАЯ** (**анти-Б**) перекачка газа.

В данной задаче перекачка газа возможна ***с применением*** и ***без применения компрессора***:

- **с компрессором**

$ТП_1$: Б – анти-А

Газ переводится **весь** (**Б**), но при этом **усложняется** (**анти-А**) система.

$ТП_1$: Полная перекачка газа – **Сложность**.

- **без компрессора**

$ТП_2$: анти-Б – А

Система **не усложняется** (**А**), но газ переводится **не весь** (**анти-Б**).

$ТП_2$: Простота – Потери газа.

Используя **простой** способ (прямое подсоединение), но при этом **теряем** половину газа.

Выбор ТП.

Выбираем **$ТП_2$**, так как эта формулировка нацелена на использование **простого способа** (см. краткую формулировку задачи).

Примечание: Этим шагом мы выбрали способ перевода газа только непосредственным соединением одного баллона с другим.

ИКР: А, Б

Газ «сам» **полностью – (Б)** (с тем же давлением и в том же количестве) переходит из одного баллона в два других, **без использования** (**А**) дополнительного оборудования (**компрессора**).

ИКР: Простота – Полностью перевод газа.

ФП: С→А, анти-С→Б

Чтобы система не усложнялась, необходимо к баллону с газом непосредственно присоединить пустой (рабочий) баллон, но это увеличивает общий объем емкости, в которой находится газ (уменьшая его давление), что не позволяет газу перейти полностью.

Таким образом, «*лишний*» *объем* **должен быть** (свойство «С»), чтобы система была **простая** «А», и **не должен быть** (свойство **анти-С**), чтобы газ перешел **весь** «Б».

Примечание: напомним, что основное свойство газа – занимать весь предоставленный ему объем. Поэтому при присоединении рабочих баллонов газ расширяется, занимая весь объем баллонов, а давление уменьшается.

$ФП_1$: С→$С_1$, анти-С→ анти-$С_1$

Чтобы **не было** «**С**» *лишнего объема* рабочий баллон ***не должен быть пустым*** (должен быть ***заполненным***) «$С_1$», и чтобы был объем для **перевода газа** «**анти-С**» рабочий баллон ***должен быть пустым*** «**анти-$С_1$**».

Подсоединяемые **баллоны должны быть заполнены**, чтобы газ не расширялся, и **не должны быть заполнены** (должны быть пустые), чтобы их можно было заполнить необходимым газом.

Примечание: На этом шаге мы точно сформулировали задачу.

Разрешение ФП и $ФП_1$

Разделение противоречивых свойств можно осуществлять:

- **в пространстве**;
- **во времени**;
- **в структуре** (изменяя **структуру системы**, в частности – ***агрегатное состояние***).

Итак, противоречивые свойства: рабочий баллон должен быть **ПОЛНЫЙ** и **ПУСТОЙ** (заполненный и не заполненный).

В пространстве это противоречие ***не разрешается***.

Разделение указанных противоречивых свойств **во времени** требует, чтобы ***вещество***, заполняющее рабочий баллон, ***постепенно освобождало место для газа***, поступающего из транспортного баллона, и заполняло освободившееся место в транспортном баллоне.

Остается только выяснить, каким должно быть вещество, заполняющее рабочие баллоны. Для этого воспользуемся **структурными изменениями вещества**, изменяя его **агрегатное состояние**.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Вещество внутри рабочего баллона находится в газообразном состоянии, которое нас не устраивает. Значит, его можно сделать **твердым** или **жидким**.

Заполнить баллоны твердым веществом? Твердое монолитное вещество не обладает такими свойствами. Этим мы можем испортить баллоны. Можно конечно баллоны заполнить песком или льдом. Такое состояние в принципе может решить задачу, но оно достаточно неэффективно. Остается использовать **жидкость**.

Решение

Если рабочие баллоны заполнить жидкостью, не смешивающейся с газом, поместить их выше транспортного баллона, и соединить баллоны трубками, то газ (полностью и без компрессора) перейдет из транспортного баллона в рабочие (рис. 6.24). Идея изобретения найдена.

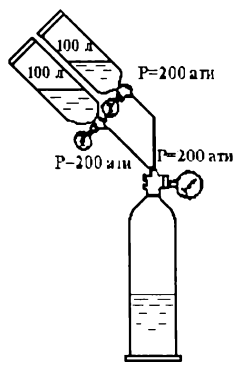


Рис. 6.24. Перекачка газа (решение)

Задача 6.37. Баллоны с кислородом

Условие задачи

Для создания нормальных условий жизнедеятельности экипажа кабина самолета выполняется герметичной. На случай ее разгерметизации самолет снабжается определенным запасам кислорода, который под давлением накачивается в тяжелые стальные баллоны. Таких баллонов требуется несколько десятков. Это значительно утяжеляет самолет. Как быть?

Разбор задачи

Краткая формулировка задачи

Обеспечить самолет запасам кислорода, не утяжеляя самолет.

Сформулируем для данной задачи два АП.

$АП_1$: анти-А

$АП_1$: Нужно обеспечить **жизнедеятельность** (**А**) экипажа в разгерметизированной кабине самолета. **Нежелательный эффект** – при разгерметизации кабины самолета **не обеспечивается жизнедеятельность** (**анти-А**). Требование **А** – обеспечение **жизнедеятельности** экипажа.

АП$_2$: анти-Б

АП$_2$: Стальные баллоны с запасом кислорода **утяжеляют** (**анти-Б**) самолет. **Нежелательный эффект – утяжеление** самолета. Требование **Б** – обеспечение **номинальной массы** самолета или **уменьшение** ее.

ТП: А – анти-Б

ТП: Баллоны с кислородом **обеспечивают жизнедеятельность** (**А**) экипажа, но **утяжеляют** (**анти-Б**) самолет.

ТП здесь между **ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ** (требование **А**) и **МАССОЙ** (требование **Б**) самолета. **Утяжеление – анти-Б.**

Примечание: Начиная с технического противоречия мы можем упростить анализ, если будем дальше рассматривать только один баллон.

ИКР: А, Б

ИКР: Баллон **не утяжеляет (Б)** самолет, **обеспечивая** нормальную **жизнеспособность** (**А**) экипажа.

ФП: С→Б, анти-С→А

ФП: Масса баллона должна быть ***малой*** (**С**), чтобы **не утяжелять** (**Б**) самолет, и ***большой*** **(анти-С)**, чтобы **обеспечить жизнедеятельность** экипажа (**А**).

Углубим физическое противоречие.

Сформулированное выше физическое противоречие можно еще больше обострить, выявляя первопричины. Почему баллон тяжелый? У него толстые стенки, чтобы выдержать высокое давление, под которым закачивается газ. Высокое давление должно быть, чтобы больше помещалось газа в баллон, для обеспечения жизнедеятельности экипажа.

ФП$_1$: С→С$_1$, анти-С→ анти-С$_1$

Тогда можно сформулировать ФП$_1$,

ФП$_1$: Стенки баллона должны быть ***тонкие*** (**С$_1$**) [в пределе нулевые] – **малая масса** (**С**), чтобы **не утяжелять** (**анти-Б**) самолет. Стенки баллона должны быть ***толстые*** (**анти-С$_1$**), поэтому у баллона **большая масса** (**анти-С**). Баллон **выдерживает высокое давление газа.** В баллоне помещается **больше газа**, чтобы **обеспечить жизнедеятельность** (**А**). Т. е. стенки у баллона **должны быть** и **не должны быть**.

Углубим физическое противоречие ФП$_1$.

ФП$_2$: С$_1$→С$_2$, анти-С$_1$→ анти-С$_2$

Сформулируем ФП для кислорода.

ФП$_2$: Кислород **не должен быть под давлением** (**С$_2$**), чтобы сделать баллон с ***тонкими*** (**С$_1$**) стенками, соответственно, легким, и **должен быть под большим давлением** (**анти-С$_2$**), чтобы больше поместить кислорода в баллоне, поэтому делали стенки баллона ***толстыми*** (**анти-С$_1$**).

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Разрешение ФП, $ФП_1$ и $ФП_2$

Такое противоречие разрешается **изменением структуры системы**, например, изменением ***агрегатного состояния***. В данном случае изменяем агрегатное состояние кислорода. **Кислород должен быть жидким.**

Решение

Остается только вспомнить, как хранятся жидкие газы. Конечно, в сосуде Дьюара – специальный термос. Такое решение и предложил А. Н. Туполев. Это решение позволило во много раз снизить массу и объем системы жизнеобеспечения.

Уточнение задачи

Уточним в этой задаче понятия ***административного***, ***технического*** и ***физического противоречий (АП, ТП, ФП)*** и ***причинно-следственные связи*** между ними.

$АП_1$ относится к **жизнедеятельности** экипажа самолета, при его разгерметизации. Такая задача может решаться любыми путями, даже без использования кислорода. Например, использовать принцип наподобие самозаклеивающихся шин. Это противоречие сформулировано для всей кабины.

$АП_2$ выражено в виде **нежелательного эффекта (НЭ)** и относится только к **баллонам**. Т. е. здесь уже выбран способ обеспечения жизнеспособности экипажа с помощью кислорода, находящегося в баллонах. Так как способ выбран (а это прерогатива заказчика), то и «болезнь» определяется более локально.

В **ТП** поле поиска **сужается**: уже рассматриваются не все баллоны, а только один (все остальные подобны). Кроме *нежелательного эффекта* (*утяжеление самолета*), указывается *положительные свойства* (обеспечение *жизнеспособности*). В **ФП** идет дальнейшее сужение зоны поиска рассматривается не весь баллон, а только его *стенки* (еще более точно *толщина стенок*) и выявляются диаметрально противоположные свойства, предъявляемые к стенкам.

Таким образом, анализ задач по логике АРИЗ постепенно **сужает поле поиска** и **выявляет диаметрально противоположные свойства,** например, физические.

Это можно представить в виде диаграммы (рис. 6.25).

Продемонстрируем графическое изображение физического противоречия на задаче 6.18.

Толщина стенки баллона **h** должна быть больше номинальной $\mathbf{h_n}$ (выдерживающей определенное давление газа) и меньше минимальной $\mathbf{h_{min}}$. Еще лучше $\mathbf{h_{min} = 0}$.

Это неравенство представлено формулой (6.6).

$$\mathbf{0 = h_{min} > h > h_n} \qquad (6.6)$$

Изобразим для наглядности эти неравенства на рис. 6.26.

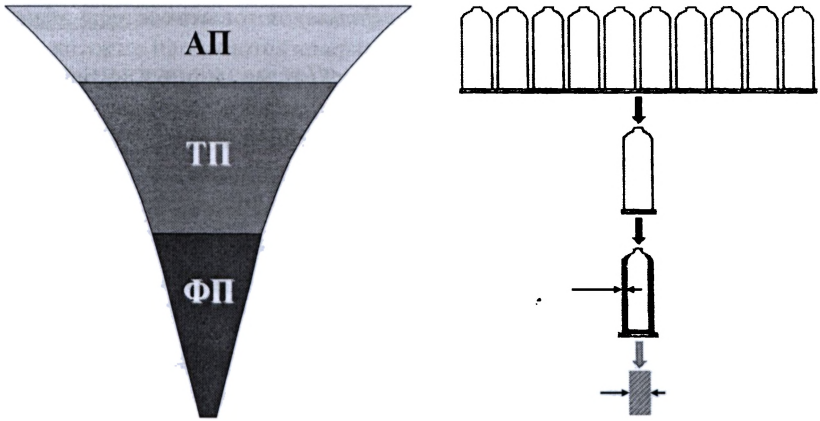


Рис. 6.25. Анализ по логике АРИЗ

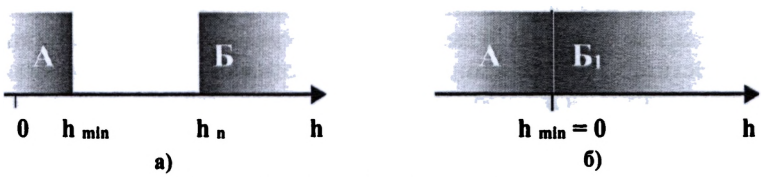


Рис. 6.26. Изображение физического противоречия

Формулировка физического противоречия требует, чтобы **h** была одновременно в зоне «**А**» и в зоне «**Б**», что исходя из графиков ***невозможно*** (рис. 6.26а) или области могут ***соприкасаться*** (рис. 6.26б) в точке **h=0 (стенки нет)**, где области «**А**» и «**Б**$_1$» соприкасаются, но области «**А**» и «**Б**» никогда не бывают пересекающимися.

Еще раз продемонстрируем причинно-следственные связи в логике АРИЗ.

АП		**анти-Б – тяжелый** (самолет)
ТП	**А – жизнедеятельность**	**анти-Б – тяжелый** (самолет)
ИКР	**А – жизнедеятельность**	**Б – нетяжелый**
ФП	**С – малая** *масса* баллона	**анти-С – большая** *масса* баллона
ФП$_1$	**С$_1$– тонкие** *стенки* баллона	**анти-С$_1$– толстые** *стенки* баллона
ФП$_2$	**С$_2$– низкое** *давление* кислорода	**анти-С$_2$– высокое** *давление* кислорода

Теперь покажем причинно-следственные связи, задавая вопрос «Почему?».
И так, исходная ситуация – самолет **тяжелый.**
Почему самолет **тяжелый**? – *Потому*, что **большая** масса баллона.
Почему **большая** масса баллона? – *Потому*, что **толстая** стенка баллона.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Почему **толстая** стенка баллона? – *Потому*, что **высокое** давление кислорода.

Почему **высокое** давление кислорода? – *Потому*, что нужно **много** кислорода.

Почему нужно **много** кислорода? – *Потому*, что нужно обеспечить **жизнедеятельность** экипажа.

6.8. Понятия и определения АРИЗ-85-В

К главным понятиям АРИЗ относятся: **противоречия** и **ИКР**.

Понятие «противоречие», виды противоречий, ИКР, изобретательская ситуация, изобретательская задача, мини- и макси-задачи были рассмотрены раньше (пп. 6.1-6.3).

Теперь ознакомимся с другими понятиями АРИЗ, например, **модель задачи, конфликтующая пара, изделие, инструмент, оперативные параметры** и т. д.

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

В АРИЗ имеются следующие рекомендации.

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

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

Задача 6.9. Компьютер

Конфликт *между частями системы*.

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

Компьютер тратит лишнюю энергию, когда не работает.

Задача 6.7. Пластырь

Конфликт *между системой и надсистемой*.

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

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

Задача 6.6. Очки

Конфликт *между системой и подсистемой*.

Система – очки. Подсистема – линза.

Должны быть две пары очков. Одна оправа и в каждой линзе две линзы.

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

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

Задача 6.11. Автомат по разливу жидкостей
Конфликтующая пара: ***жидкость*** и ***бутылка***.

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

ИЗДЕЛИЕ – элемент ТС, который по условиям задачи надо обработать (изготовить, переместить, изменить, улучшить, защитить от вредного воздействия, обнаружить, проконтролировать, измерить и т. д.). К изделию можно отнести обрабатываемый элемент, у которого измеряют параметры; обнаруживаемое электромагнитное поле и т. п. В задачах на обнаружение и измерение изделием может оказаться элемент, являющийся по своей основной (рабочей) функции инструментом.

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

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

Примечание: В каждой подсистеме ТС свои изделие и инструмент. Отнесение к этим категориям того или иного элемента зависит от сути взаимодействия. Например, резец токарного

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

станка при взаимодействии с обрабатываемой деталью является инструментом, а при взаимодействии с элементами крепления самого резца – изделием.

Вернемся к задачам, рассмотренным ранее.

Задача 6.32. Игольное ушко

Конфликтующая пара:

Изделие: *нитка* и *ткань*.

Инструмент: *игольное ушко*.

Задача 6.33. Создание пассажирского самолета

Конфликтующая пара 1:

Изделие 1: *двигатель* (*количество двигателей*).

Инструмент 1: *крыло самолета* (*длина крыла*).

Конфликтующая пара 2:

Изделие 2: *пропеллер* (*диаметр пропеллера*).

Инструмент 2: *самолет* (*высота самолета*).

Задача 6.37. Баллоны с кислородом

Конфликтующая пара:

Изделие: *газ*.

Инструмент: *баллон*.

При выборе конфликтующей пары не редко возникают затруднения.

Операцию выбора конфликтующей пары не всегда можно выполнить так легко. В более сложных случаях первоначально нужно выбрать изделие, нежелательный эффект и, если это возможно, желаемый результат, который мы хотим получить. Бывают случаи, когда трудно однозначно выбрать инструмент, особенно если приходится выбирать из нескольких. В этих случаях для выбора конфликтующей пары следует построить таблицу взаимодействий элементов, своего рода «турнирную» таблицу 6.1.

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

Рассмотрим требования к выбору конфликтующей пары.

Требование 1. *Пара должна состоять из изделия и инструмента.*

Требование 2. *Должна рассматриваться пара, в которой элементы выполняют полезную функцию (желаемый результат).* Часто бывает полезно рассмотреть и пару, связанную с нежелательным эффектом.

Таблица 6.1. Таблица взаимодействия элементов

Элементы	1	2	3	…	n
1		+			
2			-		
3					
.					
n					

В таблице обозначено:

n - количество рассматриваемых элементов в задаче

«+» - наличие конфликта;

«-» - отсутствие конфликта;

▨ - связь не рассматривается.

Требование 3. *Исходя из закона увеличения степени идеальности системы, в конфликтующую пару должны входить изделие и та часть инструмента, которая непосредственно обрабатывает изделие. Инструмент тем идеальнее, чем его меньше.*

Рассмотрим их на примере.

Задача 6.38. Испытание образца

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

Перед нами изобретательская ситуация с четко видным административным противоречием (АП): нужно как-то уменьшить стоимость системы, а как именно – неизвестно. Система состоит из трех частей (элементов): камеры (корпус камеры, стенки), агрессивной жидкости и кубика – образца. Из них нужно выбрать конфликтующую пару. Собственно, имеется три пары элементов (частей):

1. камера – агрессивная жидкость;
2. камера – кубик;
3. агрессивная жидкость – кубик.

Конфликт имеется только в первой и третей парах. Между камерой и кубиком нет конфликта, поскольку нет вредного воздействия. Две конфликтующие пары

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

– это две различные изобретательские задачи со своими техническими противоречиями (ТП).

Можно выбрать первую конфликтующую пару: камера – жидкость. Тогда задача – борьба с коррозией весьма широкая и во многом исследовательская задача несоизмеримо более трудная, чем испытание образцов. Кроме того, мы не исследуем главный процесс – испытание кубика.

В данной задаче **изделие** – это **кубик**. **Нежелательный эффект – порча** (коррозия) камеры. **Желаемый результат – испытание кубика**. Взаимодействие элементов для данной задачи представлено в табл. 6.2.

Таблица 6.2.Таблица взаимосвязей элементов

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

Итак, в системе две конфликтующие пары, которые мы описали выше. Как из них выбрать одну?

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

От сюда следует, что конфликтующая пара: **Кубик – Агрессивная жидкость**.

В соответствии с требованиями 1 и 2 мы выбираем туже пару, так как положительная функция – исследование кубика.

По требованию 3 мы должны ограничить количество инструмента – агрессивной жидкости.

Таким образом, уточняем конфликтующую пару – кубик и агрессивная жидкость около кубика.

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

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

Решение.

Жидкость наливается в полый кубик и таким образом происходит испытание.

Рассмотрим еще одно понятие АРИЗ – **ОПЕРАТИВНЫЙ ПАРАМЕТР (ОП)**.

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

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

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

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

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

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

Задача 6.32. Игольное ушко

Оперативная зона:

Область игольного ушка (внутри и вне).

Внутри игольное ушко контактирует с ниткой, а внешне – с тканью.

Задача 6.33. Создание пассажирского самолета

Оперативная зона 1:

Область расположения двигателей на крыле.

Оперативная зона 2:

Область расположения пропеллера и его расстояние над землей.

Задача 6.37. Баллоны с кислородом

Оперативная зона:

Область соприкосновения **газа** со **стенками баллона**.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Задача 6.38. Испытание образца

Оперативная зона:

Область соприкосновения кубика с агрессивной среды.

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

Задача 6.32. Игольное ушко

Оперативное время:

Время вдевания нитки в иголку, время шитья и до этого.

Задача 6.33. Создание пассажирского самолета

Оперативное время 1:

Всегда (крыло всегда не должно быть длинным). Как использовать время проектирования?

Оперативное время 2:

Время пребывания на земле (на земле диаметр пропеллера ограничен высотой расположения самолета над землей).

Задача 6.37. Баллоны с кислородом

Оперативное время:

Время полета и до полета.

Задача 6.38. Испытание образца

Оперативное время:

Время испытания кубика и время до испытания.

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

6.9. Структура АРИЗ-85-В

6.9.1. Общие сведения

АРИЗ – пошаговая программа для анализа и решения изобретательских задач. Первая модификация появилась в 1956 г. (АРИЗ-56) [2]. Имелись модификации АРИЗ-61 [3], АРИЗ-64 [4], АРИЗ-71 [12], АРИЗ-77 [19], АРИЗ-82, АРИЗ-85-В [24], [25], [30, С. 11-50]. Подробно история развития АРИЗ изложена в [60]. Основная линия решения задач по АРИЗ уже была рассмотрена. Последние модификации АРИЗ включали три основные компоненты (см. рис. 6.1): **программу, информационное обеспечение и методы управления психологическими факторами.**

1. Программа АРИЗ представляет собой последовательность операций по выявлению и разрешению противоречий (см. основную линию АРИЗ),

анализу исходной ситуации и выбору задачи для решения, синтезу решения, анализу полученных решений и выбору наилучшего из них, развитию полученных решений, накоплению наилучших решений и обобщению этого материала для улучшения способа решения других задач. Структура программы и правила ее выполнения базируются на законах и закономерностях развития техники.

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

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

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

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

АРИЗ-85-В содержит 9 частей.

1. Анализ задачи.

2. Анализ модели задачи.

3. Определение ИКР и ФП.

4. Мобилизация и применение вещественно-полевых ресурсов.

5. Применение информационного фонда.

6. Изменение и/или замена задачи.

7. Анализ способа устранения ФП.

8. Применение полученного ответа.

9. Анализ хода решения.

Текст АРИЗ-85-В описан в [24], а структурная схема представлена на рис. 6.27.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

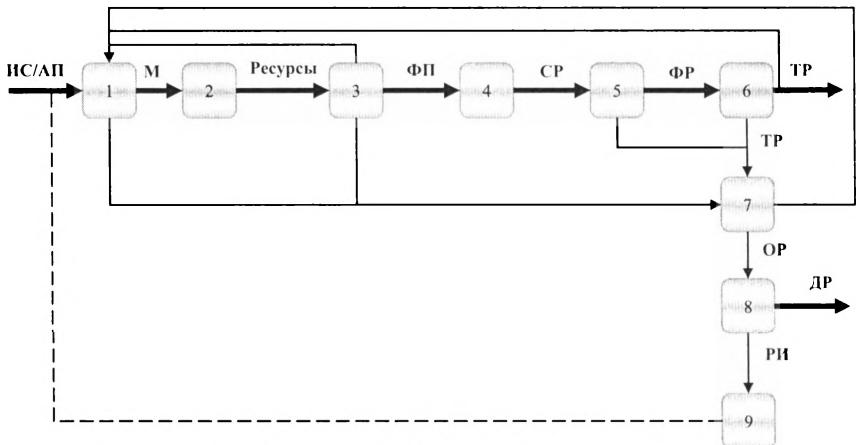


Рис. 6.27. Структурная схема АРИЗ-85-В

Где 1-9 - части АРИЗ:

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

6.9.2. Первая часть

Прежде чем приступить к решению задачи по АРИЗ, целесообразно сформулировать задачу. Это необходимо сделать в связи с тем, что чаще всего заказчик предоставляет не задачу, а достаточно туманную **изобретательскую ситуацию (ИС)**, как правило, она содержит несколько **АП**:

$$\mathbf{ИС} = f(\mathbf{АП}_1, \mathbf{АП}_2 \ldots \mathbf{АП}_n) \quad (6.7)$$

Где

ИС– изобретательская ситуация;

АП– административное противоречие.

Выбор задачи из изобретательской ситуации сводится практически к выбору административного противоречия.

Цель **первой части** АРИЗ – перейти от **АП** к **модели (М)** задачи, представляющей собой два элемента системы (**конфликтующую пару – *изделие и инструмент***) и **ТП**, возникающее между ними.

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

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

Тогда рекомендуется проверить решение – перейти к седьмой части (на рис. 6.27 это показано стрелкой внизу), и даже если оно удовлетворяет, желательно продолжить решение задачи по АРИЗ, начиная со второй части. При этом, возможно, получить еще лучшее решения.

6.9.3. Вторая часть

Во **второй** части АРИЗ в **модели задачи (М)** предельно сужают область исследования, определяя **ОП**: **ОЗ**, **ОВ** и **вещественно-полевые ресурсы (ВПР)**. Это виды ресурсов.

6.9.4. Третья часть

В **третьей** части АРИЗ определяют **ИКР** и **ФП**. Формулируя ФП необходимо следить за выполнением логики АРИЗ, если она не соблюдена, то следует вернуться к первой части и скорректировать модель задачи (стрелка обратной связи, показанная на схеме рис. 6.27 наверху). Кроме того, осуществляют попытку получить **структурное решение (РС)**, используя *стандарты на решение изобретательских задач*. Если решение найдено, то его проверяют, переходя к *седьмой части* (стрелка внизу на рис. 6.27) и продолжают решение, начиная с четвертой части.

6.9.5. Четвертая часть

В **четвертой** части мобилизуют и применяют **ВПР**, выявленные на второй части. Использование ВПР позволяет получить решение более идеальное.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Вначале осуществляют моделирование ***маленькими человечками (ММЧ)*** и делают «***Шаг назад от ИКР***».

6.8.6. Пятая часть

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

6.9.7. Шестая часть

Основная цель **шестой части** АРИЗ – переход от физического решения к техническому. Для этого необходимо сформулировать технический способ осуществления физического решения, разработать конструктивное воплощение и технологическую реализацию. Если решение не получено, то рекомендуется вернуться к первой части (на рис. 6.27 это показано в виде петли обратной связи), заново сформулировать ТП и решать задачу. Если и в этом случае решение не получено, то снова формулируют модель задачи, выбрав другое АП. При необходимости такое возвращение совершают несколько раз с переходом к надсистеме (системе более высокого ранга).

6.9.8. Седьмая часть

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

В результате оценки решения могут возникнуть две ситуации: полученное решение *приемлемо* или *неприемлемо* (удовлетворяет или не удовлетворяет требованиям ИКР и задачедателя).

В первом случае идею решения развивают с помощью восьмой части и оценивают ход решения в девятой части.

Когда решение по каким-то причинам не устраивает, то целесообразно вернуться к первой части (петля обратной связи на рис. 6.27 показана штрихпунктирной линией) и сформулировать другую модель задачи.

Если решение годится, то следует проверить (по патентным данным) формальную новизну полученного решения и выявить подзадачи, возникающие при технической разработке полученной идеи, записать возможные подзадачи – изобретательские, конструкторские, расчетные, организационные. Это так называемые *вторичные задачи*.

После этого развивают идею решения и оценивают ход решения в соответствии с восьмой и девятой частями.

6.9.9. Восьмая часть

В **восьмой части развивается идея решения** по трем направлениям.

I. **Первое направление**. Первоначально определяется соответствие полученного решения надсистеме, куда должна входить рассматриваемая в задаче система. Такое соответствие зависит от уровня полученного решения:

1. **Принципиально новое** – ***«пионерское»*** решение (например, изобретение самолета, радио, лазера, компьютера и т. п.).
   - Если решение «**пионерское**», то для его осуществления, как правило, следует изменить надсистему.
2. **Не принципиально новое** – ***«не пионерское»***.
   - Если решение «**не пионерское**», то оно подстраивается под систему и надсистему. Прежде всего следует выяснить взаимосвязи разработанной системы с другими системами, надсистемой и внешней средой и обеспечить процесс их взаимодействия так, чтобы не вызывать взаимных отрицательных явлений. Это осуществляется в соответствии с законами развития технических систем, например, согласованием параметров, форм, связей, веществ и полей вновь создаваемой системы с надсистемой и окружающей средой. Кроме того, осуществляется согласование процессов по времени, в частности, согласование ритмики работы.

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

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

II. **Второе направление** – это развитие идеи решения, использование полученного решения ***по новому назначению*** – для выполнения других функций, для других систем.

III. **Третье направление** – ***применение полученной идеи решения для решения других задач***. Так формулируются новые стандарты на решение изобретательских задач.

Таким образом, на выходе восьмой части мы получаем **развитие идеи** (РИ) и **дополнительные решения** (ДР).

6.9.10. Девятая часть

Цели **девятой части** – **совершенствование навыков пользования АРИЗ и усовершенствование самого АРИЗ.** Такая операция проводится путем сопоставления идеального хода решения задачи по всем шагам АРИЗ с реальным.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Тем самым производится оценка хода решения.

После получения решения достаточно легко представить идеальный ход решения, ибо «с вершины» полученного решения легче увидеть наиболее быстрый, легкий и точный путь, который ведет к «вершине» этого решения. При сравнивании реального решения с идеальным легче обнаружить просчеты и неточности, допущенные при решении. Следует тщательно разобраться в причинах этих ошибок, запомнить их и учесть при решении других задач. За счет такого анализа совершенствуется методика решения, значительно эффективнее и быстрее происходит ее освоение.

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

Рассмотрим подробно каждую часть АРИЗ.

6.10. Часть 1. АНАЛИЗ ЗАДАЧИ

6.10.1. Основные понятия и структура первой части АРИЗ

Цель этой части перейти от исходной ситуации «ИС» к модели «М» задачи. Таким образом, первая часть преобразует туманную (расплывчатую) ситуацию «ИС» в четко построенную и предельно простую модель задачи «М», что изображено на рис. 6.28.

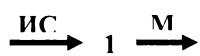


Рис. 6.28. Функция 1 части АРИЗ-85-В

Где:

1 – номер части АРИЗ-85-В;
ИС – изобретательская задача;
М – модель задачи.

Исходная ИС, как правило, содержит несколько АП:

$$\mathbf{ИС} = f(\mathbf{АП}_1, \mathbf{АП}_2 \ldots \mathbf{АП}_n) \qquad (6.7)$$

Где:

ИС – изобретательская ситуация;
АП – административное противоречие.

Выбор задачи из изобретательской ситуации сводится практически к оставлению одного административного противоречия (АП). Этот процесс рассматривался в разделе «Выбор задачи» в предыдущих АРИЗ и отсутствует в АРИЗ-85-В.

В первой части АРИЗ-85-В осуществляется переход от **АП** к **ТП**. Схематически это изображено на рис. 6.29.

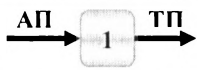


Рис. 6.29. Функция 1 части АРИЗ-85-В

Где: **1** – номер части АРИЗ-85-В;
АП – изобретательская задача или административное противоречие;
ТП – техническое противоречие.

Что же представляет собой модель задачи? Она, как и любая модель, должна представлять *основную суть задачи*.

Модель задачи (**М**) это совокупность **КП** и **ТП**. Для наглядности представим модель задачи в виде условного выражения:

$$\mathbf{М = КП + ТП} \qquad (6.8)$$

Где:
М – модель задачи;
КП – конфликтующая пара;
ТП – техническое противоречие.

В свою очередь, КП состоит из изделия или объекта (**О**) и инструмента (**И**):

$$\mathbf{КП = О + И} \qquad (6.9)$$

Где:
КП– конфликтующая пара;
О – объект (изделие);
И – инструмент.

Элементы конфликтующей пары могут быть сдвоены, например, действие одного инструмента наплавлено на два объекта (или две части объекта), или объект обрабатывается сразу двумя инструментами (или разными частями инструмента).

Детальная технология выявления модели задачи описана в тексте АРИЗ-85-В. Общая последовательность показана на рис.6.30. Она следующая:

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

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

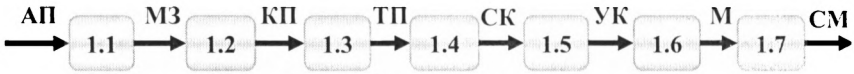


Рис. 6.30. Анализ задачи

Где 1.1-1.7 – шаги 1 части АРИЗ-85-В:

Название шагов 1 частей АРИЗ-85-В	Обозначения
1.1. Формулировка мини-задачи. 1.2. Выявление конфликтующей пары. 1.3. Определение ТП. 1.4. Выбор конфликта. 1.5. Усиление конфликта. 1.6. Формулировка модели задачи. 1.7. Применение стандартов.	АП – Административное противоречие. МЗ – Мини-задача. КП – Конфликтующая пара. ТП – Техническое противоречие. СК – Состояние конфликта. УК – Усиленный конфликт. М – Модель задачи. СМ – Структурная модель.

Необычность решения задач по АРИЗ заключается в усилении конфликта, а не его сглаживании. Это осуществляется для того, чтобы у решателя не появился соблазн поиска компромисса, т. е. поступиться определенными качествами конфликтующих требований. Усиление конфликта приводит к выявлению более глубоких причин, породивших техническое противоречие.

Для АРИЗ свойственно постепенное сужение анализируемой области (области рассмотрения) в системе. Вначале рассматривается *изобретательская ситуация* с различными направлениями решения. Далее выбирается одно направление и формулируется *административное противоречие* (*АП*) со многими элементами и конфликтами. Затем из всех элементов отбирают только два элемента – *конфликтующую пару*, с двумя состояниями инструмента. Дальнейшее сужение области рассмотрения происходит за счет выбора *одного состояния инструмента*, реализующего главную полезную функцию, и перехода от пары элементов к одному, который и будет в дальнейшем исследоваться. Заранее этот элемент не известен, поэтому его принято называть **икс-элемент**. В результате решения, икс-элемент может быть, чем угодно, каким-то изменением в системе, не только вещественным, но и полевым. Например, изменение давления, температуры, электрических параметров, агрегатного состояния, сигнала или изменения данных и т. п.

Следует отметить, что после выбора одного из двух состояний инструмента, второе его состояние исключается из дальнейшего рассмотрения. «Вцепившись» в одно состояние инструмента, необходимо в процессе решения задачи добиться, чтобы при этом состоянии инструмента появилось положительное свойство, присущее другому его состоянию.

Часто бывает полезно после решения задачи вернуться к рассмотрению другого состояния инструмента и еще раз осуществить анализ по шагам АРИЗ.

Рассмотрим каждый шаг первой части по отдельности.

6.10.2. Формулировка мини-задачи

На **шаге 1.1** формулируется **мини-задача**.

Напомним, что основная цель при решении мини-задачи – не изменять существующую техническую систему (или сделать минимальные изменения). Она должна оставаться практически без изменений или упроститься, но лишиться недостатков (должен быть устранен нежелательный эффект) или в системе должно появиться новое необходимое (требуемое) свойство.

Таким образом, при решении мини-задачи мы вводим дополнительные требования: *результат должен быть получен «без ничего»*. Тем самым происходит обострение конфликта и заранее отсекаются пути, ведущие к компромиссным решениям.

Формулировать мини-задачу следует без **специальных терминов**, чтобы избавиться от *психологической инерции*, навязанной этими терминами. Термины относятся к любым частям системы. Они навязывают применение традиционных технологий, характерных для данного объекта (термина).

Рекомендуется любой термин заменять более общим понятием, объектом, выполняющим более общую функцию (п. 1.3.1).

В мини-задаче (шаг 1.1) формулируются:

1.1.1. Назначение и основная функция системы.
1.1.2. Состав системы (перечень основных элементов системы).
1.1.3. Нежелательный эффект (недостатки системы).
1.1.4. Ожидаемый результат (результат, который должен быть получен при минимальных изменениях в системе, чтобы достичь желаемый результат).

В перечне элементов следует указать не только технические части, но и природные, взаимодействующие с техническими.

Структурная схема шага 1.1 показана на рис. 6.31.

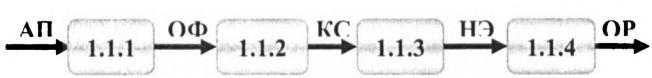


Рис. 6.31. Шаг 1.1 первой части АРИЗ-85-В

Где 1.1.1-1.1.4 – подшаги шага 1.1. Формулировка мини-задачи

Название подшагов шага 1.1	Обозначения
1.1.1. Формулировка основной функции системы.	АП – Административное противоречие. ОФ – Основная функция.
1.1.2. Состав системы.	КС – Компоненты системы.
1.1.3. Нежелательный эффект.	НЭ – Нежелательный эффект.
1.1.4. Ожидаемый результат.	ОР – Ожидаемый результат.

Рассмотрим формулировку мини-задачи на примере.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Задача 6.39. Газопровод

В магистральных газопроводах возникают пожары.

Как не допустить распространения огня?

Формулировка задачи в таком виде представляет собой **изобретательскую ситуацию**. Эта задача может быть решена, используя многие направления:

– создать устройство, которое предотвращало бы распространения огня в газопроводе;

– разработать систему тушения огня;

– другие направления.

Чтобы перейти от изобретательской ситуации к задаче необходимо выбрать одно из направлений, а затем сформулировать конкретное АП и уточнить условия задачи.

Выберем первое направление – предотвращение распространение огня. Для этого рассмотрим одну из существующих технологий предотвращения распространения огня в магистральных газопроводах с помощью огнепреградителя.

Огнепреградители представляют собой поперечные керамические вставки с отверстиями. Такие вставки частично предотвращают распространение огня, но затрудняют прохождение газа по трубопроводу. Как уменьшить сопротивление потоку газа?

Это формулировка задачи.

Практически сейчас сформулировано административное противоречие в виде нежелательного эффекта – *затруднение прохождению газа.*

Теперь сформулируем мини-задачу, которая рассматривается на шаге 1.1 АРИЗ-85-В.

1.1. Записать условия мини-задачи (без специальных терминов).

Огнепреградитель – специальный термин. В дальнейшем будем его называть преградитель.

1.1.1. Основная функция системы.

Для газопровода основная функция – проводить газ (двигать газ).

Для преградителя – предотвращение распространения огня (остановка огня).

1.1.2. Состав системы.

Труба, газ, преградитель, пламя.

1.1.3. Нежелательный эффект.

Преградитель затрудняет прохождение газа.

1.1.4. Ожидаемый результат.

Необходимо при минимальных изменениях в системе сделать, чтобы преградитель не затруднял прохождение газа.

6.10.3. Определение конфликтующей пары

Перейдем к рассмотрению **шага 1.2**, на котором формулируется *конфликтующая пара.*

Необходимо указать изделие и инструмент.

В паре должны быть указаны не только отрицательные действия (нежелательный эффект), но и положительные действия.

Ранее мы описывали требования, которые необходимо учесть при составлении конфликтующей пары (п. 6.8). Рассмотрим правила.

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

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

Для инструмента желательно указать два предельных состояния (мало – много, сильный – слабый, проводник – диэлектрик, дешевый – дорогой, быстро – медленно и пр.). Если указать второе состояние инструмента затруднительно, то или специально выдумывается второе предельное состояние, или задача решается только с одним состоянием инструмента. Выявление двух предельных состояний инструмента позволяет глубже разобраться в задаче, глубже ее обострить.

Если трудно определить конфликтующую пару, то можно или составить таблицу взаимодействий (табл. 6.1), или воспользоваться следующим методом.

Из состава системы постепенно мысленно убирают по одному элементу, считая при этом, что все остальные связи остались.

Если при этом конфликт исчез, то такой элемент является одним из компонентов конфликтующей пары. Так постепенно перебираются все элементы.

В конфликте могут участвовать и более двух элементов, например, два инструмента или сдвоенный инструмент. Возможны случаи сдвоенных изделий.

Например, даны два разных инструмента, которые должны одновременно действовать на изделие, причем один инструмент мешает другому. Или даны два изделия, которые должны воспринимать действия одного и того же инструмента: одно изделие мешает другому или инструмент на одно изделие действует хорошо, а на другое – плохо.

При выборе элементов конфликтующей пары желательно обращать внимание не только на нежелательный эффект, но и на положительный эффект (ожидаемый результат), который сформулирован на шаге 1.1.4, и на основную функцию системы. Очень часто именно в этих элементах кроится «болезнь».

Структурная схема шага 1.2 показана на рис. 6.32.

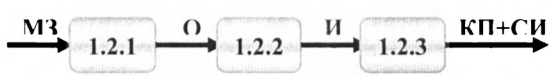


Рис. 6.32. Шаг 1.2 первой части АРИЗ-85-В

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Где: 1.2.1-1.2.3 – подшаги шага 1.2. Формулировка конфликтующей пары

Название подшагов шага 1.2	Обозначения
1.2.1. Выбор объекта (изделия). 1.2.2. Выбор инструмента. 1.2.3. Описать два предельных состояния.	МЗ – Мини-задача. О – Объект (изделие). И – Инструмент. КП – Конфликтующая пара. СИ – Состояния (предельные) инструмента.

Продолжим разбор задачи 6.39 о газопроводе.

Задача 6.39. Газопровод (продолжение)

1.2. Сформулировать конфликтующую пару.

Для определения конфликтующей пары составим таблицу взаимодействия элементов системы (табл. 6.3). Основными элементами системы являются: труба, газ, преградитель, пламя.

Труба формирует поток газа и делает это хорошо, поэтому между трубой и газом нет конфликта, поэтому в таблице мы поставим знак «-». И вообще у нас задача связана с преградителем, а не с трубой, поэтому конфликт между трубой и пламенем мы не будем рассматривать (шаг 1.1.3).

Труба хорошо удерживает преградитель, поэтому между ними тоже нет конфликта, да и задача не о закреплении преградителя в трубе (шаг 1.1.3).

Пламя нагревает трубу, поэтому между трубой и пламенем имеется конфликт, поэтому в таблице мы поставим знак «+».

Преградитель мешает свободному прохождению газа – это конфликт и в таблице мы поставит знак «+».

Пламя сжигает газ – это конфликт и в таблице мы поставит знак «+».

Преградитель не пропускает огонь – это полезное свойство – главная функция преградителя, поэтому в таблице мы поставим знак «+».

Таблица 6.3. Таблица взаимосвязей элементов

Элементы системы	1. Труба	2. Газ	3. Преградитель	4. Пламя
1. Труба		-	-	+
2. Газ			+	+
3. Преградитель				+
4. Пламя				

Из таблицы видно, что имеются конфликты между:

1. трубой и пламенем (пламя нагревает трубу);

2. газом и прегадителем (преградитель мешает свободному прохождению газа);

3. газом и пламенем (пламя сжигает газ);

4. преградителем и пламенем (преградитель задерживает пламя).

Наша задача связана с преградителем, поэтому конфликт между трубой и пламенем мы не будем рассматривать (шаг 1.1.3). Тоже самое относится к паре газ и пламя. Поэтому в таблице следует скорректировать взаимосвязи труба-пламя и газ-пламя. Исправим «+» на «-».

Новая таблица будет выглядеть так (табл. 6.4).

Таблица 6.4. Таблица взаимосвязей элементов

Элементы системы	5. Труба	6. Газ	7. Преградитель	8. Пламя
5. Труба		-	-	-
6. Газ			+	-
7. Преградитель				+
8. Пламя				

Итак, остались конфликтующие пары: газ-преградитель и преградитель–пламя.

Главным элементом в данной системе является газ – именно для его передачи и создан газопровод. Поэтому **газ** является **изделием**.

Тогда **преградитель** и **пламя** являются ***инструментами***. Так ли это? Давайте разберемся.

Инструмент должен обрабатывать изделие. Что в данном случае «обрабатывает» газ?

Преградитель не пропускает свободно газ (затрудняет его прохождение), т. е. является инструментом для газа – *отрицательное свойство*. Однако преградитель и не пропускает пламя. Значит пламя тоже изделие «обрабатываемое» инструментом преградителем – *положительное свойство*.

Итак, в данной задаче **два изделия**: **газ** и **огонь**, и один **инструмент – преградитель**.

Теперь перейдем к описанию подшагов шага 1.2.

1.2.1. Изделие – газ (Г), огонь (О).

1.2.2. Инструмент – преградитель (П).

На следующем подшаге нам нужно выбрать два предельных состояния инструмента.

Преградитель может быть с ***большими*** и ***малыми отверстиями***.

1.2.3. Состояния (действия) инструмента – *преградителя (П).*

1.2.3.1. Одно предельное состояние *– преградитель с* ***большими отверстиями*** *(П>).*

1.2.3.2. Противоположное предельное состояние *– преградитель с* ***малыми отверстиями*** *(П<).*

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

6.10.4. Формулировка технического противоречия

На **шаге 1.3** – формулируют техническое противоречие (ТП).

Техническое противоречие формулируется для каждого предельного состояния инструмента.

Записывают одно состояние элемента системы с объяснением того, что при этом хорошо, а что – плохо. Затем точно также записывают противоположное состояние этого же элемента. Для наглядности и уточнения словесной формулировки делается условное графическое представление (схема) конфликта для каждого из состояний инструмента, изображенная на рис. 6.33.

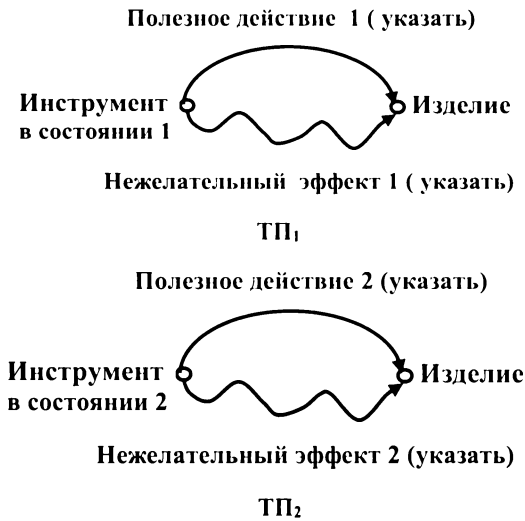


Рис. 6.33. Графическое представление технического противоречия (ТП)

Если они не соответствуют друг другу, то корректируется или словесная формулировка, или ее графическое представление.

Схемы типичных конфликтов приведены в [24].

Желательно, чтобы формулировки технических противоречий для противоположных состояний были обратными, т. е. положительное действие в одном состоянии (например, 1) должно быть отрицательным (нежелательным эффектом) в другом (например, нежелательный эффект 2) и наоборот.

Кроме того, необходимо проверить соответствие конфликтующей пары и технического противоречия. Если его нет, необходимо вернуться к шагу 1.2 (на рис. 6.34 это показано в виде петли обратной связи) и скорректировать конфликтующую пару или техническое противоречие.

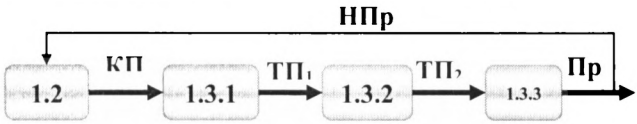


Рис. 6.34. Шаг 1.3 первой части АРИЗ-85-В

Где 1.3.1-1.3.3 – подшаги шага 1.3. Определение ТП

Название подшагов шага 1.3	Обозначения
1.3.1. Формулировка ТП для 1-го предельного состояния. 1.3.2. Формулировка ТП для 2-го предельного состояния. 1.3.3. Проверка правильности выполнения шагов 1.3.1 – 1.3.2.	КП – Конфликтующая пара. $ТП_1$ – ТП для 1-го предельного состояния. $ТП_2$ – ТП для 2-го предельного состояния. Пр – Правильное выполнение шагов. НПр – Неправильное выполнение шагов.

Перейдем к рассмотрению задачи 6.39 о газопроводе.

Задача 6.39. Газопровод (продолжение)

1.3. Формулировка технического противоречия (ТП)

1.3.1. $ТП_1$ (Состояние 1, соответствующее 1.2.3.1 – *преградитель с большими отверстиями (П>)*:

1.3.1.1. Словесная формулировка $ТП_1$.

Преградитель с большими отверстиями свободно пропускает газ, но не задерживает огонь.

1.3.1.2. Графическое представление $ТП_1$.



1.3.1.3. Проверить соответствие графической формулировки словесной.

«Прочитаем» по графическому представлению формулировку ТП1.

П> – означает «преградитель с большими отверстиями».

Над прямой стрелкой (указывающей полезное действие) написано «**свободно пропускает**».

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Под волнистой стрелкой (указывающей нежелательное действие или эффект) написано
«не задерживает».

Итак, получается: «Преградитель с большими отверстиями свободно пропускает газ, но задерживает огонь».

Полное соответствие графической формулировки со словесной.

1.3.2. $ТП_2$ (Состояние 2, соответствующее 1.2.3.2, *преградитель с малыми отверстиями (П<)*:

1.3.2.1.Словесная формулировка $ТП_2$.

Преградитель с малыми отверстиями задерживает огонь, но затрудняет прохождение газа.

1.3.2.2. Графическое представление $ТП_2$.



1.3.2.3. Проверить соответствие графической формулировки словесной.

Проверка аналогична описанному в 1.3.1.3. Полное соответствие.

1.3.3. Проверка правильности выполнения шагов 1.3.1-1.3.2.

В данных формулировках полное соответствие так мы тщательно выбрали конфликтующую пару.

Представим, что на шаге 1.2 конфликтующая пара была бы огонь и преградитель или преградитель и газ, тогда на данном шаге пришлось бы скорректировать конфликтующую пару.

Такие возвраты необходимы для точной формулировки противоречий и выявления первопричин.

Иногда в условиях задачи дано **только изделие**, инструмента нет, поэтому нет явного ТП. В этих случаях ТП получают, условно рассматривая **два состояния (изделия)**, хотя одно из них заведомо недопустимо.

Задача 6.40. Наблюдение микрочастиц

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

$ТП_1$: Если частицы малы, жидкость остается оптически чистой, но частицы невозможно наблюдать невооруженным глазом.

$ТП_2$: Если частицы большие, они хорошо наблюдаемы, но жидкость перестает быть оптически чистой, а это недопустимо.

Условия задачи, казалось бы, заведомо исключают рассмотрение **$ТП_2$**: изделие менять нельзя!

Действительно, в дальнейшем мы будем рассматривать **ТП$_1$**, но **ТП$_2$** даст дополнительные требования к изделию: маленькие частицы, оставаясь маленькими, должны стать большими.

6.10.5. Выбор конфликтующей пары

Перейдем к рассмотрению шага 1.4 – выбора конфликтующей пары. На этом шаге мы выбираем ту из конфликтующих пар, которая лучше позволяет выполнить основную функцию системы, указанную на шаге 1.1.1.

Технология выбора достаточно проста:

1.4.1. Уточнить основную функцию системы, указанную на 1.1.1.

Процесс анализа задачи на шагах 1.1-1.3 может уточнить задачу или показать ее с другой стороны и возникнет необходимость в незначительном (но может быть существенном) уточнении основной функции.

Принципиальное изменение основной функции, как правило, приводит к постановке новой задачи. Поэтому первоначально рекомендуется довести анализ первоначально поставленной задачи до конца, а потом перейти к решению вновь поставленной.

1.4.2. Выбрать из технических противоречий (ТП$_1$ и ТП$_2$), описанных на шаге 1.3 вид ТП, соответствующий уточненной основной функции.

1.4.3. Уточнить состояние инструмента в выбранной конфликтующей паре.

После того, как решение задачи доведено до конца, целесообразно выбрать другое состояние инструмента и еще раз провести анализ задачи с этим состоянием инструмента. Не исключено, что мы можем получить другое решение.

Структурная схема шага 1.4 первой части АРИЗ-85-В показана на рис. 6.35.

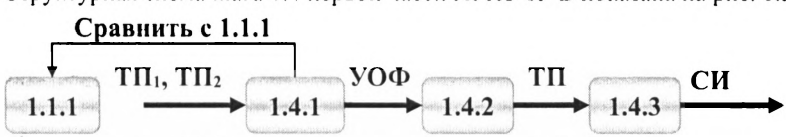


Рис. 6.35. Шаг 1.4 первой части АРИЗ-85-В

Где 1.4.1-1.4.3 – подшаги шага 1.4. Выбор конфликта

Название подшагов шага 1.4	Обозначения
1.4.1. Уточнение основной функции системы.	ТП$_1$, ТП$_2$ – ТП для 1-го и 2-го предельных состояний.
1.4.2. Выбор ТП соответствующее 1.4.1.	УОФ – Уточненная основная функция системы.
1.3.3. Выбор состояния инструмента.	ТП – Выбранное ТП.
	СИ – Состояние инструмента.

Перейдем к рассмотрению задачи 6.2 о газопроводе.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Задача 6.39. Газопровод (продолжение)

1.4. Выбор конфликтующей пары.

1.4.1. Основная функция.

Вернемся к шагу 1.1.1 и посмотрим, как там описана основная функция системы. В данной задаче описаны две основные функции. В подобных случаях следует идти по двум направления. Могут быть получены два принципиальных решения или одно удовлетворяющее сразу двум направлениям. Хотя чисто формально можно говорить, только о главной функции газопровода – пропускать газ.

а) Для работы газопровода важно, чтобы газ проходил свободно без препятствий.

б) Для нормальной работы преградителя – предотвращение распространения огня.

В дальнейшем будем идти по двум направлениям.

1.4.2. Выбрать из описанных на 1.3 вид ТП, соответствующий 1.4.1.

а) газ проходит без препятствий в $ТП_1$ (формально мы должны выбрать это ТП).

б) огонь не распространяется в $ТП_2$.

1.4.3. Состояние инструмента.

а) отверстия большие (П>) – формально мы должны выбрать это состояние.

б) отверстия малые (П<).

6.10.6. Усиление конфликта

На **шаге 1.5** усиливают конфликт. Наиболее часто это делают путем устремления состояния инструмента к пределу и, соответственно, усиливая противоположные действия.

*Усиление должно быть таким, чтобы гарантировать **100% выполнения полезного действия**. Этим, как правило, мы добиваемся и **100% нежелательного эффекта**. Такое состояние и называется **усиленным** (предельным) **конфликтом**.*

Правило 3. *Часто задачи содержат конфликты типа «много элементов» и «мало элементов», «сильный элемент» – «слабый элемент» и т. д. Конфликты типа «мало элементов» при усилении надо приводить к одному виду – «ноль элементов» («отсутствующий элемент»).*

Теперь мы знаем, каким образом можно добиться максимума полезного действия. Далее мы будем выявлять возможность устранения нежелательного эффекта.

Этот шаг необходим и для снятия психологической инерции.

Обычно мы ищем компромисс. «Чуть-чуть улучшим одно, немного ухудшим другое...». Поэтому появляется желание сгладить противоречие, сформулированное на шаге 1.4. В таком случае мы снова приходим к исходной ситуации. Чтобы не сбиваться с логики АРИЗ и не возвращаться назад, мы еще больше усиливаем конфликт, доходя до его **предельного состояния**.

Этот шаг схематически представлен на рис. 6.36.

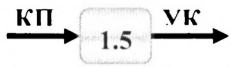


Рис. 6.36. Шаг 1.5 первой части АРИЗ-85-В

Где:

1.5 – шаг первой части АРИЗ-85-В;
КП – конфликтующая пара;
УК – усиленный конфликт.

Перейдем к рассмотрению задачи 6.2 о газопроводе.

Задача 6.39. Газопровод (продолжение)

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

а) Отверстия в преградителе очень большие – равны внутреннему диаметру трубы – преградитель отсутствует.

б) Отверстия в преградителе очень маленькие – в пределе равны нулю – преградитель сплошная стена (без отверстий).

6.10.7. Формулировка модели задачи

Переходим к рассмотрению **шага 1.6**, на котором формулируется модель задачи. Для этого:

1.6.1. Уточняют конфликтующую пару для состояния, выбранного на шаге 1.5.

1.6.2. Составляют усиленную формулировку конфликта.

1.6.3. Вводится икс-элемент, который должен не допустить (или устранить) нежелательный эффект и сохранить (или не мешать) полезному действию инструмента.

Следует задать вопрос: *Что должен сделать вводимый для решения задачи* ***икс-элемент*** *(что он должен сохранить и что он должен устранить, улучшить, обеспечить и т. д.)?*

Икс-элемент может быть в последствие чем угодно. Какой-то механизм, часть имеющихся элементов в системе или надсистеме, внешняя среда, физическое, химическое или математическое превращение и т. д.

Икс-элемент воображаемый абстрактный искомый элемент, помогающий устранить нежелательный эффект.

Следует отметить, что *икс-элемент* не должен заменять инструмент. Он должен только не мешать инструменту осуществлять полезное действие. Таким образом, к *икс-элементу* предъявляются два действия (требования):

1. ***Устранить*** нежелательный эффект.
2. ***Не мешать*** инструменту выполнять полезное действие.

На дальнейших шагах необходимо выявить *свойства*, которыми должен обладать *икс-элемент*.

После выполнения шага 1.6 следует снова вернуться к шагу 1.1 (на рис. 6.37 показано в виде петли обратной связи) и проверить соблюдается ли логика АРИЗ

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

для построения модели задачи. Такой возврат позволит уточнить все шаги и сформулировать более точно модель задачи.

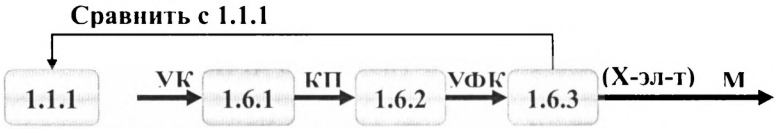


Рис. 6.37. Шаг 1.6 первой части АРИЗ-85-В

Где 1.6.1-1.6.3 – подшаги шага 1.6. Выбор конфликта

Название подшагов шага 1.6	Обозначения
1.6.1. Уточнение конфликтующей пары.	УК – усиленный конфликт.
1.6.2. Усиленная формулировка конфликта.	КП – Конфликтующая пара.
1.6.3. Ввести икс-элемент.	УФК – Усиленная формулировка конфликта.
	Х-эл-т – Икс-элемент.
	М – Модель задачи.

Перейдем к рассмотрению задачи 6.2 о газопроводе.

Задача 6.39. Газопровод (продолжение)

1.6. Записать формулировку модели задачи.

1.6.1. Конфликтующая пара

а) Газ, огонь и преградитель с очень большими отверстиями (отсутствующий преградитель).

б) Газ, огонь и преградитель с очень маленькими отверстиями (сплошная стенка).

1.6.2. Усиленная формулировка конфликта

а) Преградитель с очень большими отверстиями (отсутствующий преградитель) совсем не мешает прохождению газа, но совсем не задерживает огонь.

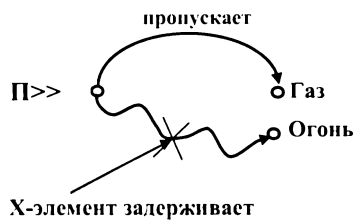


б) Преградитель с очень маленькими отверстиями (сплошная стенка) совсем не пропускает огонь, но и не пропускает газ.

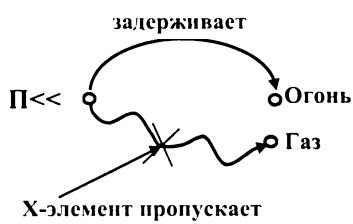


1.6.3. Функции Х-элемента.

а) Икс-элемент не пропускает (задерживает) огонь, не мешая прохождению газа.



б) Икс-элемент позволяет газу свободно проходить, не мешая преградителю в виде стенки задерживать огонь.



6.10.8. Представление вепольной модели задачи

Рассмотрим последний шаг в первой части АРИЗ.

На **шаге 1.7** составляется структурная (вепольная) модель задачи и проверяется возможность применения системы стандартов.

Модель представляют в виде вепольной структуры и, используя закономерности развития веполей и систему стандартов, преобразуют эту модель и получают решение.

Таким образом, проводится первоначальный вепольный анализ существующей системы, в результате которого может быть получено решение.

Если задача *не решена*, перейти ко **второй части** АРИЗ. Если задача *решена*, можно перейти к **седьмой части** АРИЗ (рис. 6.38), хотя и в этом случае рекомендуется продолжить анализ со второй части – возможно получение других решений.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

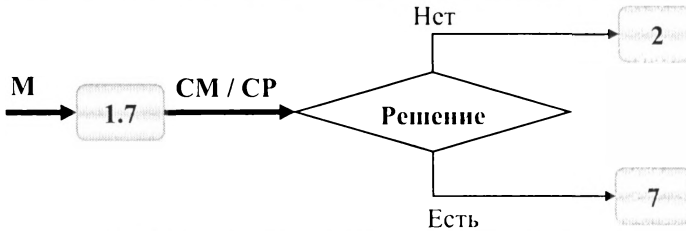


Рис. 6.38. Шаг 1.7 первой части АРИЗ-85-В

Где:

М – модель задач;
СМ – структурная модель;
СР – структурное решение.

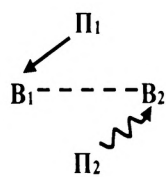
Перейдем к рассмотрению задачи 6.39 о газопроводе.

Задача 6. 39. Газопровод (продолжение)

1.7. Применение вепольного анализа.

Изобразим для начала полную вепольную схему (6.10).

а) Преградителя нет



(6.10)

Где:

$\mathbf{B_1}$ – газ;
$\mathbf{B_2}$ – преградитель (отсутствующий);
$\mathbf{П_1}$ – давление газа, создающее поток;
$\mathbf{П_2}$ – огонь.

Между $\mathbf{B_2}$ и $\mathbf{П_2}$ существует вредная связь (обозначенная волнистой стрелкой) – огонь не задерживается отсутствующим преградителем. Между газом ($\mathbf{B_1}$) и отсутствующим преградителем ($\mathbf{B_2}$) неэффективная (отсутствующая) связь, которая обозначена пунктирной линией.

В данном веполе $\mathbf{B_1}$ и $\mathbf{П_1}$ не несут эвристической нагрузки, поэтому их не имеет смысл рассматривать.

Преобразуем веполь. Теперь вепольная структура будет иметь вид (6.11)

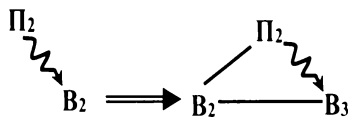


(6.11)

Где: **В2** – преградитель (отсутствующий) – преградитель с очень большими отверстиями;

П2 – огонь.

Система не вепольная – ее необходимо достроить до веполя (6.12).



(6.12)

Где: **В2** – преградитель (отсутствующий) – преградитель с очень большими отверстиями;

П2 – огонь;

В3 – введенное вещество, задерживающее огонь.

Может быть представлена и другая вепольная структура (6.13).



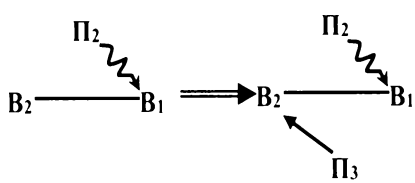
(6.13)

Где: **В2** – преградитель (отсутствующий) – преградитель с очень большими отверстиями;

П2 – огонь;

В1 – газ.

Необходимо ввести еще одно поле **П3** (6.14).



(6.14)

Где: **В2** – преградитель (отсутствующий) – преградитель с очень большими отверстиями;

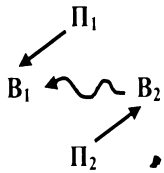
П2 – огонь;

В1 – газ;

П3– поле, задерживающее огонь.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

б) Преградитель сплошной (6.15).



(6.15)

Где:

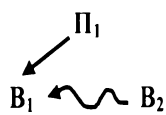
В1 – газ;

В2 – преградитель (стенка);

П1 – давление газа, создающее поток;

П2 – огонь.

Вредная связь между газом (**В1**) и преградителем (**В2**) преградитель не пропускает газ. В данном веполе **П2** (огонь) не несет эвритической нагрузки, поэтому его не имеет смысл рассматривать. Вепольная структура будет иметь вид (6.16).



(6.16)

Где:

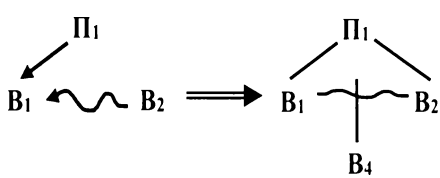
В1 – газ;

В2 – преградитель (стенка);

П1 – давление газа, создающее поток.

Приведем возможные вепольные преобразования

Необходимо ввести еще одно вещество **В4** (6.17).



(6.17)

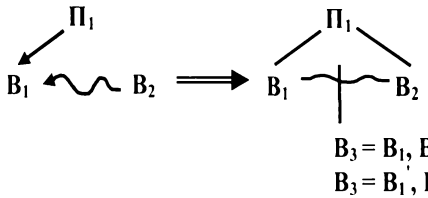
Где:**В1** – газ;

В2 – преградитель (стенка);

П1 – давление газа, создающее поток.

В4 – вещество, которое должно способствовать прохождению газа.

Или (6.18).



(6.18)

Где:

$В_1$ – газ;

$В_2$ – преградитель (стенка);

$П_1$ – давление газа, создающее поток.

$В_4$ – вещество, которое должно способствовать прохождению газа, которое может быть сделано или из $В_1$ (газа) или из $В_2$ (преградителя) или из их модификаций ($В_1'$, $В_2'$). Очевидно, что идеальнее $В_4$ сделать из газа.

6.11. Часть 2. АНАЛИЗ МОДЕЛИ ЗАДАЧИ

6.11.1. Основные понятия и структура второй части АРИЗ

Цель второй части АРИЗ – выявить имеющиеся в системе ресурсы, которые можно использовать для решения задачи. В этой части определяют *оперативные параметры*, рассматривая **ОЗ** *икс-элемента*, **ОВ** и часть **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 (табл. 6.5).

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Таблица 6.5. Выявление вещественно-полевых (ВПР) ресурсов

ВПР	Вещество	Поле
1. Внутренние		
1.1. Инструмент (указать)	(указать)	(указать)
1.2. Изделие (указать)	(указать)	(указать)
2. Внешняя среда – ВС (указать)	(указать)	(указать)
2.1. Среда (указать)	(указать)	(указать)
2.1.1. Инструмента (указать)	(указать)	(указать)
2.1.2. Изделия (указать)	(указать)	(указать)
2.1.3. Совместная ВС инструмента и 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. (указать)	(указать)	(указать)
… (указать)	(указать)	(указать)
4. Отходы (указать)	(указать)	(указать)
5. 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 (п. 7).

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). Структурная схема представлена на рис. 6.39.

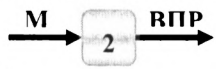


Рис. 6.39. Функция 2 части АРИЗ-85-В

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. 6.40.



Рис. 6.40. Вторая часть АРИЗ-85-В

Где 2.1-2.3 – шаги 2 части АРИЗ-85-В

Название шагов 2 части АРИЗ-85-В	**Обозначения**
2.1. Определить оперативную зону (ОЗ).	М – Модель задачи.
2.2. Определить оперативное время (ОВ).	ОЗ – Оперативная зона.
2.3. Определить вещественно-полевые ресурсы (ВПР).	ОВ – Оперативное время.
	ВПР – Вещественно-полевые ресурсы.

Определения оперативной зоны и оперативного времени были даны в п. 6.8.

6.11.2. Определение оперативной зоны

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.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

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 6.39. 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 показаны предельные значения, между которыми можно рассматривать ОЗ.

6.11.3. Определение оперативного времени

ОВ – это время конфликта (Т1). Для разрешения конфликта может быть использовано время Т2 – **до** *конфликта* (предварительная подготовка) или время Т3 – **после** совершения *конфликта* (время исправления конфликта). Идеальнее использовать время до конфликта, тогда конфликт не возникнет, и не нужно будет тратить время и средства на его устранение. Может быть, полезно рассмотреть и время, когда происходит конфликт.

Задача 6.39. Газопровод (продолжение)

2.2. 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 Т2.

Т1 – время возникновения пожара;

Т2 – время прохождения газа (часто его рассматривают как резерв времени до конфликта).

6.11.4. 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 6.4.

Задача 6.39. Газопровод (продолжение)

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

2.3.1. Составить список ВПР.

Для этого необходимо заполнить таблицу (табл. 6.6).

Таблица 6.6. Выявление ВПР

ВПР	Вещество	Поле
1. Внутренние		
1.1. Инструмент (*преградитель*)	Керамика	–
1.2. Изделие		
Газ	Газ	Поток газа, давление, движение
Огонь	–	Температура. Распространение огня
2. Внешняя среда (*труба*)	Металл	–
2.1. Среда		
2.1.1. Инструмента (*преградителя*)	Газ и металл трубы	–
2.1.2. Изделия		
Газа	Труба и преградитель	Температура. Распространение огня
Огня	Труба и преградитель	Поток газа
2.2. Общие	Воздух, вода и т. п.	«Фоновые»: гравитационное, магнитное поле Земли и т. д.
3. Надсистема		
3.1. Труба	Металл	Давление
3.2. Насосные станции	Различные материалы	Давление, движение
4. Отходы (Процесс горения)	Продукты сгорания газа, углекислый газ	Температура
5. Дешевые (Газ и продукты сгорания)	Продукты сгорания газа, углекислый газ	Температура

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

2.3.2. Определить оперативные параметры – внутрисистемные ВПР. Выписать их из таблицы (п. 2.3.1).

Из таблицы ВПР 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.

Использование отходов и дешевых ресурсов в этой задаче не имеет смысла, так как лучше не допускать процесса горения. Остальные ВПР могут быть использованы при разрешении противоречий и получения решения.

6.12. Часть 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИКР И ФП

6.12.1. Основные понятия и структура третьей части АРИЗ

Цель третей части АРИЗ – формулировка *физического противоречия* (ФП), которое получают из *модели задачи* с учетом ее *оперативных параметров (оперативной зоны, оперативного времени* и *вещественно-полевых ресурсов)*.

Структурная схема представлена на рис. 6.41.

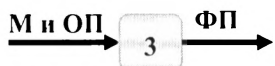


Рис. 6.41. Функция 3 части АРИЗ-85-В

Где: **3** – номер части АРИЗ-85-В;

М – модель задачи;

ОП – оперативные параметры (ОЗ, ОВ, ВПР);

ФП – физическое противоречие.

Блок схема 3 части АРИЗ представлена на рис. 6.42.

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.

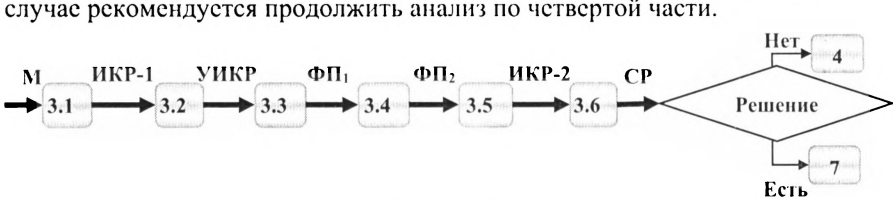


Рис. 6.42. Третья часть АРИЗ-85-В

Где 3.1-3.6 – шаги 3 части АРИЗ-85-В; 4, 7 части АРИЗ-85-В

Название шагов 3 части АРИЗ-85-В	**Обозначения**
3.1. Формулировка ИКР-1. 3.2. Усиление ИКР-1. 3.3. Формулировка физического противоречия (ФП) на макроуровне. 3.4. Формулировка физического противоречия на макроуровне. 3.5. Формулировка ИКР-2. 3.6. Применение стандартов.	М – Модель задачи. ИКР-1 – Идеальный конечный результат 1. УИКР – Усиление формулировки ИКР-1. $ФП_1$ – ФП на макроуровне. $ФП_2$ – ФП на микроуровне. ИКР-2 – Идеальный конечный результат 2. СР – Структурное решение.

6.12.2. Формулировка ИКР

Третья часть начинается с формулировки ***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 6.39. Газопровод (продолжение)

3.1. 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 отсутствующего преградителя свободно пропускать газ.

6.12.3. Усиленная формулировка ИКР

На шаге 3.2 вводятся еще два вида ***более ИДЕАЛЬНЫХ 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.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

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 используют 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 6.39. Газопровод (продолжение)

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

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

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.

3.2.2. Усиленная формулировка ИКР-1 для **изделия** может быть представлена.

Газ сам препятствует распространению огня, не мешая себе проходить по трубопроводу.

Давление само препятствует распространению огня, не мешая прохождению газа.

Температура сама препятствует распространению огня, не мешая прохождению газа.

6.12.4. Формулировка физического противоречия

На **шагах 3.3** и **3.4** формулируются ***ФП***. Они формулируются на **макро-** и **микроуровнях** с углубленностью до той степени, которой требует конкретная задача.

Формулировку ФП на макро уровне (**шаг 3.3**) осуществляют первоначально для *икс-элемента*, затем для *инструмента*, а потом для *изделия*.

Главное требование при формулировке ФП – 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 физического противоречия на ***макроуровне*** 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 6.39. Газопровод (продолжение).

3.3. Формулировка физического противоречия на макроуровне.

3.3.1. Формулировка физического противоречия на макроуровне для икс-элемента.

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

Приведем стандартную формулировку физического противоречия на ***макроуровне*** 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 6.39. Газопровод (продолжение)

3.3. Формулировка физического противоречия на макроуровне.

3.3.2. Формулировка физического противоречия на макроуровне для инструмента.

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

Приведем стандартную формулировку физического противоречия на ***макроуровне*** 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 6.39. Газопровод (продолжение)

3.3. Формулировка физического противоречия на макроуровне.

3.3.3. Формулировка физического противоречия на макроуровне для изделия.

Газ должен не пропускать поток, чтобы *не допустить распространение* огня, и должен пропускать поток, чтобы *не мешать своему прохождению*.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Перейдем к рассмотрения формулировки физического противоречия на **микроуровне (шаг 3.4)**. Этот шаг может рассматриваться двояко:

– дальнейшее ***углубление*** физического противоречия,

– переходу к рассмотрению физического противоречия для ***микроструктуры*** системы.

Можно рассматривать и то, и другое.

Углубление физического противоречия лучше всего довести до выявления противоположных сил. В этом случае физическое 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 $\mathbf{C}_1$ была показана нами раньше при рассмотрении логики АРИЗ (п. 6.6).

В нематериальных системах, например, в программировании, рассматривают самые глубинные свойства, выявляя корень задачи. Например, это может быть уровень элементарной операции.

Приведем стандартную формулировку физического противоречия на **микроуровне**.

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

Задача 6.39. Газопровод (продолжение)

3.4. Формулировка физического противоречия на микроуровне.

Формулировка для частиц:

Частицы ОЗ должны ***препятствовать*** прохождению потока, чтобы не пропускать его, и ***не препятствовать*** прохождению потока, чтобы пропускать его.

Частицы ОЗ должны **создавать силу**, чтобы ***препятствовать*** прохождению потока, и **не создавать силу**, чтобы ***не препятствовать*** прохождению потока.

Углубленная формулировка:

ОЗ должна **создавать силу** и **не создавать силу**.

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

6.12.5. 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 6.39. Газопровод (продолжение)

3.5. 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**).

6.12.6. Применение системы стандартов

На **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 6.39. Газопровод (продолжение)

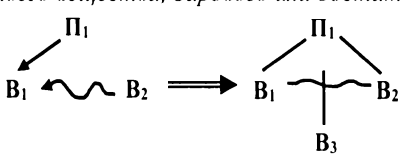
3.6. Применение системы стандартов.

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 B_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:



(6.19)

Где:

B_1 – газ;

B_2 – преградитель (стенка);

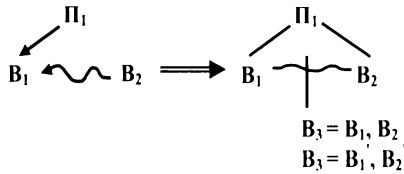
$П_1$ – давление газа, создающее поток;

B_3 – вещество, которое должно способствовать прохождению газа.

Стандарт 1.2.2. Устранение вредной связи введением видоизмененных B_1 и/или B_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 стандарта 1.2.1).

. Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov



(6.20)

Где:

$В_1$ – газ;

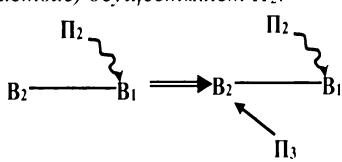
$В_2$ – преградитель (стенка);

$П_1$ – давление газа, создающее поток;

$В_3$ – вещество, которое может быть сделано или из **$В_1$** (газа) или из **$В_2$** (преградителя) или из их модификаций (**$В_1'$, $В_2'$**). Очевидно, что идеальнее **$В_3$** сделать из газа.

Стандарт 1.2.4. Противодействие вредным связям с помощью $П_2$

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 веполю, в котором полезное действие остается за полем $П_1$, а нейтрализацию вредного действия (или превращение вредного действия во второе полезное действие) осуществляет $П_2$:



(6.21)

Где:

$В_1$ – газ;

$В_2$ – отсутствующий преградитель (преградитель с очень большими отверстиями);

$П_2$ – огонь;

$П_3$ – поле, задерживающее огонь.

Итак, стандарты подсказывают, что необходимо вводить дополнительное вещество **$В_3$**, которое должно препятствовать прохождению огня, но не мешать прохождению, газа, когда огня нет. Значит, это вещество должно появляться только в момент (Т1) появления огня. Стандарт 1.2.2 говорит, что этим веществом может быть или преградитель (**$В_1$**) или газ (**$В_2$**). Идеальнее не вводить дополнительных преградителей, т. е. использовать вещество **$В_2$ – газ**.

Стандарт 1.2.4 подсказывает, что необходимо ввести дополнительное поле, задерживающее огонь.

6.13. Часть 4. МОБИЛИЗАЦИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ ВПР

6.13.1. Основные понятия и структура четвертой части АРИЗ

Цель четвертой части АРИЗ-85-В – повышение эффективности использования вещественно-полевых ресурсов (ВПР). Схематично 4 часть представлена на рис. 6.43.

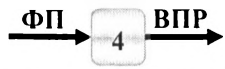


Рис. 6.43. Функция 4 части АРИЗ-85-В

Где:

4 – номер части АРИЗ-85-В;
ФП – физическое 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 отработки 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 шагов** показана на рис.6.44. Она следующая:

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

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

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

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

4.6. Использование ресурсных полей и их сочетаний

4.7. Поле и отзывчивое вещество.

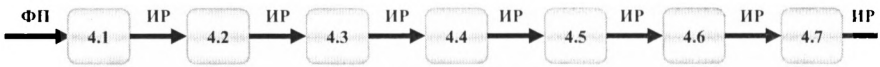


Рис. 6.44. Анализ задачи

Где 4.1-4.7 – шаги 4 части АРИЗ-85-В

Название шагов 1 частей АРИЗ-85-В	Обозначения
4.1. Метод ММЧ. 4.2. Шаг назад от ИКР. 4.3. Смесь ресурсных веществ. 4.4. Замена ресурсных веществ. 4.5. Применение веществ, производных от ресурсных. 4.6. Использование ресурсных полей. 4.7. Поле и отзывчивое вещество.	ФП – Физическое 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**.

6.13.2. Применение метода ММЧ

Метод моделирования маленькими человечками (ММЧ) – один из методов развития творческого воображения (РТВ). 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 начинают 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 физическое 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 большое число «маленьких человечков» (группа, несколько групп, «толпа»). Изображать в виде «маленьких человечков» следует только изменяемые части модели задачи (инструмент, икс-элемент).

Метод ММЧ рекомендуется применять в следующей последовательности:

4.1.1. Построить схему конфликта, используя метод ММЧ;

4.1.2. Изменить схему так, чтобы «маленькие человечки» действовали, не вызывая конфликта;

4.1.3. 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, в том, что ограничиваются беглыми, небрежными рисунками. Хорошие рисунки:

а) выразительны и понятны без слов;

б) дают дополнительную информацию об физическом 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.

Метод ММЧ подробно изложен в п. 8.1.4.

Продемонстрируем Метод ММЧ на рассматриваемой задаче.

Задача 6.39. Газопровод (продолжение)

4.1. Метод ММЧ.

4.1.1. Построить модель конфликта

Преградитель представим себе в виде «маленьких человечков» (рис. 6.45 и 6.46).

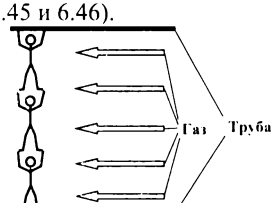


Рис. 6.45. ММЧ

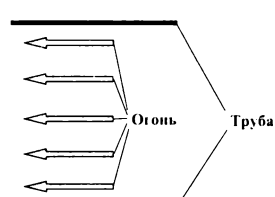


Рис. 6.46. ММЧ

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

На рис. 6.45 показана модель конфликта, когда преградитель представляет собой сплошную стену, а на рис. 6.46 – отсутствующий преградитель. На рисунках показаны только конфликтные действия.

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

Как нужно перестроить модель, чтобы устранить конфликт?

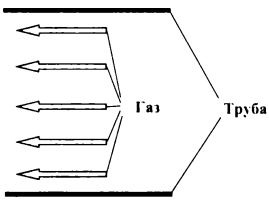


Рис. 6.47. ММЧ

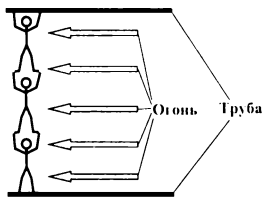


Рис. 6.48. ММЧ

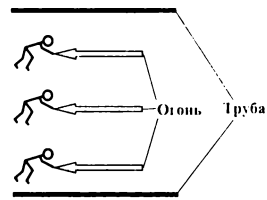


Рис. 6.49. ММЧ

На рис. 6.47 показано, что пока нет огня, человечков (преградителя) не должно быть, но когда появляется огонь, человечки должны или перекрыть трубу (рис. 6.48) или воздействовать с силой на огонь, препятствуя его прохождению (рис. 6.49). На рис. 6.48 человечком можно представить в виде вещества, а на рис. 6.49 – в виде поля.

6.13.3. 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.

Разрешение такой микро-задачи обычно не вызывает затруднений и может подсказать способ решения общей задачи.

Перейдем к рассмотрению шага 4.2 – шаг назад от ИКР.

4.2. Шаг назад от ИКР.

4.2.1. ИКР – (указать);

4.2.2. Шаг назад – (осуществить);

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

Задача 6.41. Детали

4.2. Шаг назад от ИКР.

4.2.1. ИКР: Две детали соприкасаются.

4.2.2. Шаг назад от ИКР: Между деталями надо сделать минимальный зазор.

4.2.3. Что необходимо сделать, чтобы от «Шага назад от ИКР» перейти к ИКР: Возникает новая задача (микро-задача): как устранить дефект? Как соединить эти детали в этом случае? Например, если детали металлические, то их можно нагреть.

Задача 6.39. Газопровод (продолжение)

4.2. Шаг назад от ИКР.

Пример этого шага условный. Дается у учебных целях.

4.2.1. ИКР: *Икс-элемент (преградитель или газ)*, 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 отсутствующего ***преградителя свободно пропускать газ***.

4.2.2. Шаг назад: Незначительно (почти незаметно) пропускается огонь, газ проходит не совсем свободно (имеется небольшое сопротивление)

4.2.3. Переход от 4.2.2 к 4.2.1: Предположим, что в газе имеются составляющие, которые при высокой температуре выделяют инертный газ или специально вводят какие-то частицы, которые это делают.

Или при нормальной температуре, газ проходит без сопротивления, а при повышенной температуре газ, а, следовательно, и огонь не проходят совсем. Например, преградитель сделан из материала с обратимой памятью формы.

6.13.4. Применение преобразованных ВПР

Группа **шагов 4.3-4.7** нацелена на максимально эффективное использование имеющихся ресурсов. Для этого с ними проделывают различные преобразования, объединения и комбинации.

Шаг 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 моно-веществ к *неоднородному* би-веществу.

Может возникнуть вопрос: возможен ли переход от моно-вещества к *однородному* би-веществу или поли-веществу? Аналогичный переход от системы к однородной би-системе или поли-системе применяется очень широко (см. закон перехода системы в надсистему и стандарт 3.1.1). Но в этом стандарте речь идет об объединении *систем*, а на шаге 4.3 рассматривается

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

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 моно-система – лист, то поли-система – блокнот, а не один очень толстый лист. Но сохранение границ требует введения второго (граничного) вещества (пусть это будет даже пустота).

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

Шаг 4.4. 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.

Шаг 4.5. 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, например, изменением агрегатного состояния имеющихся ресурсных веществ или их разложением на составляющие.

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 ресурсного вещества.

Кроме того, могут быть и другие способы изменения веществ, например, облучением веществ (в частности радиоактивным веществом), изменением его структуры (графит и алмаз) и т. д.

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 физический эффект, 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.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Шаг 4.6. 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.

Шаг 4.7. Поле и отзывчивое вещество.

Например, «магнитное поле – ферровещество», «ультрафиолет – люминофор», «тепловое поле – металл с памятью формы» и т. д.

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

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

Задача 6.39. Газопровод (продолжение)

Ресурсы системы были выявлены в части 2.

Для дальнейшего решения задачи следует рассматривать ресурсы пространства – ОЗ (зона вокруг отверстия или узкая зона, где возникает огонь) и ОВ – время появления огня.

Применение других ресурсов в данной задаче демонстрироваться не будет.

6.14. Часть 5. ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ФОНДА

6.14.1. Основные понятия и структура пятой части АРИЗ

На **пятой части** АРИЗ-85-В применяют информационный фонд для разрешения физического противоречия. Задачу желательно решить в формулировке ИКР-2 с учетом ресурсов.

Структура этой части представлена рис. 6.50.

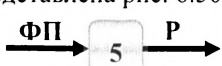


Рис. 6.50. Функция 5 части АРИЗ-85-В

Где:

5 – номер части АРИЗ-85-В;

ФП – физическое 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.

В пятой части используется:

1. Система стандартов.
2. Задачи-аналоги.
3. Типичные преобразования (представлены в таблице 6.5).
4. Технологические эффекты:
   - физические эффекты,
   - химические эффекты,
   - биологические эффекты,
   - математические (в частности, геометрические) эффекты.

Представим это в виде структурной схемы (см. рис. 6.51).

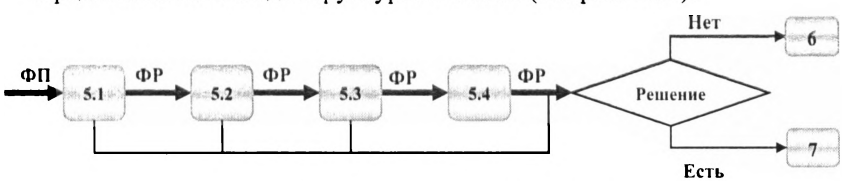


Рис. 6.51. Пятая часть АРИЗ-85-В

Где 5.1-5.5 – шаги 5 части АРИЗ-85-В; 6, 7 части АРИЗ-85-В

Название шагов 5 части АРИЗ-85-В	**Обозначения**
5.1. Применение стандартов. 5.2. Применение задач-аналогов. 5.3. Приемы разрешения ФП. 5.4. Применение эффектов.	ФП– физическое противоречие. ФР – физическое решение.

6.14.2. Применение системы стандартов

На **шаге 5.1** рекомендуется использовать систему стандартов на решение изобретательских задач. Мы уже частично рассматривали стандарты для решения задачи на шаге 3.6. 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 введения новых веществ и полей. Если задачу не удается решить в рамках, имеющихся и производных ВПР, приходится вводить новые вещества и поля. Большинство стандартов как раз и относятся к технике введения добавок. Поэтому на шаге 5.1 рекомендуется просмотреть возможность решения задачи по всей системе стандартов.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Задача 6.39. Газопровод (продолжение)

5.1. Применение стандартов.

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

6.14.3. Применение задач-аналогов

На **шаге 5.2** пытаются решить задачу по аналогии с задачами-аналогами (еще нестандартными решениями, которые ранее были решенными по АРИЗ).

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

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

Задача 6.39. Газопровод (продолжение)

5.2. Применение задач-аналогов.

В данной задаче мы не будем рассматривать этот шаг.

6.14.4. Применение типовых преобразований

На **шаге 5.3** решают задачу с помощью типовых преобразований ФП (табл. 6.7).

Таблица 6.7. Типовые преобразования – разрешение физического противоречия

Вид преобразования (Разрешение физического 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 (объединение однородных систем)	
– *Альтернативных* (объединение альтернативных систем)	
– *Антагонистических* (объединение системы и антисистемы)	

Вид преобразования (Разрешение физического противоречия)	**Конкретные преобразования**
*3.1.2. **Изменение свойств**.* Сочетание свойства и анти-свойства (противоположные свойства целого и частей). Вся система наделяется свойством **С**, а ее часть свойством **анти-С**.	
3.1.3. Переход на микроуровень	
3.2.Фазовые переходы	
3.2.1. Замена фазового состояния части системы или внешней среды	
***3.2.2. Двойственное фазовое состояние* одной части системы (переход этой части из одного состояния в другое в зависимости от условий работы).**	
3.2.3. Использование явлений, сопутствующих фазовому переходу	
3.2.4. Замена однофазного вещества двухфазным	
3.3.Физико-химический переход: возникновение - исчезновение вещества за счет разложения-соединения, ионизации-рекомбинации.	

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

Задача 6.39. Газопровод (продолжение)

5.3. Применение типовых преобразований ФП.

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.

Именно такая идея положена в основу конструкции аварийного клапана для трубопроводов, предложена японским инженером Тойоки Куросава (Toyoki Kurosawa) в патенте США 4 072 159. Основная деталь клапана – пластиковое кольцо. 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.

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

Вставка выполнена из материала, обладающего обратимым эффектом памяти формы (ЭПФ). Эта вставка при высокой температуре будет «вспоминать» форму

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

с отсутствием отверстий, а при нормальных условиях с отверстием, равным внутреннему диаметру трубопровода.

Взрыв транспортируемого газа сам запирает трубопровод (патент Англии № 1 360 331). В трубчатом корпусе помещен цилиндр, в обычном режиме закрепленный в корпусе гибкой проволокой, и газ проходит между стенками корпуса и цилиндра. При взрыве цилиндр распрессовывается на конусообразный кольцевой выступ стенки и наглухо закрывает путь газу.

Системный переход. Вся система наделяется одним свойством, а ее часть противоположным – анти-свойством. Отверстие пропускает газ и не пропускает огонь.

Микроуровень. В огнепреградителе на электроды керамической вставки подается высокое напряжение (а.с. 369 913). Электрическое поле надежно задерживает пламя в отверстиях, диаметр которых в три раза больше критического (рис. 6.52).

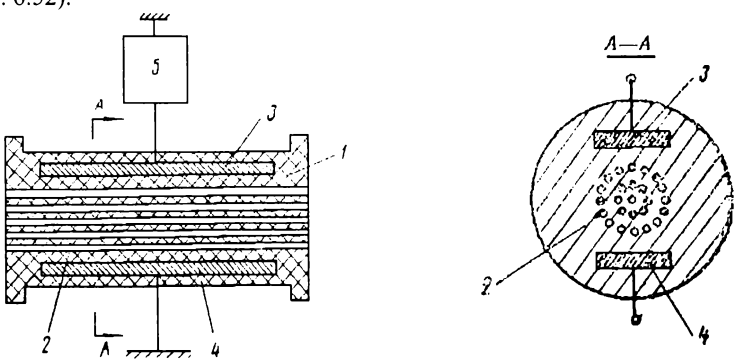


Рис. 6.52. Огнепреградитель в разрезе. А.с. 369 913.

1 – вставка из электроизоляционного материала,
2 – сквозные отверстия,
3 и 4 – электроды,
5 – источник высоковольтного напряжения.

6.14.5. Применение технологических эффектов

Рассмотреть возможность устранения физического противоречия с помощью «Указателей применения технологических эффектов» [35].

Задача 6.39. Газопровод (продолжение)

5.4. Применение технологических эффектов.

5.4.1. Использование указателя физических эффектов.

5.4.2 Использование указателя химических эффектов.

5.4.3. *Использование указателя биологических эффектов.*

5.4.4. Использование указателя геометрических эффектов.

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

6.15. Часть 6. ИЗМЕНЕНИЕ И/ИЛИ ЗАМЕНА ЗАДАЧИ

Цель **шестой части** АРИЗ-85-В – перейти от **структурного решения** (**СР**) или **физического решения** (**ФР**) к **техническому** (**ТР**). Это представлено на рис. 6.53.

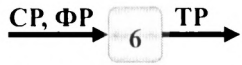


Рис. 6.53. Функция 6 части АРИЗ-85-В

Где:

6 – номер части АРИЗ-85-В;
СР – структурное решение;
ФР – физическое решение;
ТР – техническое решение.

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

Простые задачи, чаще всего, решаются разделением противоположных свойств физического противоречия в пространстве, во времени и т. д. (табл. 6.6).

Решение сложных задач обычно связано с изменением смысла задачи – снятием различных ограничений и психологической инерцией (п. 1.3).

Изобретательские задачи чаще всего возникают из-за неправильной их формулировки. В процессе решения задачи осуществляется ее корректировка.

*Правильно поставленная изобретательская задача – это точная формулировка **глубинного ФП**.*

Шестая часть АРИЗ-85-В уточняет формулировку задачи, если не удалось перейти от структурного и физического решений к техническому.

На схеме (рис. 6.54) показан алгоритм действий, когда решение получено или не получено.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

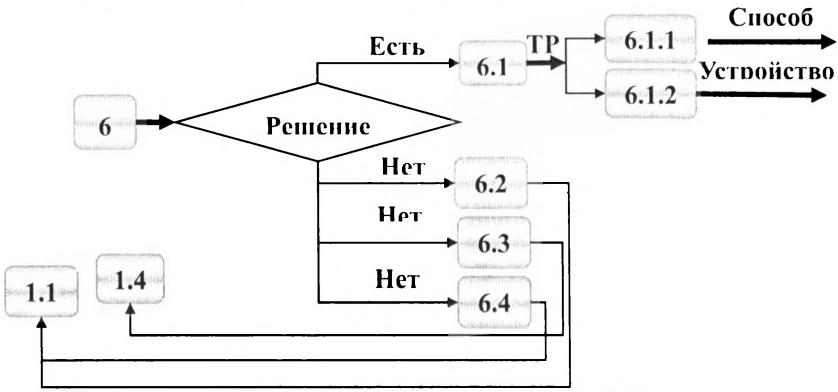


Рис. 6.54. Шестая часть АРИЗ-85-В

Где: 6.1-6.4 – шаги 6 части АРИЗ-85-В; 1.1, 1.4 – шаги 1 части АРИЗ-85-В

Название шагов 6 части АРИЗ-85-В	**Обозначения**
6.1. Переход от ФР к техническому решению. 6.2. Проверка формулировки задачи на сочетание нескольких задач. 6.3. Изменение задачи. 5.4. Переформулирование мини-задачи.	ФР – физическое решение. ТР – техническое решение.

Если решение получено на части 6 (на схеме это обозначено «Есть»), то нужно перейти к **шагу 6.1** и разработать техническое решение (ТР). Сначала разрабатывается **способ** осуществления технического решения (*шаг 6.1.1*). Затем разрабатывается **устройство**, осуществляющего этот способ (*шаг 6.1.2*).

Если решение не получено (на схеме это обозначено «Нет»), то мы должны перейти к **шагам 6.2**, **6.3** и **6.4**.

Шаг 6.2 – возврат к шагу 1.1 первой части АРИЗ-85-В (показано на рис. 6.54 стрелкой обратной связи), где необходимо проверить не является ли формулировка шага 1.1 *сочетанием нескольких разных задач*. В этом случае необходимо на шаге 1.1 *выделить отдельные задачи*, которые решаются поочередно. Часто достаточно решить одну главную задачу.

Задача 6.42. 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.

Если после шага 6.2 нет решения, то на **шаге 6.3** осуществляем переход к шагу 1.4 (показано на рис. 6.54 стрелкой обратной связи), где необходимо сформулировать другое техническое противоречие (ТП).

Задача 6.43. Перекачка нефти

Трубопровод не всегда удается загрузить одним нефтепродуктом. Поэтому использовали последовательную транспортировку по одному трубопроводу разных нефтепродуктов (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 задачи. Например, как точно установить, когда кончается 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? Задача описана по материалам, изложенным в [12, С. 207-209, 270-271].

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.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Возникает физическое противоречие: разделитель должен быть жидким, чтобы 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°С;
- 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°С. Жидкий аммиак достаточно дешев, его, например, применяют в сельском хозяйстве для удобрения почвы.

Если после шага 6.3 нет решения, то на **шаге 6.4** осуществляем переход к шагу 1.1 (показано на рис. 6.54 стрелкой обратной связи), где заново формулируем *мини-задачу*, отнеся ее к *надсистеме*.

Задача 6.44. 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 (хладовещество и оборудование).

В качестве хладовещества 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 вещества [12, С. 110-111].

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

На рис. 6.55 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. 6.55. Газотеплозащитный костюм для горноспасателей.
Изобретение Г. С. Альтшуллета. А.с. 111 144.

Перейдем к рассмотрению задачи о газопроводе.

Задача 6.39. Газопровод (продолжение)
6.1. Решение есть – разработать техническое решение.
Решения получены и описаны выше.
Остальные шаги этой части не нужны.

6.16. Часть 7. АНАЛИЗ СПОСОБА УСТРАНЕНИЯ ФП

6.16.1. 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, чем потом устранять недостатки слабого решения. Схема 8 части показана на рис. 6.56.

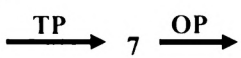


Рис. 6.56. Функция 7 части АРИЗ-85-В

Где:

7 – номер части АРИЗ-85-В;
ТР – техническое решение;
ОР – оценка решения.

Детальная схема последовательности 7-ой части АРИЗ-85-В показана на рис. 6.57. Она следующая:

7.1 – Контроль решения.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

7.2 – Предварительная оценка полученного решения.
7.3 – Проверка формальной новизны.
7.4 – Определение подзадач.

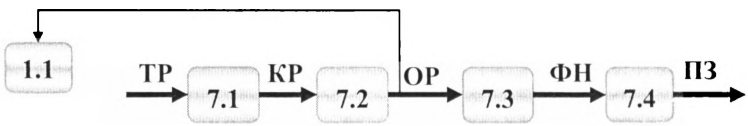


Рис. 6.57. Седьмая часть АРИЗ-85-В

Где 7.1-7.4 – шаги 7 части АРИЗ-85-В; 1.1– шаг 1 части АРИЗ-85-В; 7 части АРИЗ-85-В

Название шагов 5 части АРИЗ-85-В	Обозначения
7.1. Контроль решения.	ТР – техническое решение.
7.2. Предварительная оценка полученного решения.	КР – корректировка решения.
7.3. Проверка формальной новизны.	ОР – оценка решения.
7.4. Определение подзадач.	ФН– формальная новизна.
	ПЗ – подзадачи.

6.16.2. 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 или меняют свою форму при определенной температуре (материалы с эффектом памяти формы). Применение саморегулируемых веществ позволяет менять состояние системы или проводить в ней измерения без дополнительных устройств, т. е. повышается управляемость системы. Саморегулируемые вещества – это одна из групп «умных веществ».

Задача 6.39. Газопровод (продолжение)

7.1. Контроль решения.

Рассмотреть вводимые вещества и поля.

7.1.1. 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. Использовать 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.

7.1.2. 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.

6.16.3. 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 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 «одноцикловой» 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. 6.57.

Задача 6.39. Газопровод (продолжение)

7.2. Провести предварительную оценку полученного решения.

Контрольные вопросы:

7.2.1. Обеспечит ли полученное решение выполнение главного требования ИКР-1 («Элемент сам...»)? – Да!

7.2.2. Какое физическое противоречие устранено (и устранено ли) полученным решением? – Устранено физическое противоречие.

7.2.3. 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).

7.2.4. Годится ли решение, найденное для «одноцикловой» модели задачи, в реальных условиях со многими «циклами»?

Решения с эффектом обратимой памяти формы и с использованием электрического поля – многоцикловые – их можно использовать неоднократно.

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

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Решение удовлетворяет всем контрольным вопросам. Возвращаться к шагу 1.1 не нужно.

6.16.4. 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.

Примечание. Вновь появившиеся изобретательские задачи принято назвать «вторичные задачи».

Задача 6.39. Газопровод (продолжение)

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

Часть приведенных решений уже запатентованы (это учебная задача).

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

Необходимо сделать опытные образцы и провести испытание.

6.17. Часть 8. ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛУЧЕННОГО РЕШЕНИЯ

6.17.1. 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.

Цель восьмой части АРИЗ-85-В – это ***максимальное использование ресурсов найденной идеи***. Таким образом, на этой части мы пытаемся *развить полученную идею*. Схема 8 части показана на рис. 6.58.

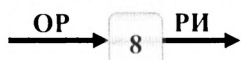


Рис. 6.58. Функция 8 части АРИЗ-85-В

Где:

8 – номер части АРИЗ-85-В;
ОР – оценка решения;
РИ – развитие идеи.

Развитие идеи решения осуществляется 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. 6.59.

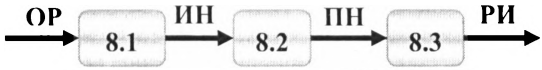


Рис. 6.59. Восьмая часть АРИЗ-85-В

Где 8.1-8.3 – шаги 8 части АРИЗ-85-В

Название шагов 8 части АРИЗ-85-В	Обозначения
8.1. Изменение надсистемы. 8.2. Новое применение системы (надсистемы). 8.3. Использование полученного решения при решении других задач.	ОР – оценка решения. ИН – измененная надсистема. ПН – применение системы по-новому. РИ – развитие идеи.

6.17.2. Согласование полученного решения

На **шаге 8.1** происходит согласование полученного решения с системой, надсистемой и окружающей средой.

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. Часто 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 старого принципа действия и формы в новых изобретениях. Примеры приведены раньше (примеры 1.8-1.10 – рис. 1.4-1.6).

Задача 6.39. Газопровод (продолжение)

8.1. Изменение надсистемы.

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

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

6.17.3. Использование полученной системы по новому назначению

На **шаге 8.2** пытаются выявить как данная система может применяться по-новому.

Всегда желательно получить максимальную выгоду от разработанной системы. Наиболее идеальный способ найти решения, как можно эту систему применять по новому назначению. Это типично ресурсное решение – не нужно тратить средств и времени на разработку новой системы.

Задача 6.39. Газопровод (продолжение)

8.2. Новое применение системы (надсистемы).

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

Задача 6.45. Видео

8.2. Новое применение системы (надсистемы).

Компания моего приятеля выпускала диски со сказками. Сказки можно было слушать и читать текст на пяти различных языках. Эти диски хорошо раскупались, но стоили очень дешево. Приятель спросил меня совет, как можно увеличить прибыль, не создавая новый товар.

После осуществления моей идеи, которая практически не требовала никаких изменений в системе, прибыль увеличилась в 10 раз.

Как вы считаете, что я предложил?

Я сказал, что этот продукт прекрасный учебный материал по изучению сразу пяти языков. Пришлось только написать инструкцию по изучению языка и сделать новую упаковку для «нового» продукта – программы по изучению языков.

Безусловно, такой продукт уже можно было продать совсем по другим ценам.

6.17.4. Использование идеи решения

На **шаге 8.3** пытаются найти пути использования полученной идеи для решения других задач. Это 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 морфологический подход:*
    1. *Классическая морфологическая матрица* (какими другими способами можно выполнить каждую из подсистем и сочетание всех вариантов).
    2. *Изменение среды*, в которой находится система:
        - замена среды;
        - изменение агрегатного состояния.
    3. *Изменение расположения подсистем.*
    4. *Изменение последовательности выполнения процессов.*

5. *Изменения сегмента рынка.*
6. Разнообразные сочетания пп. 1-4, например, *типа* «расположение подсистем или их частей – агрегатные состояния 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 компании изготовителя.

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 решения.

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.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Здесь в случаях 1 и 2 в центре расположен объект, в 3 и 4 – изделие, а в 5 и 6 поле. Так, в схеме 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 (табл. 6.8):

Таблица 6.8. Возможных взаимосвязей объекта (О), инструмента (И) и источника поля (П)

A.	**П → И;**	**B.**	**П ← И;**	**C.**	**П ↔ И;**
D.	**П → О;**	**E.**	**П ← О**	**F.**	**П ↔ О;**
G.	**О → И;**	**H.**	**О ← И;**	**I.**	**О ↔ П;**
J.	**П → И → О;**	**K.**	**П → И ← О;**	**L.**	**П ← И ← О;**
M.	**П ↔ И → О;**	**N.**	**П → И ↔ О;**	**O.**	**П ↔ И ↔ О;**

Тогда общую картину возможных вариантов расположений и взаимодействий можно представить в виде таблицы 6.9. Их число в данном случае составляет 135.

Это число может быть значительно расширено, если **инструмент (И)** и **объект (О)** представить в различных состояниях: *твердом монолитном, гибком, отдельные частицы вплоть до мелкого порошка или микросфер, гель, жидкость, аэрозоль, газ, плазма*, а **поле (П)** в виде: *гравитационного, механического, теплового, электромагнитного, химического и биологического.*

Таблица 6.9. Возможные взаимные расположения и взаимосвязи объекта (О), инструмента (И) и источника поля (П)

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

Для задачи о газопроводе предлагаем читателям проделать все эти построения и преобразования самостоятельно.

6.18. Часть 9. АНАЛИЗ ХОДА РЕШЕНИЯ

Цель **девятой части** – совершенствование навыков пользования АРИЗ. Каждая решенная по АРИЗ задача должна повышать творческий потенциал человека. Но для этого необходимо тщательно проанализировать ход решения. Такая операция проводится путем сопоставления идеального хода решения **ИХР** задачи по всем шагам АРИЗ с реальным ходом решения (**РХР**). Структурная схема представлена на рис. 6.60. Тем самым производится оценка хода решения **ОХР**. Для наглядности такую операцию можно представить в виде условной формулы:

$$\mathbf{ОХР = ИХР - РХР.} \qquad (6.22)$$

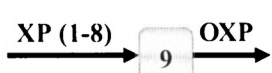


Рис. 6.60. Функция 9 части АРИЗ-85-В

Где:

1-8, 9 – номера частей АРИЗ-85-В;
ХР – ход решения по 1-8 частям АРИЗ-85-В;
ОХР – оценка хода решения.

Детальная схема девятой части АРИЗ-85-В представлена на рис. 6.61.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov



Рис. 6.61. Девятая часть АРИЗ-85-В

Где 9.1-9.2 – шаги 9 части АРИЗ-85-В

Название шагов 9 части АРИЗ-85-В	Обозначения
9.1. Сравнение хода решения задачи с теоретическим. 9.2. Сравнение результата с данными информационного фонда.	ХР – Ход решения задачи. 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 записывают. 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 сравнивании 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 АРИЗ. 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 6.39. Газопровод (продолжение)

9.1. 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.

9.2. 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.

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

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

6.19. Практический АРИЗ

Практический АРИЗ разработан автором. Его цель облегчить решение практических задач. За основу разработки был взят АРИЗ-85-В. В практическом АРИЗ содержатся только части, необходимые для решения задачи. Текст практического АРИЗ приведен в Приложении 1.

Задача 6.46. Испытание обшивки космического корабля

Условие задачи

Для имитации столкновения метеорита с обшивкой космического корабля, выведенного на Солнечную орбиту создали установку (рис. 6.62). В установке шарик диаметром 0,1-5 мм разгоняют до второй космической скорости (11,2 км/с) и он должен ударить по обшивке корабля.

Для разгона шарика используют струю воздуха, создаваемую реактивным двигателем ракеты. В струю, разогнанную до 11,2 км/с, вбрасывают шарик, который должен ударять по обшивке. Однако при встрече шарика со струей, шарик полностью разрушается.

Необходимо добавить, что каждый дополнительный метр этой установки стоит очень больших денег. Как быть?

Ниже приведем разбор задачи по Практическому АРИЗ.

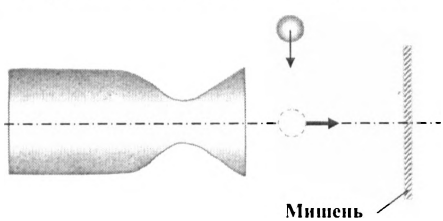


Рис. 6.62. Испытание обшивки космического корабля

Разбор задачи

Первоначально рассмотрим *изобретательскую ситуацию*.

Ситуация: необходимо предотвратить повреждение космического корабля метеоритом.

Возможны следующие пути решения:

1. Космический корабль «уклоняется» от метеоритов (маневрирует).
2. Космический корабль «отталкивает» метеориты.
3. Космический корабль уничтожает метеориты.
4. На космическом корабле создается обшивка, способная выдержать удары метеоритов.

Последнее направление было выбрано для воплощения.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Необходимо было создать установку для испытания материала обшивки космического корабля. Такую установку создали (рис. 6.62) и при испытании обнаружили недостаток – шарик разрушается.

Часть 1. Анализ задачи

1.1. Записать условия мини-задачи (без специальных терминов)

ТС – ***космический корабль.***

Рассматриваемая подсистема – ***обшивка корабля.***

1.1.1. Основная функция системы

Основная функция обшивки – выдержать удар метеорита, т. е. не разрушиться.

В задаче требуется произвести испытание материала обшивки, т. е. доставить шарик с нужной скоростью до поверхности испытуемого материала.

Опишем точную формулировку основной функции.

Основная функция – *струя разгоняет шарик* **(А)**.

1.1.2. Состав системы

Материал обшивки космического корабля (мишень), струя газа, шарик.

1.1.3. Нежелательный эффект

Струя разбивает шарик **(анти-Б),** и он не долетает до мишени.

1.1.4. Ожидаемый результат

Необходимо при минимальных изменениях в системе сделать, чтобы целый шарик со скоростью 11,2 км/с нанес удар по мишени.

1.2.Формулировка конфликтующей пары

1.2.1. Изделие – *Шарик.*

1.2.2. Инструмент – *Струя воздуха.*

1.2.3. Состояние (действие) инструмента:

1.2.3.1. Состояние 1. *Сильная струя.*

1.2.3.2. Состояние 2. *Слабая струя.*

1.3.Формулировка ТП

1.3.1. $ТП_1$ *(Сильная струя.)*

1.3.1.1. Словесная формулировка $ТП_1$ (**«А – анти-Б»**).

Сильная струя разгоняет (**«А»**) *шарик до нужной скорости, но разбивает* (**«анти-Б»**) *его.*

1.3.1.2. Графическое представление $ТП_1$.



1.3.1.3. Проверить соответствие графической формулировки словесной.

Имеется полное соответствие.

1.3.2. $ТП_2$ *(Слабая струя)*

1.3.2.1. Словесная формулировка $ТП_2$ (**«Б – анти-А»**).

Слабая струя не разбивает (**«Б»**) *шарик, но не разгоняет* (**«анти-А»**) *шарик до нужной скорости.*

1.3.2.2. Графическое представление $ТП_2$.



1.3.2.3.Проверить соответствие графической формулировки словесной

Имеется полное соответствие.

1.3.3. Проверка правильности выполнения шагов 1.3.1 - 1.3.2

Шаги 1.3.1-1.3.2 выполнены правильно.

1.4.Выбор конфликтующей пары

1.4.1. Основная функция системы

Разгон шарика до скорости 11,2 км/с **(А)**.

1.4.2. Выбрать вид ТП

$ТП_1$ осуществляет выполнение основной функции.

1.4.3. Выбранное состояние инструмента

Состояние 1. ***Сильная струя*** обеспечивает разгон шарика до скорости 11,2 км/с.

1.5.Усиление конфликта, указав предельное состояние (действие) элементов.

Шарик необходимо разогнать до третьей космической скорости (16,67 км/сек), до скорости света (300 000 км/сек).

1.6.Формулировка модели задачи

1.6.1. Конфликтующая пара, учитывая шаг 1.5

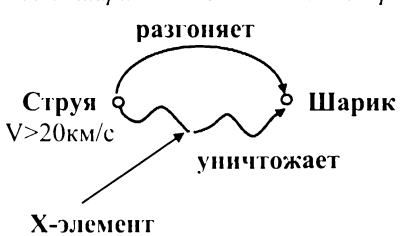
Шарик и очень сильная струя.

1.6.2. Усиленная формулировка технического противоречия, учитывая шаг 1.5

Очень сильная струя разгоняет («А») шарик до очень большой скорости, но уничтожает («анти-Б») его.

1.6.3. Функции Х-элемента

Икс-элемент не позволяет шарику разрушиться, и не мешает очень сильной струе разгонять шарик до очень большой скорости.



Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

1.7. Применение вепольного анализа

Построим вепольную модель и осуществим вепольные преобразования, используя стандарты на решение изобретательских задач.

Представим систему в вепольной форме. B_1 – шарик, $П_1$ – струя.

Струя ($П_1$) воздействует на шарик хорошо (разгоняет) – прямая стрелка.

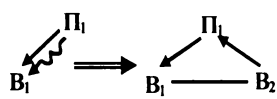
Струя ($П_1$) воздействует на шарик плохо (разрушает) – волнистая стрелка.



Это не полный веполь с вредными связями. Имеется несколько путей разрешения этого противоречия.

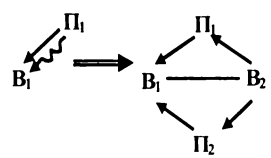
Отметим, что в общем случае икс-элемент может быть представлен как веществом (В), так и полем (П).

1. Достроить веполь т. е. ввести еще один элемент (вещество 2 – B_2), который не допускает разрушение вещества B_1 (шарика). Это решение соответствует стандарту 1.1.1.



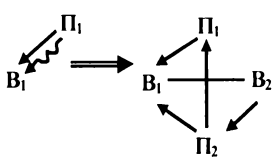
(6.23)

2. Можно ввести B_2, которое будет создавать другое поле $П_2$, не допускающее вредное воздействие $П_1$. Это решение соответствует стандарту 2.1.2.



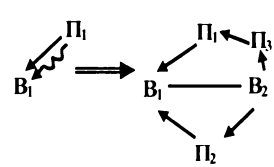
(6.24)

3. Схема (6.24) может быть представлена и в другом виде. Вещество B_2 создает поле $П_2$, которое воздействует как на вещество B_1 так и на поле $П_1$.



(6.25)

4. Или веполь может быть представлен другой схемой, где B_2 создает сразу два $П_2$ и $П_3$. Каждое из них воздействует на свой элемент. $П_2$ – на B_1, а $П_3$ – на $П_1$.



(6.26)

Часть 2. Анализ ресурсов

2.1.Определение ОЗ

Пространство вокруг шарика. Это зона, где происходит конфликт (рис. 6.63).

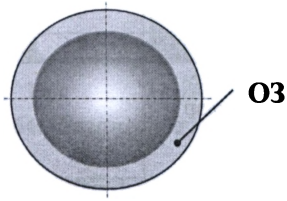


Рис. 6.63. Оперативная зона

2.2.Определение ОВ

T_1 – время конфликта *– время соприкосновения шарика со струей.*

T_2 – время до конфликта *– время до соприкосновения шарика со струей.*

2.3.Определение вещественно-полевых ресурсов (ВПР) рассматриваемой системы, внешней среды и изделия

2.3.1. Составить список ВПР, заполнив таблицу (табл. 6.10).

Таблица 6.10. ВПР

ВПР	Вещество	Поле
1. Система (внутренние ресурсы)		
1.1. Инструмент – *струя*	Газ	Поток (движение газа)
1.2. Изделие – *шарик*	Сталь	Гравитационное поле
2. Внешняя среда (ВС)		
2.1. Среда		
2.1.1. ВС инструмента – *струи*	Газ	Движение воздуха (присоединенные массы)
2.1.2. ВС изделия – *шарика*	Газ	Движение потока газа
2.1.3. Совместная ВС инструмента и изделия – *струи* и *шарика*	Газ, сталь	Удар
2.2. Общие ресурсы ВС	Воздух	Гравитационное, магнитное поле Земли
3. Надсистема – *двигатель*	Металл	Поток газа
3.1. Окружающая среда	Воздух	Присоединенные массы потока воздуха
4. Отходы. Продукты сгорания реактивно двигателя	Газ	Температура, движение воздуха
5. Дешевые ресурсы. Продукты сгорания реактивно двигателя	Газ	Температура, движение воздуха
6. Другие виды ресурсов		
6.1. Пространственные. Пространство вокруг шарика	Газ, сталь	Поток (движение газа)

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

ВПР	Вещество	Поле
6.2. Временные. Время до соприкосновения струи и шарика		
6.3. Функциональные. Столкновение		
6.4. Информационные		
6.5. Системные. При столкновении шарика со струей он разрушается. Удар по силе равен удару взрывной волны.		

2.3.2. Определение оперативных параметров – внутрисистемные ВПР. Поток газа, удар, сталь.

Часть 3. Определение ОП

3.1. Формулировка ИКР

ИКР: А, Б

Икс-элемент, абсолютно не усложняя систему и не вызывая вредных явлений, ***не допускает разрушение*** (**«Б»**) *шарика в течение ОВ в пределах ОЗ, не мешая очень сильной струе* ***разгонять*** (**«А»**) *шарик.*

3.2. Усиление формулировки ИКР – использование ВПР

3.2.1. **Инструмент**. *Струя сама, не вызывая вредных явлений,* ***не допускает разрушение*** *шарика во время соприкосновения шарика с очень сильной струей вокруг шарика,* ***разгоняя*** *его.*

3.2.2. **Изделие.** *Шарик или его вещество, САМ* ***не допускает*** *своего* ***разрушения****, позволяя очень сильной струе* ***разогнать*** *его.*

3.2.3. **Функция.** *Испытание материала* осуществляется *без шарика.*

3.2.4. **Нет необходимости в выполнении функции.** *Нет необходимости в испытании материала космического корабля.*

3.3. Формулировка физического противоречия (ФП) - на макроуровне

ФП: С→А, анти-С→Б

3.3.1. Формулировка физического противоречия **для икс-элемента**

Икс-элемент не должен пропускать (свойство – **«С»**) *очень сильную струю к шарику, чтобы не уничтожить* (**«Б»**) *его, и должен пропускать* (антисвойство – **«анти-С»**) *очень сильную струю к шарику, чтобы он смог перемещаться* (**«А»**) *с очень большой скоростью.*

3.3.2. Формулировка физического противоречия **для инструмента**

Очень сильная струя около шарика во время столкновения с шариком должна не соприкасаться с шариком, чтобы не разрушать его, и должна соприкасаться с шариком, чтобы разогнать его.

3.3.3. Формулировка физического противоречия **для изделия**

Шарик или его вещество не должен допускать очень сильную струю к себе, чтобы не разрушаться, и должен допускать очень сильную струю к себе, чтобы разогнаться.

Такое конфликтующее действие представляется в виде неравенства:

1 м/с > V ≥ 11,2 км/с

Графически это неравенство на рис. 6.64.

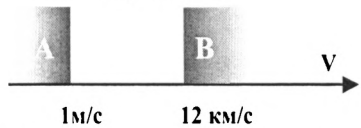


Рис. 6.64. Физическое противоречие

Таким образом, параметр (скорость «**V**») должен одновременно находиться в двух противоположных зонах «**А**» и «**В**». Такое понимание характерно для физического противоречия.

3.4. Формулировка углубленного физического противоречия ($ФП_1$)

$ФП_1$: $C \rightarrow C_1$, анти-$C \rightarrow$ анти-C_1

Икс-элемент должен воздействовать (свойство – «**C_1**») *на очень сильную струю, чтобы не пропускать* (свойство – «**C**») *ее, и не должен воздействовать* (антисвойство «**анти-C_1**») *на очень сильную струю, чтобы пропускать* (антисвойство – «**анти-C**») *ее.*

3.5. Формулировка углубленного физического противоречия ($ФП_2$)

$ФП_2$: $C_1 \rightarrow C_2$, анти-$C_1 \rightarrow$ анти-C_2

Икс-элемент должен создавать силу (свойство – «**C_2**»), *чтобы воздействовать* (свойство – «**C_1**») *на очень сильную струю, и не должен создавать силу* (антисвойство – «**анти-C_2**»), *чтобы не воздействовать* (антисвойство – «**анти-C_1**») *на очень сильную струю.*

Часть 4. Получение решения

4.1. Использование типовых преобразований

Разрешение противоречивых свойств:

4.1.1. В пространстве.

Икс-элемент в ОЗ должен воздействовать на струю (рис. 6.65), чтобы не допустить разрушение шарика.

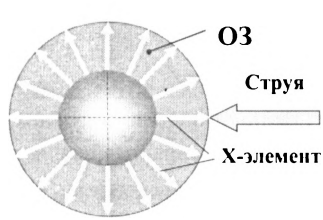


Рис. 6.65. Разделение противоречивых свойств в пространстве

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Икс-элемент в ОЗ должен воздействовать на шарик (рис. 6.66), чтобы укреплять шарик.

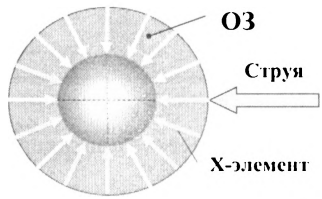


Рис. 6.66. Разделение противоречивых свойств в пространстве

Икс-элемент в ОЗ должен воздействовать на струю и шарик одновременно (рис. 6.67).

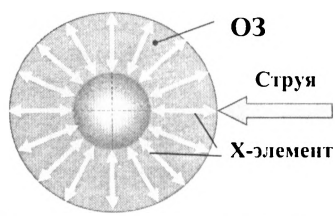


Рис. 6.67. Разделение противоречивых свойств в пространстве

4.1.2. Во времени

Икс-элемент в ОЗ должен воздействовать на струю и на шарик во время соприкосновения шарика со струей.

4.1.3. В структуре

Структура икс-элемента в ОЗ должна изменяться во время соприкосновения шарика со струей, так, чтобы икс-элемент создавал силу, которая воздействует на струю и шарик.

4.1.3.1. Системные переходы

4.1.3.1.1. Изменение свойств

Сочетание свойства и антисвойства (противоположные свойства целого и частей).

Сила, создаваемая икс-элементом должна одновременно воздействовать в противоположных направлениях:

- на струю, чтобы предохранить шарик и
- на шарик со всех сторон, чтобы его укрепить.

4.1.3.1.2. Переход на микроуровень. Использование физических или химических эффектов способных создавать такие силы.

4.1.3.2. Фазовые переходы.

Структура икс-элемента в ОЗ может менять свои фазы. Сейчас часть ОЗ шарика в твердом состоянии. Его можно сделать:

- жидким;
- газообразным.

4.2. Использование ресурсов

В качестве ресурсов могут быть использованы:

- ресурсы пространства – оперативная зона - пространство вокруг шарика;
- ресурсы времени – в момент соприкосновения и до соприкосновения шарика со струей;
- полевые ресурсы – удар струи по шарику.

4.3. Использование системы стандартов

Описано раньше (шаг 1.7).

4.4. Использование задач-аналогов

В какой области нужно выдерживать сильные удары (взрывы). Это или штамповка взрывом, бомбоубежище или броня танков.

Штамповка не подходит, так как в ней металл не противостоит, а изменяется. Бомбоубежище – это многометровый бетон, а у нас маленькие шарики. Эта аналогия тоже не подходит. Точное попадание фугасного снаряда в броню, разрушает ее. Может быть можно воспользоваться аналогией активной брони.

4.5.Применение технологических эффектов

Ниже приведем часть таблиц применения физических и химических эффектов.

4.5.1. Использование указателя физических эффектов

Требуемое действие, свойство, функция	**Физическое явление, эффект, фактор, способ**
12. Силовое воздействие. Регулирование сил. Создание больших давлений	Силы инерции. Гравитация. Тепловое расширение. Фазовые переходы. Центробежные силы. Гидростатика и гидродинамика. Применение взрывчатых веществ. Электрогидравлический эффект. Осмос. Воздействие электрических и магнитных полей. Пьезоэффект и магнитострикция.

4.5.2. Использование указателя химических эффектов.

Требуемое действие, свойство, функция	**Химический эффект, явление, типы реакций, вещества**
12. Силовое воздействие. Регулирование сил. Создание больших давлений	Взрыв. Разложение газогидратов, гидридов. Разбухание металлов при поглощении водорода. Реакции с выделением газа. Реакции полимеризации.

Среди эффектов наилучшим образом под определенные нами свойства подходит: применение взрывчатых веществ (ВВ) и взрыв.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Соответственно нужно выбрать ВВ, срабатывающее от удара – это бризантное ВВ, например, гексанотробензол или триаминотринитробензол. У гексанотробензола скорость детонации 9,5 км/с, а у триаминотринитробензола – 7,99 км/с.

4.6.Использование приемов

4.6.1. Использование 40 основных приемов и таблицы их применения

4.6.1.1. Использование 10 дополнительных приемов

4.6.2. Использование приемов-анти-приемов

4.7. Шаг назад от ИКР

4.2.1. ИКР: Струя разгоняет шарик, но не разрушает его

4.2.2. Шаг назад от ИКР: Имеется минимальное пространство между струей газа и шариком – оперативная зона на микроуровне

4.2.3. Что необходимо сделать, чтобы от «Шага назад от ИКР» перейти к ИКР: В оперативной озоне (пространстве вокруг шарика на микроуровне) должны возникнуть силы, соответствующие рис. 6.67

4.8. Применение ММЧ

На рис. 6.68 показано, как человечки противостоят струе газа, на рис. 6.69 человечки укрепляют шарик, а на рис. 6.70 человечки одновременно противостоят струе газа и укрепляют шарик.

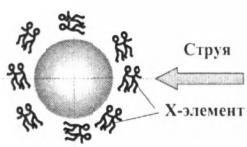


Рис. 6.68. ММЧ

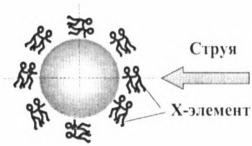


Рис. 6.69. ММЧ

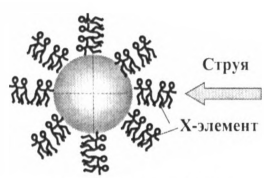


Рис. 6.70. ММЧ

Решение

Шарик обмазывают ВВ. Когда он соприкасается с потоком газа, ВВ взрывается. Взрывная волна одновременно уплотняет шарик и препятствует проникновению струи к шарику.

6.20. Самостоятельная работа

6.20.1. Вопросы для самопроверки

1. Что такое изобретательская ситуация?
2. Что такое изобретательская задача?
3. Что такое противоречие? Дайте определение.
4. Опишите виды противоречий в ТРИЗ.
5. Что такое административное противоречие? Дайте определение.
6. Что такое техническое противоречие? Дайте определение.

7. Что такое физическое противоречие? Дайте определение.
8. Опишите способы разрешения физического противоречия. Приведите примеры.
9. Опишите цепочку противоречий, используемых в АРИЗ. Приведите примеры.
10. Что такое идеальный конечный результат (ИКР)? Приведите примеры.
11. Опишите свойства ИКР. Приведите примеры на каждое из свойств и на все свойства в целом.
12. Что такое логика АРИЗ? Опишите логику АРИЗ. Приведите примеры.
13. Что такое модель задачи в АРИЗ?
14. Что такое конфликтующая пара в АРИЗ?
15. Что такое изделие в АРИЗ?
16. Что такое инструмент в АРИЗ?
17. Что такое оперативные параметры?
18. Что такое оперативная зона?
19. Что такое оперативное время?
20. Что такое вещественно-полевые ресурс?
21. Опишите структуру АРИЗ85-В.
22. Опишите функцию и структуру 1 части АРИЗ85-В.
23. Опишите функцию и структуру 2 части АРИЗ85-В.
24. Опишите функцию и структуру 3 части АРИЗ85-В.
25. Опишите функцию и структуру 4 части АРИЗ85-В.
26. Опишите функцию и структуру 5 части АРИЗ85-В.
27. Опишите функцию и структуру 6 части АРИЗ85-В.
28. Опишите функцию и структуру 7 части АРИЗ85-В.
29. Опишите функцию и структуру 8 части АРИЗ85-В.
30. Опишите функцию и структуру 9 части АРИЗ85-В.
31. Опишите отличия практического АРИЗ от АРИЗ-86-В.

6.20.2. Темы докладов и рефератов

1. Примеры противоречий в информационных технологиях и способов их разрешения.
2. Использование логики АРИЗ при решении задач информационных технологий.
3. История развития АРИЗ.
4. Решение новых задач по практическому АРИЗ, например, из области информационных технологий.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

6.20.3. Выполните задания

1. Приведите примеры разрешения физического противоречия.

1.1. В пространстве.

1.2. Во времени.

1.3. В структуре.

1.4. По условию.

2. Решите задачи, используя логику АРИЗ.

2.1. Задача 6.47. Работа программы.

Условие задачи

Как ускорить работу алгоритма?

2.2. Задача 6.48. Радиолокационная станция.

Условие задачи

Имеется мощная радиолокационная станция (РЛС) с довольно массивной антенной большой площади. Антенна закреплена на валу, но поворачивается на нем очень редко и потому не имеет привода, а разворачивается вручную. После разворота антенна на валу крепится с помощью фиксирующего устройства и болтового соединения. Усилия для удержания массивной антенны на валу нужны значительные и поэтому приходится болты затягивать достаточно сильно, но из-за сильной затяжки вал деформируется и повернуть его в следующий раз становится практически невозможным.

Как быть?

2.3. Задача 6.49. Лавина в горах.

Условие задачи

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?

2.4. Задача 6.50. Интегральная микросхема.

Условие задачи

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

3. Разбор задач по АРИЗ-85-В.

3.1. 5.12-5.13.

3.2. 6.12 -6.14, 6.37-6.38.

4. Решите задачи по Практическому АРИЗ.

4.1. Задача 6.51. Запайка ампул.

Условия задачи

На фармацевтическом заводе возникла задача по запайке ампул с лекарством.

Ампулы с лекарством устанавливают в кассету. В кассете содержится 25 ампул. Кассету подают к коллективной горелке. Напротив, каждого язычка пламени оказывается ампула. Язычки пламени в горелке точно отрегулировать невозможно, поэтому они не одинаковы. Одни язычки пламени больши*е* (рис. 6.71 а), другие – средние (рис. 6.71 б), а третьи – маленькие (рис. 6.71 в).

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

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

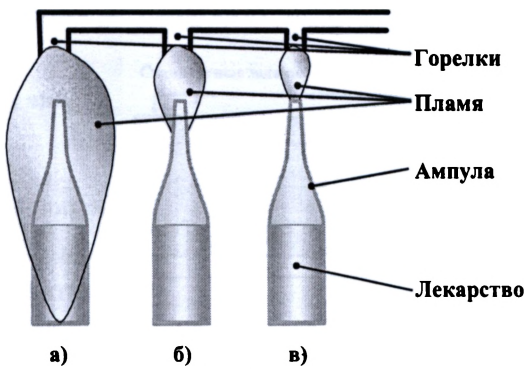


Рис. 6.71. Запаивание ампул

4.2. Задача 6.52. Растяжение арматуры.

Условия задачи

Для изготовления, напряженного (сжатого) железобетона арматуру растягивают, закрепляют в форме и заливают бетоном (рис. 6.72). После того как бетон «схватился» (застыл), концы арматуры освобождают. Арматура укорачивается и сжимает (напрягает) бетон.

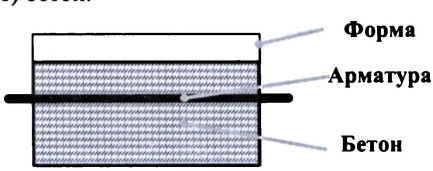


Рис. 6.72. Растяжение арматуры

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

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

ней создавались нагревом на 350-400°С. 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°С. Но нагрев выше 400°С приводит к потере высокопрочных механических свойств арматуры (она теряет упругость - не сжимается– не возвращается в исходное состояние, и становится менее прочной). Даже кратковременный (импульсный) нагрев недопустим. Применять проволоку из жаропрочной стали слишком дорого. Как быть?

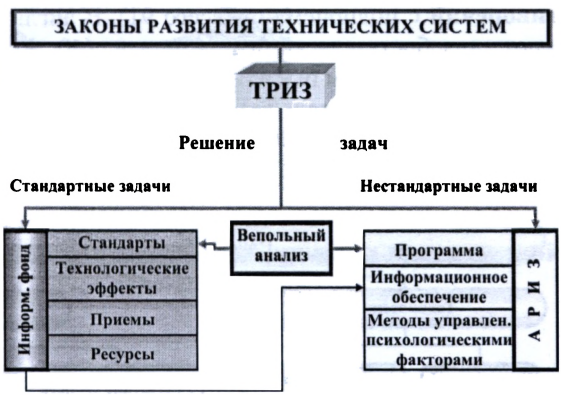
Глава 7. ИНФОРМАЦИОННЫЙ ФОНД ТРИЗ

Введение

1. Традиционная технология решения задач
2. Обзор ТРИЗ
3. Системный подход
4. Законы развития систем
5. Вепольный анализ
6. АРИЗ
7. Информационный фонд
8. Методы развития личности и коллектива
9. Заключение

С самого начала разработки ТРИЗ была необходимость иметь мощный ***информационный фонд…***

Г. С. Альтшуллер[24]



Содержание раздела 7:

7.1. Приемы разрешения противоречий
7.2. Технологические эффекты
7.3. Ресурсы
7.4. Применение системы по новому назначению
7.5. Стандарты на решение изобретательских задач

[24] **Альтшуллер Г. С. Найти идею.** Введение в теорию решения изобретательских задач. – Новосибирск: Наука, 1986, С. 106.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

7.1. Приемы разрешения противоречий

7.1.1. Система приемов

Система приемов предназначена для разрешения ***технических*** и ***физических*** **противоречий.** На рис. 7.1 показаны эти две группы приемов.

Технические противоречия разрешаются с помощью **основных** и **дополнительных приемов**. Данную группу приемов разработал Г. С. Альтшуллер. Он создал **40 основных приемов разрешения технических противоречий** с подприемами (всего 91). В английской литературе их называют «изобретательские принципы» (40 Inventive Principles). Позже Г. С. Альтшуллером были разработаны **дополнительные 10 приемов**.

Физические противоречия разрешаются с помощью **приемов – антиприемов, приемов, разбитых на определенные группы (групповые)** и **способов разрешения противоречивых свойств**.

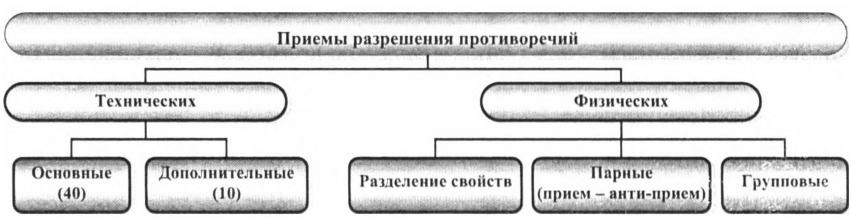


Рис. 7.1. Схема приемов разрешения противоречий

7.1.2. Приемы устранения технических противоречий

Список основных и дополнительных приемов приведен ниже, а полное описание этих приемов можно посмотреть в Интернете.

Приведем примеры на некоторые приемы.

Задача 7.1. Футбольный стадион

Условия задачи

Футбольное поле покрыто травяным покровом, который требует тщательного ухода, доступа солнца и свежего воздуха. В плохих погодных условиях игрокам и болельщикам комфортнее быть в закрытом стадионе. Как быть?

Разбор задачи

Имеется техническое противоречие между состоянием травяного покрова и комфортностью игроков и болельщиков. Это противоречие разрешается использованием приема **2. Принцип вынесения**.

Решение

На крытом футбольном стадионе в немецком городе Гельзенкирхене (Gelsenkirchen) сделано выдвижное футбольное поле.

Поле расположено на бетонной «тележке» массой 11 тысяч тонн с песчаной подстилкой и травяным покровом. После игры поле выдвигается гидравлическим механизмом из-под крыши, чтобы трава могла отдохнуть под солнцем, ветром и дождем. Пока трава «выгуливается», стадион превращается в гигантский многоцелевой зал. Стадион имеет высоту 50 метров и вмещает 52 тысячи зрителей.



Рис. 7.2. Выдвижное футбольное поле на стадионе в немецком городе Гельзенкирхене[25]

Список 40 основных приемов устранения технических противоречий
[31, С. 285-292]

1. Принцип дробления
2. Принцип вынесения
3. Принцип местного качества
4. Принцип асимметрии
5. Принцип объединения
6. Принцип универсальности
7. Принцип «матрешки»
8. Принцип антивеса
9. Принцип предварительного антидействия
10. Принцип предварительного исполнения
11. Принцип «заранее подложенной подушки»
12. Принцип эквипотенциальности
13. Принцип «наоборот»
14. Принцип сфероидальности
15. Принцип динамичности
16. Принцип частичного или избыточного решения
17. Принцип перехода в другое измерение
18. Использование механических колебаний
19. Принцип периодического действия
20. Принцип непрерывности полезного действия
21. Принцип проскока
22. Принцип «обратить вред в пользу»

[25] http://www.fotbalovestadiony.cz/veltins-arena-svatostanek-fanousku-schalke-04

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

23. Принцип обратной связи
24. Принцип «посредника»
25. Принцип самообслуживания
26. Принцип копирования
27. Дешевая недолговечность взамен дорогой долговечности
28. Замена механической системы
29. Использование пневмо- и гидроконструкций
30. Использование гибких оболочек и тонких пленок
31. Применение пористых материалов
32. Принцип изменения окраски
33. Принцип однородности
34. Принцип отброса и регенерации частей
35. Изменение агрегатного состояния объекта
36. Применение фазовых переходов
37. Применение теплового расширения
38. Применение сильных окислителей
39. Применение инертной среды
40. Применение композиционных материалов

Дополнительный список приемов [10]

41. Использование пауз
42. Принцип многоступенчатого действия
43. Применение пены
44. Применение вставных частей
45. БИ-принцип
46. Применение взрывчатых веществ и порохов
47. Сборка на (в) воде
48. «Мешок с вакуумом»
49. Диссоциация-ассоциация
50. Принцип самоорганизации

Задача 7.2. Алгоритм архивирования

Условия задачи

Архивирование и разархивирование занимает много времени. Как убыстрить этот процесс?

Разбор задачи

Пользователя больше всего раздражает время распаковки и почти не волнует время упаковки. Решение использованием приема **4. Принцип асимметрии**.

Решение

Надо иметь быструю распаковку и неважно какую упаковку. Упаковка может располагать большим временем работы и большими ресурсами, типа памяти. Зато коэффициент сжатия должен быть максимальным.

Наибольшей асимметричностью обладают алгоритмы семейства LZ.

Задача 7.3. Туман в аэропорту

Условия задачи

Туман создает проблемы для аэропортов, вызывая задержки рейсов, в связи с безопасностью взлетов и посадок и т. д.

Разбор задачи

Используем прием **22. Принцип «обратить вред в пользу».**

Решение

Было предложено бороться с туманом, распыляя искусственный туман, насыщаемым заряженными частицами аэрозоля. Капли естественного тумана соединяются с искусственными, образуя дождь.

Подобным же образом огнем гасят огонь. Когда случаются лесные пожары, то создают встречный огонь. Когда два пожара соединяются, то они гасят друг друга.

Пример 7.1. Место взрыва

Оплетение заранее места взрыва гибкой сетью делает его безопасным для окружающих. Сеть быстро крепится к земле специальными анкерами. В данном решении использован прием **11. Принцип «заранее подложенной подушки».**

Практически все аварийные средства выполняются по приему **11. Принцип «заранее подложенной подушки»**.

Пример 7.2. Складной самолет

В патенте США 5 645 250 описывается самолет с телескопическими крыльями (рис. 7.3). В данном решении использован прием **7. Принцип «матрешки».**

В этом патенте предложено использовать это свойство в полете для изменение геометрии крыла. Самолет имеет возможность заменять шасси на понтоны или лыжи во время полета и садиться на твердый грунт, воду или снег. Кроме того, может меняться расположение винтов. Все это позволяет сделать самолет более безопасным. Это соответствует приему **6. Принцип универсальности**.

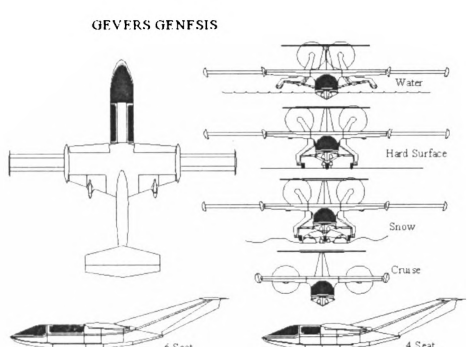


Рис. 7.3. Многоцелевой самолет по патенту США 5 645 250

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Пример 7.3. Прозрачная лодка

Когда люди катаются на лодке, то им трудно наблюдать, что происходит под водой.

Создали прозрачную лодку, в которой легко видеть, что творится подводой прямо под их ногами. В решении использован прием **32. Принцип изменения окраски**.

7.1.3. Приемы устранения физических противоречий

Физические противоречия разрешаются с помощью:

- *парных приемов (приемов-антиприемов)*;
- *приемов, разбитых на определенные группы (групповых приемов)*;
- *способов разделения противоречивых свойств.*

Парные приемы состоят из ***приема*** и ***антиприема***, которые позволяют разделить противоречивые свойства, тем самым разрешая **физические противоречия**, так как при этом рассматривают два противоположных действия, состояния, свойства.

Список парных приемов (прием – антиприем)

1. Принцип объединения – разъединения.
2. Принцип симметрии – асимметрии.
3. Принцип однородности – неоднородности.
4. Принцип увеличения – уменьшения.
5. Принцип предварительного действия – антидействия.
6. Принцип динамики - статики (подвижности – неподвижности).
7. Принцип прерывности – непрерывности.
8. Принцип частичного – избыточного действия.
9. Принцип непосредственного – косвенного действия.
10. Принцип массовости – уникальности.
11. Принцип отброса – регенерации частей.
12. Принцип прямого – обратного действия.

Приемы разрешения технических противоречий были разбиты на определенные **группы** (их названия приведены ниже). Мы условно эти приемы назвали **групповые приемы**.

Список групп приемов

1. Приемы разрешения противоположных свойств в пространстве.
2. Приемы разделения противоречивых требований во времени.
3. Приемы удовлетворения противоречивых требований изменением физико-химических параметров системы.
4. Приемы разрешения противоположных свойств за счет перехода в надсистему.
5. Приемы разрешения противоположных свойств за счет перехода в подсистему.

6. Приемы разрешения противоположных свойств за счет перехода к НЕ-системе (отказ от системы).
7. Приемы разрешения противоположных свойств за счет перехода к антисистеме.

Способы разделения противоречивых свойств

1. Разделение противоречивых свойств в пространстве.
2. Разделение противоречивых свойств во времени.
3. Системный переход 1а: объединение однородных или не однородных систем в надсистему.
4. Системный переход 1б: от системы к антисистеме или сочетанию системы с антисистемой.
5. Системный переход 1в: вся система наделяется свойством С, а ее части свойством анти-С.
6. Системный переход 2: переход к системе, работающей на микроуровне.
7. Фазовый переход 1: замена фазового состояния части системы или внешней среды.
8. Фазовый переход 2: «двойственное» фазовое состояние одной части системы (переход этой части из одного состояния в другое в зависимости от условий работы).
9. Фазовый переход 3: использование явлений, сопутствующих фазовому переходу.
10. Фазовый переход 4: замена однофазового вещества двухфазовым.
11. Физико-химический переход: возникновение – исчезновение вещества за счет разложения – соединения, ионизации – рекомбинации.

Приведем примеры только на некоторые парные приемы.

Пример 7.4. Напильник

Японский изобретатель Хабаро Такэси предложил делать напильник из набора плоских элементов типа ножовочных полотен. Такой напильник можно легко разобрать, при этом он очищается от опилок, после сборки он снова готов к работе. При этом разрешается физическое противоречие – зубья напильника должны находится **БЛИЗКО** друг от друга, чтобы можно было им работать, и должны находится **ДАЛЕКО** друг от друга, чтобы не забиваться опилками.

Напильник сначала раздробили на отдельные полотна (принцип дробления) потом объединили (принцип объединения).

В решении использован прием-антиприем «**Принцип дробления – объединения**».

Пример 7.5. Алгоритм быстрый сортировки

Алгоритм быстрой сортировки (quicksort) является самым быстрым алгоритмом сортировки общего назначения.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Однако, когда данные доступны только последовательно (например, в связанном списке), алгоритм быстрой сортировки плохо осуществляет выбор центра.

Предложено использовать алгоритм вида слияния, который оптимизирован для того, чтобы сортировать связанный список.

Основная идея вида слияния, следующие (рис. 7.4):

1. Разделение несортированного списка на два подсписка приблизительно половины размера. Разделение может быть продолжено. На рис. 7.4 имеется «Разбиение 1» и «Разбиение 2».

2. Сортировка каждого из двух подсписков.

3. Слияние (объединение) двух отсортированных подсписков в один упорядоченный список. Число объединений равно числу разделений. На рис.7.4 показано «Объединение 1» и «Объединение 2». Использован прием-антиприем «**Принцип дробления – объединения**».

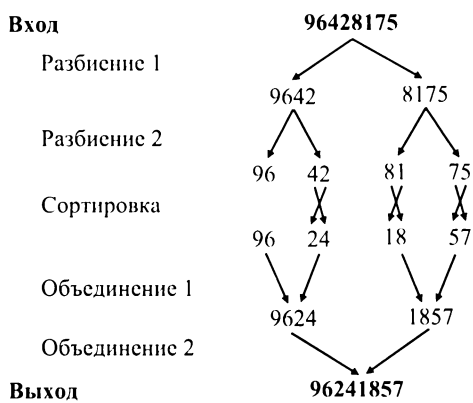


Рис. 7.4. Алгоритм быстрой сортировки

Пример 7.6. Французское вино J. P. Chenet

Однажды французскому королю Людовику XIV подали к обеду бутылку красного вина от винодела Шене. Вино было превосходно, а вот бутылка кривовата. Людовик рассердился и велел доставить винодела Шене в Лувр.

– Что такое, господин Шене? – спросил Людовик, ткнув пальцем в кривую бутылку.

– Она склоняется перед блеском Вашего Величества, тут же нашелся хитрый винодел.

Людовик оценил находчивость придворного и щедро наградил его. С тех пор все вина Шене разливают в такие бутылки (рис. 7.5).

Сама бутылка симметричная, а горлышко – не симметричное.

Использован прием-антиприем «**Принцип симметрии – асимметрии**».



Рис. 7.5. Французское вино Шене

7.1.4. Использование таблицы приемов устранения технических противоречий

Статистический анализ технических задач позволил выявить типичные технические противоречия и приемы их устранения. В результате анализа более 40 тыс. изобретений Г. С. Альтшуллер выявил 40 основных (наиболее сильных) приемов, отобрал 39 универсальных параметров системы, которые можно изменять и составил таблицу их применения. В английской литературе эту таблицу называют «Матрица Альтшуллера» (Altshuller's Matrix или Altshuller's Contradiction Matrix), а универсальные параметры «Универсальные параметры Альтшуллера» (Altshuller's Papametrs). Фрагмент таблицы приведен на рис. 7.6.



Рис. 7.6. Фрагмент таблицы приемов устранения технических противоречий

В таблице [11] по вертикали и горизонтали расположены универсальные параметры, а на их пересечении указаны номера приемов.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Опишем универсальные параметры:

1. Вес подвижного объекта
2. Вес неподвижного объекта
3. Длина подвижного объекта
4. Длина неподвижного объекта
5. Площадь подвижного объекта
6. Площадь неподвижного объекта
7. Объем подвижного объекта
8. Объем неподвижного объекта
9. Скорость
10. Сила
11. Напряжение, давление
12. Форма
13. Устойчивость состава объекта
14. Прочность
15. Продолжительность действия подвижного объекта
16. Продолжительность действия неподвижного объекта
17. Температура
18. Освещенность
19. Энергия, расходуемая подвижным объектом
20. Энергия, расходуемая неподвижным объектом
21. Мощность
22. Потери энергии
23. Потери вещества
24. Потери информации
25. Потери времени
26. Количество вещества
27. Надежность
28. Точность измерения
29. Точность изготовления
30. Вредные факторы, действующие на объект извне
31. Вредные факторы, генерируемые самим объектом
32. Удобство изготовления
33. Удобство эксплуатации
34. Удобство ремонта
35. Адаптация, универсальность
36. Сложность устройства
37. Сложность контроля и измерения
38. Степень автоматизации
39. Производительность

Прежде чем использовать таблицу, необходимо выявить техническое противоречие, присущее данной задаче. Это можно сделать несколькими путями.

1. Сформулировать техническое противоречие, а затем привести его в соответствие с универсальными параметрами.

2. Использовать сразу таблицу в следующей последовательности:

2.1. Выбрать по таблице в вертикальной колонке (см. рис. 7.6) параметр, который нужно изменить (увеличить, уменьшить, улучшить) по условиям задачи. Например, на рис. 7.6 выбрали строчку **9. Скорость**.

2.2. В горизонтальной строке выбрать параметр, который недопустимо ухудшается. Например, на рис. 7.6 выбрали столбец **10. Сила**.

2.3. На пересечении их в клеточке указаны номера приемов, которые рекомендовано использовать.

Например, на рис. 7.6 – это приемы **13, 28, 15, 19.**

3 Использовать более сложную последовательность:

3.1 Выбрать по таблице в вертикальной колонке, параметр, который нужно изменить по условиям задачи.

3.2 Найти известный путь, как можно улучшить выбранный показатель, не считаясь с проигрышем (ухудшениями).

3.3 Определить какой параметр **недопустимо** ухудшается, если использовать найденный путь, выбрать его в горизонтальной строке таблице.

3.4 На пересечении выбранных показателей в клеточке указаны номера приемов, которые рекомендовано использовать.

Задача 7.4. Робин Гуд

Условия задачи

Во время съемки фильма «Стрелы Робин Гуда» необходимо было отснять эпизод полет стрелы, выпущенной из лука до момента и попадание ее в жертву. Режиссер настаивал на том, чтобы это была реальная съемка, а не комбинированная.

Решили под одежду актера, игравшего эту жертву, положить деревянную дощечку и пригласили лучших лучников страны. Тем не менее, была опасность, что даже лучший лучник может промахнуться и травмировать актера.

Как сделать так, чтобы стрела однозначно попала бы только в деревянную плиту?

Разбор задачи

ТП между **точностью попадания** и **возможностью нанесения травмы**.

Это противоречие соответствует универсальным параметрам:

29. Точность изготовления – 30. Вредные факторы, действующие на объект извне.

Такое противоречие разрешается приемами **26, 28, 10, 36**:

26. Принцип копирования.

28. Замена механической схемы.

10. Принцип предварительного исполнения.

36. Использование явлений на границе фазовых переходов.

Воспользуемся этими приемами для разрешения, описанного технического противоречия.

Решения

Решение 1.

Принцип копирования подсказывает, что процесс должен быть нереальный, раньше это могло быть, например, комбинированные съемки, но против этого был режиссер. Сегодня это можно сделать с помощью компьютерной анимации.

Решение 2.

Использование приема «**замена механической схемы**» может быть, например, так. Стрела делается с тупым ферримагнитным наконечником, а на место

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

попадания стрелы устанавливают мощный магнит, который притягивает стрелу. Такой способ тоже не дает 100% гарантии.

Решение 3.

Принцип предварительного исполнения наводит на мысль, что необходимо что-то сделать заранее, чтобы стрела двигалась по точно по заданной траектории и попала бы только в заданное место. Это возможно если эта траектория будет заранее проложена, например, между луком и целью натянуть нить, по которой должна двигаться стрела. Чтобы нить не было бы видно в кадре, ее сделали из прозрачной лески. Это решение и было использовано при съемке.

Задача 7.5. Защита общедоступной программы

Условия задачи

Достаточно сложная и уникальная программа была выложена для хранения в виде исполняемого файла в машинных кодах, к которому мог быть доступ и других сотрудников института. Были опубликованы также результаты работы этой программы: исходные данные, результаты расчетов.

Запрашивать пароль нельзя во избежание попыток его раскрытия.

Как сделать так, чтобы доступной всем программой мог пользоваться только сам автор этой программы?

Разбор задачи

ТП между **защитой информации**, путем введением пароля, и несанкционированным **проникновением**, в случае раскрытия пароля.

Это противоречие соответствует универсальным параметрам:

24. Потери информации – 30. Вредные факторы, действующие на объект извне.

Такое противоречие разрешается приемами **22, 10, 1**:

Можно подобрать и другие универсальные параметры:

24. Потери информации – 32. Удобство изготовления (приемы разрешения: **27, 22**).

30. Вредные факторы, действующие на объект извне – 32. Удобство изготовления (приемы: **24, 2**).

Таблица предложила следующие приемы:

1. **Дробление.**
2. **Принцип вынесения.**
10. **Принцип предварительного исполнения.**
22. **Принцип «обратить вред в пользу».**
24. **Принцип посредника**
27. **Дешевая недолговечность взамен дорогой долговечности.**

Решение 1.

Принцип дробления. Разделим файл на части.

Принцип вынесения. Разделим файл на неравные (разные) части.

Принцип посредника. Программа не будет работать по отдельности, вынесенный кусок будет играть роль посредника, только с его помощью можно будет пользоваться программой.

Вынесенная часть программы находится только у автора. Автор присоединяет эту часть, когда ему нужно работать с программой. Без этой части программа не работает. Например, бинарный файл вызывает вынесенную скриптовую часть, без которой работа программы невозможна.

Недостаток этого решения, что эту часть нужно приносить.

Данное противоречие разрешается в *пространстве*, используя **принцип вынесения**. Эта часть программы выносится в облако. По мере необходимости она «вынимается» оттуда.

Решение 2.

Принцип «обратить вред в пользу». Добавляется вредный фактор – особенный формат входных данных. Он дает требуемый положительный эффект – программа доступна только для автора.

Программа работает только с определенным форматом входных данных, который знает только автор.

Задача 6.32. Игольное ушко (продолжение)

ТП$_1$: Ткань **не портится (Б),** но **неудобно (анти-А)** вдевать нитку в маленькое игольное ушко.

ТП$_1$: А – анти-Б

ТП$_2$: **Удобно (А)** вдевать нитку в игольное ушко, но **портит (анти-А)** ткань.

Разбор задачи

Ранее мы сформулировали ТП. Для **удобства** *вдевания нитки в игольное ушко* необходимо сделать большим, но большое ушко делает большое отверстие в ткани, что **портит** ее.

ТП между **удобством** и **порчей**. Это противоречие соответствует универсальным параметрам:

33. Удобством эксплуатации – 30. Вредные факторы, действующие на объект извне. Приемы: **2, 25, 28, 39.** Или **33. Удобством эксплуатации – 12. Форма.** Приемы: **15, 34, 29, 28**.

Или **33. Удобством эксплуатации – 35. Адаптация.** Приемы: **15, 34, 1, 16**.

Можно сформулировать и другое ТП.

ТП: **Удобства** *вдевания нитки в игольное ушко противоречит с* **производительностью.**

В данной задаче можно сформулировать разные технические противоречия.

33. Удобством эксплуатации – 39. Производительность. Приемы: **15, 1, 28.**

Представим список приемов:

1. **Принцип дробления.**
2. **Принцип вынесения.**
15. **Принцип динамичности.**
16. **Принцип частичного или избыточного решения.**
25. **Принцип самообслуживания.**
28. **Замена механической схемы.**
29. **Использование пневмо- и гидроконструкций.**
34. **Принцип отброса и регенерации.**
39. **Применение инертной среды.**

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Решение

Ранее были рассмотрены решения:

- по приему ***15. Принцип динамичности*** (патент США 3 987 839) – ушко сделали динамичным – гибким (рис. 6.17 и 6.18);
- по приему ***2. Принцип вынесения*** – нитковдеватель (рис. 6.19). Это же решение можно рассматривать и как использование приема ***1. Принцип дробление***. Иглу разделили – «ушко» отделили от иглы.

Продемонстрируем другие приемы.

Прием ***16. Принцип частичного или избыточного решения*** и прием ***25. Принцип самообслуживания***. Кончик нитки делается в виде иглы. Такие нитки используются в хирургии для зашивания швов.



Рис. 7.7. Хирургическая игла[26]

Прием ***28. Замена механической схемы***. Вместо сшивания – склеивание или сваривание.

Прием ***29. Использование пневмо- и гидроконструкций***. Дырочка делается тонкой струей воздуха и воздухом тянется нитка. Это может быть и вакуум.

Прием ***34. Принцип отброса и регенерации***. Использование эластичных тканей, которые возвращаются к прежней форме и заделывают большое отверстие, проделанное иглой.

С дополнительными материалами по этой теме можно познакомиться в [44], [45].

7.2. Технологические эффекты

Технологические эффекты также называют **научные эффекты** или просто **эффекты**. Под технологическим эффектом будем понимать преобразование одного действия (воздействия) или поля в другое, с использованием явлений и законов физики, химии, биологии, математики.

В общем случае технологический эффект можно представить в виде «черного ящика» с входным воздействием **X**, выходным воздействием **Y**, управляющим воздействием **Z** и носителем (преобразователем) **U**. Схема технологического эффекта изображена на рис. 7.8.

[26] http://eyesfor.me/glossary-of-terms/sh/suture.html

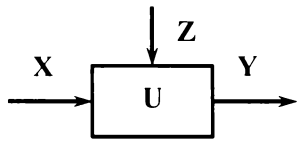


Рис. 7.8. Схема «черного ящика»
X – входное воздействие, **Y** – выходное воздействие, **Z** – управляющее воздействие, **U** – носитель (преобразователь).

Преобразуем схему (рис. 7.8), используя понятия вепольного анализа, тогда входные **X**, выходные **Y** и управляющие **Z** воздействий представим в виде поля ($\mathbf{П_{вх}}$, $\mathbf{П_{вых}}$ и $\mathbf{П_{упр}}$) различной природы, а носитель (преобразователь) **U** – в виде вещества **B**. Тогда рис. 7.8 можно представить в виде рис. 7.9.

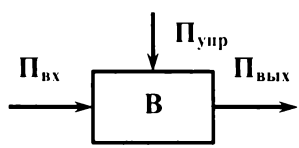


Рис. 7.9. Схема эффекта
$\mathbf{П_{вх}}$ – входное поле, $\mathbf{П_{вых}}$ – выходное поле, $\mathbf{П_{упр}}$ – управляющее воздействие, **B** – носитель (преобразователь).

Каждый технологический эффект характеризуется соответствующими полями $\mathbf{П_{вх}}$, $\mathbf{П_{вых}}$ и $\mathbf{П_{упр}}$ и видом вещества **B**, преобразующего входное воздействие в выходное. Носителем могут быть: физические объекты, химические вещества, биологические объекты, математические преобразования, и геометрические формы т. д.

Разработаны таблицы применения технологических эффектов. В таких таблицах вид технологического эффекта определяется по выходному действию или функции ($\mathbf{П_{вых}}$), которые необходимо выполнить. Применение технологических эффектов позволяет получить более идеальное решение, так как при этом разрешается физическое противоречие.

Напомним, что технологические эффекты включают:

- **физические**;
- **химические**;
- **биологические**;
- **математические** (в частности, ***геометрические***).

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

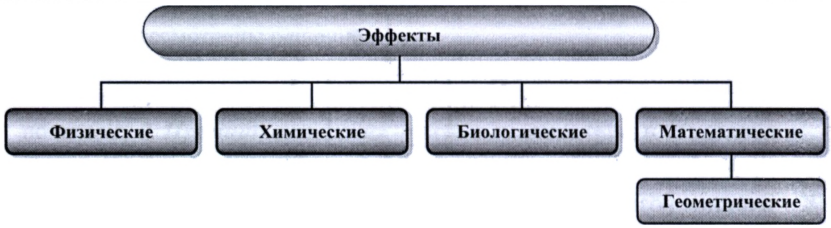


Рис. 7.10. Классификация эффектов

7.2.1. Физические эффекты

Известно около десяти тысяч физических эффектов и явлений. В разных областях техники могут применяться различные группы физических эффектов, но есть и общеупотребительные. Их примерно 300-500. Имеются разные указатели физических эффектов[27].

Например, **эффект Пельтье** состоит в том, что выделение или поглощение теплоты происходит при пропускании электрического тока через контакт (спай) двух различных проводников (рис. 7.11). Выделение теплоты сменяется поглощением при изменении направления тока.

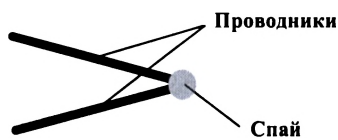


Рис. 7.11. Схема эффекта

[27] Горин Ю. Указатель физических эффектов и явлений для изобретателей. Выпуск первый. – Баку, 1973. – 300 с. http://triz-summit.ru/ru/205253/203840/203772/

Указатель физических эффектов и явлений для изобретателей и рационализаторов /Денисов С., Ефимов В., Зубарев В., Кустов В. – Обнинск, 1977, 214 с. http://lib.web-malina.com/getbook.php?bid=1693

Магический кристалл физики. – Дерзкие формулы творчества / (Сост. А. Б. Селюцкий). – Петрозаводск: Карелия, 1987. – 269 с. – (Техника-молодежь-творчество), С. 83-171.

Ефимов В. А. С чем идти на штурм задачи? С. 86-95.

Альтшуллер Г. С. Тепловое поле – в механическое. С. 95-102. URL: http://www.altshuller.ru/triz31.asp

Альтшуллер Г. С. Феноли могут все. С. 103-109. URL: http://www.altshuller.ru/triz32.asp

Померанец М. С. Магия магнитных жидкостей. С. 109-115.

Горин Ю. В. Корона – инструмент рабочий. С. 115-121.

Померанец М. С. Почти идеальное вещество. С. 121-127.

Горин Ю. В. Тонуть или не тонуть. С. 128-133.

Альтшуллер Г. С., Горин Ю. В. Отталкиваться – притягиваться. С. 133 – 140. URL: http://www.altshuller.ru/triz/tin022.asp

При этом количество теплоты пропорционально току, проходящему через спай.

Существует много изобретений, реализующих применение этого эффекта.

Пример 7.7. Охлаждение фотокатодов

Предлагается использовать эффект Пельтье для охлаждения фотокатодов с помощью термоэлектрических элементов[28].

В качестве примера рассмотрим физические явления, связанные с тепловым полем. Они получили название **теполи**[29]. К ним относятся **тепловое расширение**, тепловое расширение с применением материалов, у которых разные коэффициенты температурного расширения – **би-эффект**, **фазовые переходы первого и второго рода**. С помощью этих эффектов можно, например, создавать усилия, измерять размеры, осуществлять перемещение и регулирование. Причем величина усилия, изменения размеров, перемещения и степень управляемости могут быть увеличены переходом от обычного теплового расширения к би-эффекту, например, использованием биметаллических пластин, к фазовому переходу первого рода – изменение агрегатного состояния, и, наконец, к фазовому переходу второго рода – эффекту памяти формы.

Эффектами памяти формы обладают многие материалы, сплавы металлов, например, сплав титана и никеля, и даже пластмассы. Суть этого эффекта проявляется в следующем. Материалу придают необходимую форму при определенной температуре. Затем форму можно произвольно изменить, но при повышении температуры до значения, при котором материалу была придана первоначальная форма, она «вспоминается». Имеются материалы, которые могут запоминать два состояния (две формы) при разных температурах и, при одной температуре, они вспоминают одну форму, а при другой температуре вторую форму, возвращаясь к первоначальной форме много раз. Такие материалы обладают эффектом обратимой памяти формы.

Пример 7.8. Снятие пружины с оправки

Продемонстрируем эту последовательность на операции снятия пружины с оправки, на которой она навивалась. Пружина очень плотно прилегает к оправке.

Обычное тепловое расширение может облегчить снятие пружины с оправки. Пружину нужно наматывать на горячую оправку, когда она остынет, пружина снимается сама. Можно и, наоборот, нагревать уже намотанную пружину, например, электричеством.

---

[28] Патент США № 3 757 151.

[29] Альтшуллер Г. С. Физэффекты – инструменты технического творчества. / Техника и наука, 1981, № 1. С. 17-19. URL: http://www.altshuller.ru/triz/triz31.asp

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Би-эффект позволяет описанную операцию выполнить легче и эффективнее. Оправку изготавливают из материала с коэффициентом температурного расширения меньшим, чем у материала пружины. При нагревании пружина будет расширяться больше, и ее легко снять с оправки.

Еще легче снимать пружину с оправки, выполненной из легкоплавкого материала. Здесь использовался **фазовый переход первого рода**.

Удобнее всего проводить навивку и снятие пружины на оправке, выполненной из материала, обладающего **эффектом обратимой памяти формы**. В этом случае при намотке оправка должна иметь диаметр, равный внутреннему диаметру пружины, а при снятии оправку доводят до температуры, при которой она вспоминает форму – цилиндр со значительно меньшим диаметром.

Задача 7.6. Стрельба по летающим тарелкам

Условия задачи

На тренировках в стрельбе по летающим тарелочкам, разбивают много глиняных тарелочек. Осколки убирает группа людей, что весьма дорого. Как быть?

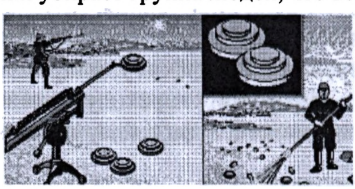


Рис. 7.12. Стрельба по летающим тарелочкам и уборка мусора[30]

Разбор задачи

Сформулируем **техническое противоречие**. Осколки тарелочек необходимо убирать, но на это тратится много времени, сил и денег.

Сформулируем **идеальный конечный результат (ИКР)** – осколки сами убираются. Еще идеальнее – осколки должны исчезать.

Таблица использования эффектов подсказывает, что можно примерить: *взрыв, горение, растворение и фазовые переходы первого рода.*

Из указанных эффектов лучше всего использовать фазовый переход первого рода – изменение агрегатного состояния.

Решение

Тарелочку нужно сделать изо льда.

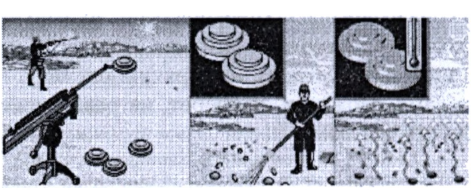


Рис. 7.13. Мусор от разбитых тарелочек исчезает сам

[30] Рис. 7.12 и 7.13 из компьютерной программы Innovation WorkBench Ideation.

7.2.2. Химические эффекты

Использование химических эффектов позволяет, в некоторых случаях, осуществлять решение более просто, более идеально, чем с помощью физических эффектов.

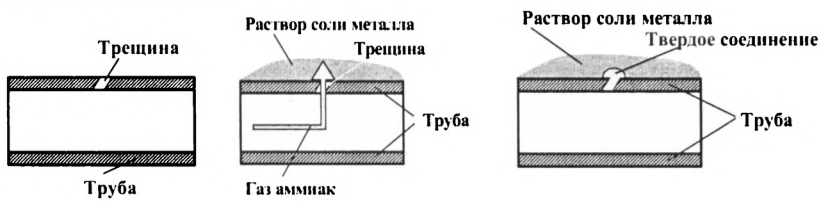
Разработаны указатели химических эффектов[31].

Пример 7.9. Уничтожаемая оправка

Всю оправку или ее поверхностный слой можно сделать легкорастворимой или легко уничтожаемой, например, сгораемой. Оправку можно обернуть бумагой, намотать пружину, поместить оправку с намотанной пружиной в печь, бумага сгорит, и пружина легко снимается с оправки.

Пример 7.10. Заделывание трещины

Если в трубе имеется трещина, то обычно сначала определяют, где она находится, а потом ее заделывают. Химические процессы позволяют ликвидировать трещину без определения места расположения. Идеальный процесс определения трещины – это процесс, которого нет, а его функции выполняются. Этот процесс нужен только для того, чтобы знать, в каком месте заделывать трещину. На внешнюю поверхность трубы наносят раствор соли металла, а внутри трубы пропускают газ аммиак (рис. 7.14). Газ просачивается сквозь любую, даже очень малую трещину. В трещине газ соединяется с раствором соли - происходит реакция, в результате которой образуется твердое соединение. Оно само заделывает трещину. Данный процесс близок к ИКР.



а) Трещина в трубе

б) Покрытие трубы раствором соли метала и пропускание газа аммиака

в) Образование твердого соединения

Рис. 7.14. Заделывание трещины

[31] Саламатов Ю. П. Подвиги на молекулярном уровне. Химия помогает решать трудные изобретательские задачи. – Нить в лабиринте / Сост. А. Б. Селюцкий. – Петрозаводск: Карелия, 1988. – С. 95-163. URL: http://rus.triz-guide.com/publicat/all-books/feates_on_molecular_level.html.

Михайлов В. А., Косарев Д. С. и др. База данных по применениям химических эффектов в патентах, сайт (2008 - 2013): URL: http://dace.ru.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

По своим потенциальным возможностям химические эффекты весьма разнообразны, а по количественному составу, видимо, превышают физические.

7.2.3. Биологические эффекты

Биологические эффекты – это использование биологических объектов (животных, растений, микробов и т. п.) для технологических преобразований.

Применение биологических эффектов позволяет не только расширить возможности технических систем, но и получать результаты, не нанося вреда природе.

С помощью биологических эффектов можно выполнять различные операции: обнаружение, преобразование, генерирование, поглощение вещества и поля и другие операции.

Разработана картотека биологических эффектов[32].

Кроме того, природа служит богатым источником для получения новых идей в технике, технологии, архитектуре и т. д. Подробнее в книге[33].

Пример 7.11. Чистота озер

В Японии введены биологические стандарты на воду (есть и химические). Для озер, например, существуют четыре стандарта, индикаторами которых являются рыбы. Самому чистому уровню соответствует форель: она не может жить в грязной воде. А карп, наоборот, живет только в грязной воде и, если он появился там, где раньше не обитал, то вода переходит в разряд самой грязной. Этому четвертому уровню соответствует биологический индикатор «карп»[34].

Пример 7.12. Деревья добытчики ископаемых

Э. Брумбалек утверждает, что некоторые цитрусовые деревья, испытывая недостаток химических элементов, способны замещать их другими элементами и восстанавливать, таким образом, равновесие в обмене веществ. Например, при нехватке калия, эти растения в первую очередь начинают накапливать золото, а при его отсутствии — серебро и свинец. Недостаток магния заставляет их извлекать уран. Достаточно засадить нужный участок подходящими деревьями, а затем собирать плоды и сжигать их в специальных печах (патент Британии № 1 481 557).

---

[32] Тимохов В.И. Картотека биологических эффектов. В помощь учителю биологии. – Гомель: Литературно-творческая лаборатория «ИКО», 1993. 47 с. URL: http://www.trizminsk.org/e/247001.htm http://www.trizland.ru/trizba.php?id=154.

[33] Петров В. М. Простейшие приемы изобретательства. — М.: СОЛОН-Пресс, 2016. — 132 с. (Серия «Библиотека создания инноваций». ТРИЗ от А до Я). ISBN 978-5-91359-200-2. URL: http://www.solon-press.ru/katalog/biblioteka-sozdaniya-innovaczij/osnovyi-klassicheskoj-triz.-prakticheskoe-rukovodstvo-dlya-izobretatelnogo-myishleniya.-izd.-4.,-dopolnennoe

[34] Знание-сила, №4, 1992. С. 111.

Пример 7.13. Бактерии добывают ископаемые

В бедных металлургических выработках в специальных отстойниках разводится громадная колония тионовых бактерий, переводящих медь в раствор. Раствор, насыщенный бактериями, закачивают в пробуренные скважины и затем поднимают на поверхность. Простой химической обработкой из раствора получают чистую медь. Аналогично используют серобактерии, железобактерии. С помощью литотрофных бактерий в США получают 10% от общего количества всей производимой в стране меди.

Кроме добычи полезных ископаемых, микроорганизмы используются для уничтожения сорняков, очистки сточных вод и т. д.

Пример 7.14. Пчелы определяют взрывчатое вещество

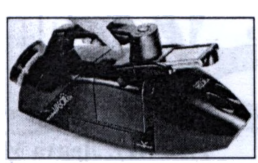
В Пентагоне научили пчел обнаруживать взрывчатку с эффективностью 99%.

Когда пчела чувствует знакомый запах – она высовывает язычок (рис. 7.15а) и ощупывает им поверхность в поисках сиропа. Это действие фиксируется с помощью инфрактасного луча.

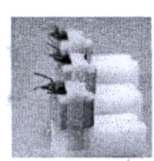
Английская компания Inscebtinel создала «пчелиный детектор» VASOR 136 (Volatile Analysis by Specific Olfactory Recognition – «анализ летучих веществ с помощью особого обонятельного распознавания»). Это устройство размером с ручной пылесос с несколькими отверстиями для вентиляции. Внутри помещены ряды пчел, каждая в отдельном гнезде. Напротив каждой пчелы инфракрасный детектор, определяющий высунутый язычок пчелы. Всего аппарат вмещает шесть «обойм», внутри каждой по шесть пчёл, исключительно самок-рабочих. Такой аппарат может быть использовано где угодно, например, в аэропортах, поставив его у трапа самолета.



а) Пчела высовывает язычок



б) Аппарат VASOR136



в) Блок с пчелами

Рис. 7.15. Пчелы определяют взрывчатку[35]

Как правило, применение биологических эффектов позволяет создать экологически чистые технологии.

7.2.4. Математические эффекты

Математические эффекты – это различные математические преобразования. Эти преобразования используются в различных областях науки и техники.

[35] http://neobychno.com/10445/top-7-neobychnyx-texnologij-sozdaniya-kiborgov-iz-zhivotnyx-chast-1/

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Так, например, преобразования Фурье используются при обработке сейсмических данных, при построении различных частотных фильтров при передаче данных, в программировании и т. д.

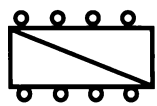
Среди математических эффектов в ТРИЗ наибольшее распространение получили геометрические.

Геометрические эффекты – это использование геометрических форм для различных технологических преобразований.

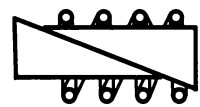
Широко известно применение треугольника, например, использование клина или скользящих друг по другу двух треугольников.

Пример 7.15. Оправка для навивки пружины

Оправку для навивки пружины (примеры 7.8 и 7.9) можно сделать разборной, например, в виде двух треугольников (рис. 7.16).



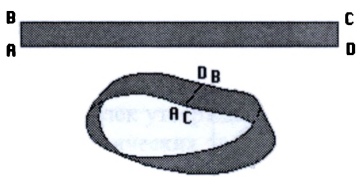
а) Намотка пружины



а) Съем пружины с оправки

Рис. 7.16. Разборная оправка

Применение, например, ***ленты*** **Мёбиуса** (рис. 7.17) позволяет использовать обе стороны поверхности у бесконечной ленты.



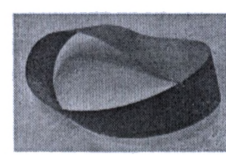


Рис. 7.17. Лента Мёбиуса

Пример 7.16. Лента принтера

В матричном принтере лента была выполнена в виде ленты Мёбиуса, в которой задействованы сразу две ее стороны.

Пример 7.17. Магнитофон

Магнитная лента в системах записи на непрерывную пленку, была выполнена в виде ленты Мёбиуса[36]. Она позволяла сделать запись в два раза больше без перемотки, так как задействованы сразу две ее стороны.

Пример 7.18. Конвейер

Полоса ленточного конвейера выполняется в виде ленты Мёбиуса, что позволяет ему работать дольше, потому что вся поверхность ленты изнашивается равномерно.

[36] А.с. № 259 449.

Пример 7.19. Шлифовальная лента

Шлифовальная лента, выполненная в виде ленты Мёбиуса,[37] позволяет использовать две стороны ленты, т. е. использовать ленту в два раза больше (рис. 7.18).

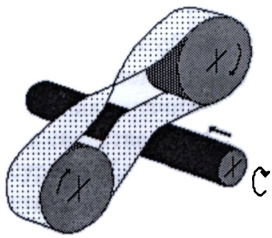


Рис. 7.18. Шлифовальная лента

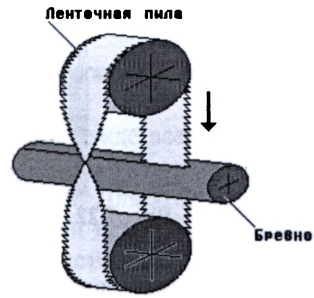


Рис. 7.19. Ленточная пила

Пример 7.20. Ленточная пила

Ленточная пила, выполненная в виде ленты Мёбиуса[38], позволяет использовать две стороны ленты, т. е. использовать ленту в два раза дольше (рис. 7.19).

Много интересных применений имеется у гиперболоида вращения (рис. 7.20).

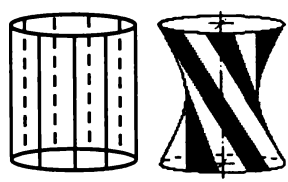


Рис. 7.20. Гиперболоид вращения

Пример 7.21. Держатель электрода

Держатель электрода для ручной дуговой сварки, выполненный в виде гиперболоида вращения, позволяет зажимать электроды любого диаметра (рис. 7.21).

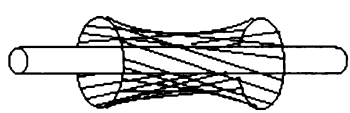


Рис. 7.21. Держатель электрода

[37] А.с. № 236 278.

[38] А.с. № 70 549.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Пример 7.22. Картофелеуборочный комбайн

Картофелеуборочный комбайн повреждает клубни картофеля. Предложили рабочий орган комбайна делать в виде гиперболоида вращения, который изменяет свою форму при соприкосновении с клубнем (рис. 7.22).

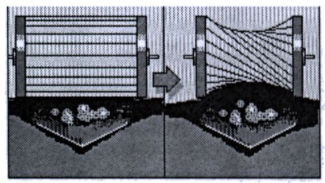


Рис. 7.22. Картофелеуборочный комбайн[39]

Указатель геометрических эффектов разработан И. Л. Викентьевым [30]. В нем подробно описано применение этих и других геометрических эффектов.

7.3. Ресурсы

7.3.1. Общие понятия

Ресурсы – раздел ТРИЗ. Опишем методику выявления и использования ресурсов для решения задач или развития систем.

Ресурс – это то, что можно использовать для решения разнообразных задач.

Использование ресурсов увеличивает степень идеальности системы, так как не нужно привносить что-то новое. Для решения задач или развития систем используется только то, что уже существует.

Использование ресурсов – это мощный инструмент для улучшения систем и их удешевления.

В каждой области знания под ресурсами принято понимать, что-то определенное.

Существуют природные ресурсы, которые могут быть неисчерпаемые и исчерпаемые, возобновляемое и невозобновляемые.

В экономике рассматривают: организационные, трудовые, финансовые и материальные ресурсы. В информационных технологиях говорят об информационных ресурсах, например, вычислительных, сетевых интернет ресурсах и иных компьютерных технологиях.

В общем, ресурсы могут быть **материальные** и **нематериальные**.

[39] Рис. 7.22 из компьютерной программы Innovation WorkBench Ideation.

Нематериальные ресурсы – это, например, информационные ресурсы, в широком смысле этого слова, включая не только научные, технические и прочие знания, но и духовные ценности, мысли, чувства, стереотипы, музыку, искусство, человеческие отношения и т. п.

Под ресурсами мы будем понимать достаточно широкий спектр понятий.

Первоначально необходимо *выявить ресурсы*, а затем *использовать их*. Общий алгоритм показан на рис. 7.23.

Для решения задачи или развития системы, прежде всего необходимо определить свойства системы, которые должны быть улучшены. Затем выявить ресурсы, обладающие данными свойствами. Для этого определяют все свойства имеющихся ресурсов. В заключении используют необходимые свойства для решения задачи или развития системы.

Примечание. Под свойством может также пониматься *параметр* системы.

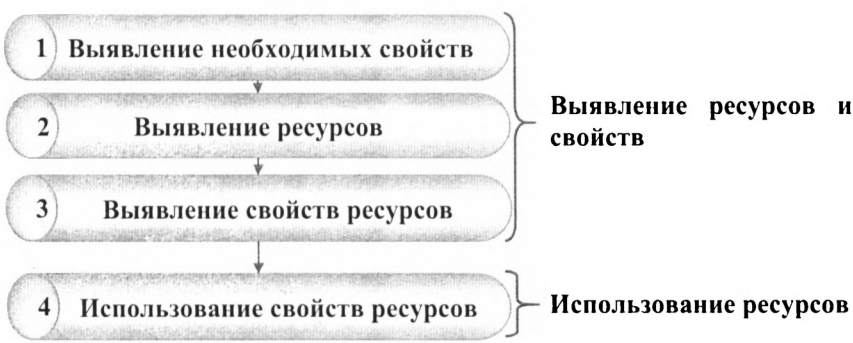


Рис. 7.23. Общий алгоритм выявления и использования ресурсов

Рассмотрим систему ресурсов и методику их выявления и применения.

7.3.2. Классификация системы ресурсов

Опишем классификацию ресурсов, предложенную автором. Рассмотрим следующие классификационные признаки **системы ресурсов** (рис. 7.24):

- **источник ресурсов**;
- **вид ресурсов**;
- **оценка ресурсов**;
- **преобразование ресурсов**.

Рассмотрим систему ресурсов в целом.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

- **Источник ресурсов**:
  - ***Система***;
  - ***Подсистема***;
  - ***Надсистема***;
  - ***Внешняя среда***.
- **Вид ресурсов**:
  - ***Функции***;
  - ***Структура системы***:
    - Элементы;
    - Связи;
    - Форма.
  - ***Вещество***;
  - ***Поле***:
    - Энергия;
    - Информация:
      - *данные*;
      - *знания*.
  - ***Потоки:***
    - Вещества;
    - Энергии;
    - Информации.
  - ***Пространство***;
  - ***Время***;
  - ***Параметры***;
  - ***Системный эффект***:
    - Процесс;
    - Результат.
- **Оценка ресурсов:**
  - ***Количество ресурсов***:
    - Неограниченное;
    - Достаточное;
    - Недостаточное.
  - ***Готовность ресурсов***:
    - Готовый;
    - Неготовый.
  - ***Полезность ресурсов***:
    - Вредный;
    - Нейтральный;
    - Полезный.
  - ***Стоимость***:
    - Бесплатные;
    - Дешевые;
    - Дорогие.
- **Преобразование ресурсов**:
  - ***Виды преобразования ресурсов***:
    - Обработка;
    - Передача;
    - Хранение.
  - ***Способы преобразования ресурсов***:
    - Увеличение-уменьшение;
    - Ускорение-замедление;
    - Динимизация- стабилизация;
    - Соединение-разъединение.



Рис. 7.24. Классификация ресурсов

В литературе по ТРИЗ часто употребляется понятие ВПР – это ресурсы, построенные на вепольной классификации и использующие только вещественные или полевые ресурсы. Это небольшая часть материальных ресурсов из приведенной выше классификации. Рассмотрим систему ресурсов более детально.

7.3.2.1. Источники ресурсов

Источники ресурсов – это место расположения ресурсов:

- **система**;
- **подсистема**;
- **надсистема**;
- **окружающая среда**.

Общий принцип – первоначально должны использоваться ресурсы, как можно ближе к источнику задачи.

Последовательность использования источников ресурсов (рис. 7.25):

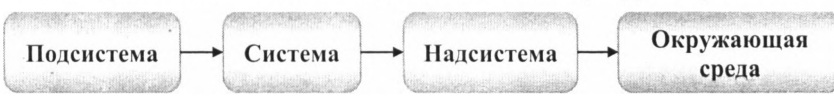


Рис. 7.25. Последовательность использования ресурсов

Пример 7.23. Обработка изображения

При автоматической обработке изображения, информацию конкретного пикселя «усредняют» по окружающим пикселям.

Это пример использования ресурса **подсистемы** (пиксель). Этот же ресурс можно рассматривать и как **окружающую среду** (окружающие пиксели) для данного пикселя.

Пример 7.24. Цифровая сеть с интеграцией служб

Цифровая сеть с интеграцией служб (ISDN – Integrated Services Digital Network) использует телефонную сеть для передачи также и других данных – различных видов трафика (телефон, факс, Интернет и др.). При этом использовали технологию мультиплексирования по времени (TDM – Time Division Multiplexing). Под каждый тип данных выделяется отдельная полоса с фиксированной и согласованной полосой пропускания. Выделение полосы происходит после подачи сигнала *CALL* по отдельному каналу – *канал внеканальной сигнализации*.

Это пример использования ресурса **надсистемы** (телефонной сети) и **подсистем** – технологии TDM.

Аналогично использование сетей электропередачи. Сеть может передавать голос и данные, накладывая аналоговый сигнал поверх стандартного переменного тока частотой 50 Гц или 60 Гц.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

7.3.2.2. Виды ресурсов

Перечислим основные **виды** ресурсов:

- ***Функции.***
- ***Структура системы:***
  - Элементы.
  - Связи.
  - Форма.
- ***Вещество.***
- ***Поле:***
  - Энергия.
  - Информация:
    - *данные;*
    - *знания.*
- ***Потоки:***
  - Вещества.
  - Энергии.
  - Информации.
- ***Пространство.***
- ***Время.***
- ***Параметры.***
- ***Системный эффект***
  - Процесс.
  - Результат.

Для определения функциональных ресурсов выявляют главную, основные и вспомогательные функции системы и строят функциональное дерево по специальной методике.

Задача 7.7. Измерение температуры у младенца

Условия задачи

Измерить температуру младенца достаточно сложно. Необходимо градусник держать под мышкой или во рту. Это ребенку очень не нравится, и он плачет. Как быть?

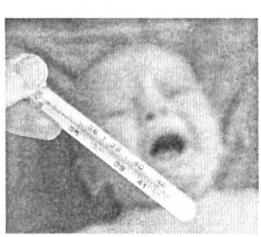


Рис. 7.26. Измерение температуры у младенца[40]

[40] http://lechenie-simptomy.ru/chto-nuzhno-znat-ob-invaginacii-kishechnika-chtoby-pomoch-sebe-i-svoim-detyam

Разбор задачи

ИКР: ребенок хочет сам держать градусник во рту. Как этого добиться?

Что ребенок любит держать во рту? Правильно – соску. Можно использовать эту функцию (**функциональный ресурс**). Решение использованием приема **6. «Принцип универсальности»**.

Решение

Можно использовать соску, в которой встроен цифровой термометр (Baby Temp).

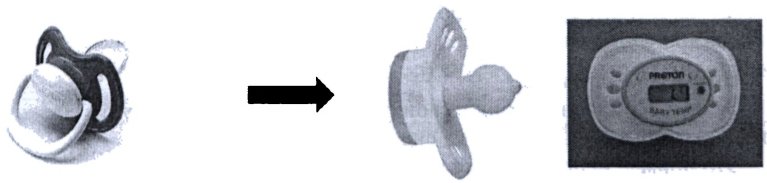


Рис. 7.27. Термометр Baby Temp[41]

Что еще любит ребенок? Ребенок любит, когда мама держит ему руку на лбу (рис. 7.28)

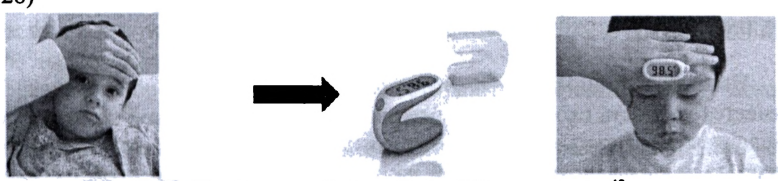


Рис. 7.28. Термометр Lunar Baby Thermometer[42]

Задача 7.8. Конкуренция программных компаний

Условия задачи

Крупнейшие программные компании (например, Borland International Inc., Microsoft Corp. и др.) создают новые языки программирования и другие программы. Этими программами пользуются многие программисты мира. Естественно, каждая компания хочет, чтобы ее интерфейс стал стандартом. Как победить в этой конкурентной борьбе?

Разбор задачи

Использовать **функциональный ресурс**.

Решение

Компания «Borland International Inc.» в комплект поставки своих языков программирования вводит комплект процедур, которые создают интерфейс любой программы – свой стандарт.

---

[41] http://www.dx.com/p/0-6-lcd-digital-infant-baby-temperature-nipple-thermometer-1-x-lr41-107040#.Vs9Ss2b4doI

[42] http://www.dx.com/p/0-6-lcd-digital-infant-baby-temperature-nipple-thermometer-1-x-lr41-107040#.Vs9Ss2b4doI

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Использован прием **10 «Принцип предварительного исполнения»**.

Пример 7.25. Угон самолета

При угоне самолета, пассажиры подвергаются большой опасности. Предложено в систему кондиционирования воздуха, в таких чрезвычайных случаях, пускать усыпляющий газ. Кабина летчиков герметична, поэтому газ не будет действовать не летчиков.

Служба безопасности может легко обезвредить угонщиков.

В данном примере использованы **ресурсы структуры** самолета (система кондиционирования). *Элементы* этой системы (трубы, вентиляторы, выходные отверстия и т. п.). Трубы, провода и система управления можно рассматривать и как *связи* и *форма*.

Пример 7.26. Иглу

Эскимосы для постройки своих жилищ (иглу) используют снежные «кирпичи», которые выпиливают из снега.

Это пример использования ресурса **вещества**.

Задача 7.9. Шасси самолета

Условия задачи

При посадке самолета шины шасси очень сильно истираются и нагреваются от трения о посадочную полосу и даже горят. Шины приходится часто менять.

Разбор задачи

Выявим причины износа. Это трение. Почему происходит трение? Так как имеется разность скоростей движения посадочной полосы и колеса. Трения не будет, если разность скоростей будет равна нулю. Значит нужно раскрутить колесо до той скорости, с которой движется самолет. Так и сделали. Поставили специальный двигатель, который раскручивал колесо. Система управления определяла скорость движения самолета и подавала сигнал на двигатель, с какой скоростью необходимо раскручивать колесо. Это была достаточно сложная система.

Давайте разберемся, какие имеются ресурсы в данной системе. Самолет движется, значит, есть поток воздуха, который движется с той же скоростью, с которой движется самолет.

Поток воздуха может приводить в движение колесо. Остается только на внешней стороне колеса установить лопасти.

Это пример использования ресурса **поля (*энергия*)** и **потока вещества (газа)**. Поток газа берется из **окружающей среды**.

Задача 7.10. Программа «червь»

Условия задачи

В 1982 г. в исследовательском центре компании XEROX была программа, требующая значительных вычислительных мощностей.

Можно было бы подключить другие компьютеры из сети, то тогда бы не работали другие программы, а это не допустимо. Как быть?

Разбор задачи

Использовать **ресурсы времени** и **информации**.

Решение

Программа должна работать тогда, когда не работают другие программы. Нужно выявить **временной ресурс**. Ночью большинство программ не работали. Именно тогда и можно использовать все компьютеры из сети. Кроме того, можно «захватывать» все простаивающие в сети компьютеры. Ночью использовался максимум подключенных вычислительных мощностей, а утром, когда пользователи начинают выполнять свои вычисления, освобождать их, сохраняя промежуточные результаты вычислений. Днем программа «перебивалась» бы одним – двумя компьютерами, а ночью опять захватывать все свободные вычислительные мощности.

Авторы назвали эту программу «червем» по аналогии с вышедшем в 1975 г. бестселлереом «The shockware Rider» Джона Бруннера (John Brunner). Он описал «червей» – программы, распространяющиеся по сети – идею, которая произвела определенное впечатление, хотя ее осуществление находилось за пределами возможностей компьютеров того времени.

Дальнейшее улучшение использовать паузы между работой в любом компьютере. Таких пауз, особенно в персональных компьютерах, достаточно много – более 90 %.

Основной задачей, связанной с отладкой «червяка», оказалось его неконтролируемое распространение и зависание части зараженных «червяком» машин. Возникла новая задача.

Авторы только предусмотрели возможность послать по сети команду самоуничтожения всем копиям «червяка».

Это пример на использование, прежде всего, ресурса **времени,** но также использованы ресурсы **связи**, **элементов** (только необходимые части компьютера), **вещества** (другие компьютеры) и **информации** – *информационные средства компьютеров* и **потоков информации**.

Информационные ресурсы, как отмечалось выше, мы будем рассматривать в очень широком смысле. Это не только различные виды данных и знаний (науки, теории, искусства и т. д), но и духовные ценности, мысли, чувства, стереотипы, человеческие отношения, поведение и психология человека и т. п.

Пример 7.27. Автомобиль и окружающая среда

Окружающая среда для автомобиля – это воздух. Поток набегающего воздуха используют для прижима автомобиля к автостраде. К автомобилю приделывается обратное крыло (антикрыло). Кроме того, поток воздуха может использоваться для охлаждения покрышек, очистки стекол и фар.

Это пример использования **ресурса потока**, находящегося в **окружающей среды**.

Пример 7.28. Сотовая связь

Сотовая сеть – это один из видов мобильной радиосвязи. Общая зона покрытия делится на ячейки (соты) – зона покрытия отдельной базовой станции. Соты частично перекрываются и вместе образуют сеть. Это пример использования **ресурса пространства**.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Задача 7.11. Бокс

Условия задачи

Во время профессионального матча по боксу спортсмены и их тренеры столкнулись с загадкой. Довольно средний боксер неожиданно одержал ряд побед над кандидатами в призеры, причем все – нокаутом. Проигравшие рассказали, что в начале боя его удары были обычными, но постепенно крепчали, достигая через некоторое время такой силы, будто боксер бил не обыкновенной перчаткой, а камнем. Но перчатки перед боем проверяет судья, булыжник в них не спрячешь.

Что же происходило?

Разбор задачи

Перед боем боксер обсыпал бинты гипсом. Постепенно рука в перчатке потела, и влага соединялась с гипсом. Гипс застывал и превращался в камень.

Это пример использования **ресурса системный эффект (процесса и результата)**. Использован **ресурс вещества** – бинты, которые покрывались другим веществом – гипсом. Он соединялся с другим веществом – жидкостью (потом). Это **ресурс процесса**. Используется **ресурс времени**. Пот выделяется через некоторое время и гипс застывает спустя некоторое время.

7.3.2.3. Оценка ресурсов

Ресурсы оценивают по критериям:

- **количество ресурсов;**
- **готовность ресурсов;**
- **полезность ресурсов;**
- **стоимость.**

Под **количеством** ресурсов мы понимаем, объем имеющихся ресурсов:

- *неограниченные ресурсы*;
- *достаточные ресурсы*;
- *недостаточные ресурсы.*

Последовательность использования ресурсов (рис. 7.29):

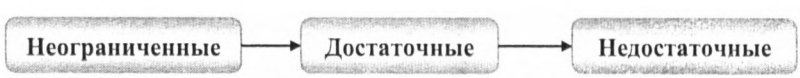


Рис. 7.29. Последовательность использования ресурсов

Многие природные ресурсы можно считать неограниченными, например, воздух, солнечный свет, количество воды в морях и океанах, поток воды в реках и т. д.

Пример 7.29. Гидроэлектростанция

Поток воды, вращающий турбину в гидроэлектростанции – это пример **неограниченных** ресурсов. Этот ресурс постоянно пополняется.

Пример 7.30. Жесткий диск

Современные компьютеры, как правило имеют жесткие диски достаточные для работы. Пример **достаточных ресурсов**.

Пример 7.31. Скачивание информации

Скачивание большого объема информации, как правило занимает много времени. Пример **недостаточных ресурсов**.

Готовность ресурсов – это состояние ресурса. Можно ли данный ресурс использовать в том виде, в котором он имеется или его необходимо видоизменить для использования при решении задачи или развития системы. Они подразделяются на:

- *готовые ресурсы*;
- *неготовые ресурсы*.

Последовательность использования ресурсов (рис. 7.30):

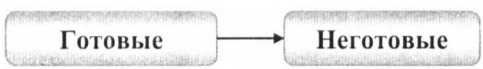


Рис. 7.30. Последовательность использования ресурсов

Пример 7.32. Пища

Отдельные виды пищи мы потребляем в **готовом** виде. Например, фрукты, ягоды, орехи и овощи. Другие – требуют обработки (**неготовые**), например, мясо, крупы и т. п.

Пример 7.33. Поток воды

Поток воды – **готовый ресурс** для передвижения по реке на плоту. Тот же поток воды в реке недостаточен (**неготовый ресурс**), чтобы раскрутить турбину для выработки электроэнергии. Этот поток нужно **усилить**. Для этого строят плотину. Вода падает с большой высоты, *усиливая поток*.

Полезность ресурсов для системы. Ресурсы могут быть:

- *вредные ресурсы*;
- *нейтральные ресурсы*;
- *полезные ресурсы*.

Прежде всего, следует использовать **вредные ресурсы**. Тем самым достигаются сразу два полезных действия: решается задача и уменьшается вредное действие на систему. Если невозможно применить вредный ресурс, то следует использовать **нейтральный** и, в последнюю очередь, следует использовать **полезный** ресурс.

Последовательность использования ресурсов (рис. 7.31):

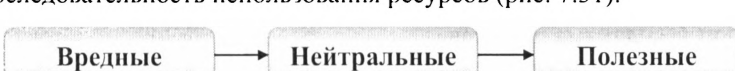


Рис. 7.31. Последовательность использования ресурсов

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Пример 7.34. Тушение пожара

Огонь, распространяющийся в поле или в лесу, можно погасить встречным огнем. Использован **вредный ресурс**.

Стоимость ресурсов *– это один из важных показателей.* Они могут быть:

- *бесплатные*;
- *дешевые*;
- *дорогие.*

Бесплатные ресурсы – это, как правило, или ресурсы природы, или отходы.

Пример 7.35. Устройство для движения под водой

Устройство для движения аквалангиста под водой требует источника энергии, например, электрической энергии.

Это, как правило, обеспечивается батарей, но они тяжелые и имеют ограниченные возможности.

Выясним какие ресурсы имеются: аквалангист и его возможности, например, физические; акваланг, газ вод большим давлением (200 атм.) в баллоне и небольшим давлением (3-4 атм.), идущее на дыхание; выдыхаемый воздух; ласты; маска; вода.

Можно использовать силу рук и ног аквалангиста, например, раскручивая гребной винт, но тогда он быстрее устанет. Можно для этой цели использовать газ из акваланга, но тогда сократится время пребывания под водой.

Лучше использовать разность давлений газа, находящегося в баллоне и подаваемого на дыхание. Эта разность давление подается на привод движителя в виде плавника (рис. 7.32) или на турбину, которая будет раскручивать гребной винт. Это будет своеобразный редуктор давления газа. Можно использовать и выдыхаемый газ, который будет раскручивать турбину и гребной винт.



Рис. 7.32. Использование разности давления для движения[43]

Использование разности давления и выдыхаемого воздуха – пример использования **бесплатных ресурсов**.

[43] http://serendipp.ru/voir/metod/album/25.html

7.3.2.4. Преобразование ресурсов

Преобразования, как правило, требуют **неготовые ресурсы**.

Виды преобразования ресурсов:

- *переработка (обработка)*;
- *хранение*;
- *передача*.

Переработка (обработка) требуется для преобразования неготового ресурса в необходимый вид.

Пример 7.36. Обработка информации

Как правило, информация поступает не в готовом виде. Ее преобразованием занимаются информационные системы. Это пример **переработки информационного ресурса**.

Накопители – **хранят ресурсы** информации, а посредством Интернета этот **ресурс передается**.

Пример 7.37. Термос

Термос сохраняет ресурс тепла. Пример **хранения ресурса**.

Рассмотрим **способы преобразования ресурсов**:

- *соединение-разъединение*;
- *динамизация-стабилизация*;
- *ускорение-замедление*;
- *увеличение-уменьшение*.

В задаче 6.50 «Интегральная микросхема» два несоединяемые вещества **соединяются** с помощью третьего согласуются с каждым из них.

***Разъединение** очень часто используется в ТРИЗ.* Это и прием дробление, и разделение противоречивых свойств и т. д. Любая сортировка требует отделения (разъединения).

В пример 7.5 «Алгоритм быстрый сортировки» для сортировки информации ее сначала **разъединяют**.

В задаче 5.11 «Искусственная шаровая молния» удержание молнии в центре камеры осуществляется за счет раскручивания молнии (**динамизация**) потоком воздуха.

В Задача 5.8 «Разлив жидкого металла» необходимо сделать равномерный разлив стали (**стабилизация ресурса**) осуществляется раскручиванием жидкой стали (**динамизацией ресурса**).

Пример 7.38. Резка труб

При резке труб нож сминает края. Предложено резку труб осуществлять на большой скорости (рис. 7.33)[44].

Это пример на **ускорение ресурса** (скорости резания).

[44] Патент ФРГ № 1 134 821.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

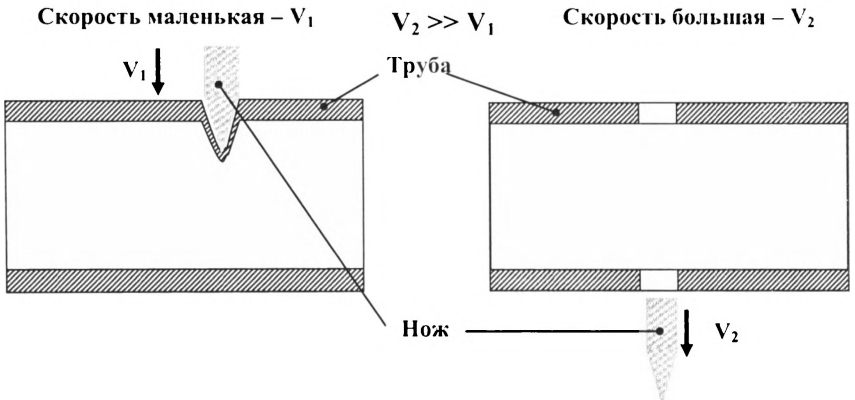


Рис. 7.33. Резка труб

В задаче 6.36 «Лифт в многоэтажном доме» осуществили «**замедление**» времени за счет отвлечения, ожидаемых лифт от мысли, что они слишком долго ждут лифт. При этом использовали **информационные (психологические) ресурсы** – поставили зеркала на каждом этаже.

В задаче 6.12 «Мощный транзистор» охлаждение осуществляется за счет **увеличения** общей площади радиатора.

В задача 6.38 «Баллоны с кислородом» ресурс давление в баллоне газа **уменьшили** за счет применения жидкого газа.

7.4. Применение системы по новому назначению

7.4.1. Общие понятия

Если стоит задача найти новые применение имеющейся системы, то:

1. Первоначально выявляются свойства системы и ее частей. Для этого удобно использовать таблицу 7.1.

2. Составляется морфологическая матрица с учетом разных *сред* применения и разных *контингентов пользователей*.

Примечания: Под *средой* понимаются любые внешние воздействия на систему. Это могут быть нормальные условия в закрытом помещении, повышенное или пониженное давление, температура, агрессивная среда, различные виды излучений, например, радиоактивные, электромагнитные и т. д. *Контингент пользователей* – это сегмент (определенная группа людей), на которую рассчитана система, например, дети, взрослые, инвалиды, верующие и т. д.

Таблица 7.1. Структура ресурсов

Обеспечение ресурсами	Вид ресурса														
	Функция	Структура			Вещество	Поле		Поток			Пространство	Время	Параметр	Системный эффект	
		Элемент	Связи	Форма		Энергия	Информация	Вещество	Энергия	Информация				Процесс	Результат
Подсистема															
Система															
Надсистема															
Среда															

7.4.2. Выявление свойств

Выявление свойств систем может проводиться в следующей последовательности:

1. **Определение свойств системы в целом**.
   1.1. Описание известных свойств системы, взятых из справочников и документации, в том числе главной, основных и второстепенных функций.
   1.2. Описание явных свойств системы, не описанных в справочной литературе, например, особенностей формы, чистоты поверхности, цвета, объема и т. п.
   1.3. Описание нежелательных, вредных, бесполезных и вспомогательных свойств, выявленных, например, в процессе эксплуатации.
2. **Разделение системы на подсистемы и выявление их свойств аналогичным образом.**
3. **Выявление свойств веществ, из которых состоят подсистемы, аналогично п.1.** Выявление свойств полей, которыми обладает данная система и подсистема.
4. **Выявление системных свойств, не описанных ранее, полученных в результате соединения подсистем известными и новыми способами.**

Кроме того, свойства системы меняются в зависимости от надсистемы, частью которой она является, и от среды, в которой находятся (работают, функционируют) система и надсистема.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Используя выявленные таким образом свойства, можно расширить функциональные возможности имеющихся систем, т. е. применять их по новому назначению (найти новые области их применения).

7.4.3. Применение выявленных свойств

Последовательность применения выявленных свойств по новому назначению системы может быть следующая:

1. Применение системы в целом.

1.1. Применение основных свойств, функций, действий в целом.

1.2. Применение вспомогательных функций в качестве основных.

1.3. Применение ненужных или вредных функций в качестве полезных.

1.4. Применение свойств, функций и действий, обратных выявленным.

2. Применение подсистем аналогично п.1.

3. Применение веществ и полей подсистем.

3.1. Применение основных для системы и подсистемы свойств веществ и полей.

3.2. Применение вспомогательных для данной системы свойств веществ и полей в качестве основных.

3.3. Применение ненужных для данной системы веществ и полей в качестве полезных.

3.4. Применение вредных для данной системы веществ и полей в качестве полезных.

4. Применение микроструктуры веществ подсистемы.

4.1. Применение основных свойств микроструктуры – молекул, атомов, элементарных частиц и т. п.

4.2. Применение вспомогательных для данной системы свойств микроструктуры.

4.3. Применение ненужных для данной системы свойств микроструктуры в качестве нужных.

4.4. Применение вредных для данной системы свойств микроструктуры в качестве полезных.

Развертывание функций может осуществляться и приданием системе более общей функции, включая, в частности, и первоначальную функцию.

Например, функция «*сверление*» может быть заменена более общей – «*делание отверстий*» или еще более общей – «*обрабатывание материала*» или вообще – *обработка*, которая подразумевает обработку или преобразование не только вещества, но и энергии и информации.

Приведем примеры использования ресурсов.

Пример 7.39. Отработанная автопокрышка

Определение свойств

Опишем только некоторые свойства. Покрышка в целом обладает упругими (амортизационными) свойствами – это основная функция шины. Она имеет торообразную форму, т. е. имеет свободное пространство в центре.

Покрышка выполнена из резины и металла. На внешней части нанесен рисунок протектора.

Использование свойств

1. Использование шины целиком.

1.1. Использование основной функции шины.

Старая автопокрышка может использоваться целиком, например, как кранцы (амортизаторы) на бортах судов, ограждения автомобильных дорог (а.с. 1 011 700), берегозащитные сооружения (а.с. 1 222 745), покрытие откосов гидротехнических сооружений (а.с. 1 312 130) и т. д.

1.2. Использование свободного пространства шины.

Шины используют как основание для детских качелей, как цветочные горшки или клумбы, в дренажных колодцах (а.с. 1 137 150), как строительные блоки для гаражей, складов, мастерских (а.с. 1 399 418), для построения преград и плотин в водоемах и т. д.

2. Использование частей шины.

Части шины используют для изготовления различных изделий, например, сумочек, открытой летней обуви (вьетнамки) – нижняя часть использует протектор, декоративное искусство и т. д.

2. Использование микроструктуры шины.

Измельченная резина автопокрышек может быть использована в качестве добавки при изготовлении асфальта, в качестве материала плит для мостовой и т. д.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

7.5. Стандарты на решение изобретательских задач

7.5.1. Обзор стандартов

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

Таким образом, стандарт должен удовлетворять трем условиям:

1) он должен относиться к широкому классу задач;

2) эти задачи должны решаться совершенно одинаково и

3) решения должны быть обязательно высокого уровня».

Г. С. Альтшуллер

Известные типы изобретательских задач решаются использованием, прежде всего типовых решений – *стандартов на решение изобретательских задач*, которые разработаны Г. С. Альтшуллером в 1975 году. Они представляют собой взаимосвязанный комплекс приемов, физических или других эффектов, имеющих определенную вепольную структуру. Это своего рода формулы, по которым решаются задачи.

Классификация стандартов основана на законах эволюции технических систем и, прежде всего, на законе увеличения степени вепольности (п. 5.6).

Система стандартов, разработанная Г. С. Альтшуллером, содержат 76 стандартов. Она состоит из классов, подклассов и конкретных стандартов [16]. Эта система включает 5 классов. Структура системы 76 стандартов показана на рис. 7.34. С помощью этой системы можно не только решать, но выявлять новые задачи и прогнозировать развитие технических систем. Общее направление изложения системы стандартов 1-го, 2-го и 4-го классов, описывается законом увеличения степени вепольности, поэтому многие из стандартов этих классов были представлены ранее в п. 5.3-5.4.

Пятый класс стандартов помогает идеализировать решение.

Для решения задач можно использовать алгоритм применения стандартов (п. 7.5.2).

Опишем некоторые из них.

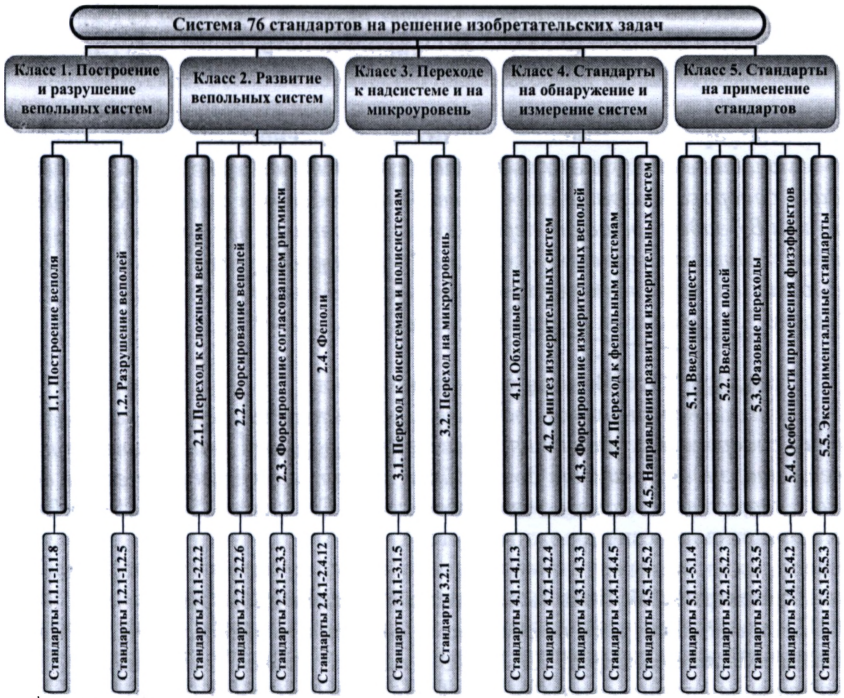


Рис. 7.34. Структура системы 76 стандартов на решение изобретательских задач

Класс 1. Построение и разрушение вепольных систем.

Подкласс 1.1. Синтез веполей.

Стандарт 1.1.1. Постройка веполя

Если дан объект, плохо поддающийся нужным изменениям, и условия задачи не содержат ограничений на введение веществ и полей, задачу решают синтезом веполя, вводя недостающие элементы.

Данный стандарт соответствует основному правилу вепольного анализа – переходу от невепольных систем к вепольным (простому веполю) и соответствует схеме (5.34). Это правило иллюстрировалось задачей 5.1 (снятие коры с древесины).

Стандарт 1.1.2. Внутренний комплексный веполь

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

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

управляемость или придающие веполю нужные свойства. Этот стандарт описывается схемами (5.38), (5.39) и продемонстрирован задачей 5.3 (сбор разлитой нефти).

Стандарт 1.1.3. Внешний комплексный веполь

Если дан веполь, плохо поддающийся нужным изменениям, а условия задачи содержат ограничения на введение добавок в имеющиеся вещества B_1 или B_2, задачу решают переходом (постоянным или временным) к внешнему комплексному веполю, к B_1или B_2 внешнее B_3, увеличивающее управляемость или придающее веполю нужные свойства. См. схемы (5.42), (5.43), Задача 5.4 (демонтаж радиоэлементов).

Стандарт 1.1.4. Веполь на внешней среде

Если дан веполь, плохо поддающийся нужным изменениям, а условия задачи содержат ограничения на введение в него или присоединение к нему веществ, задачу решают достройкой веполя, используя в качестве вводимого вещества имеющуюся внешнюю среду. См. схемы (5.47), (5.48), Задача 5.5 (очистка железнодорожных путей).

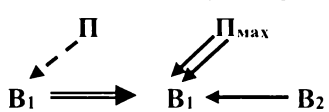
Стандарт 1.1.5. Веполь на внешней среде с добавками

Если внешняя среда не содержит веществ, необходимых для построения веполя по стандарту 1.1.4, это вещество может быть получено заменой внешней среды, ее разложением или введением в нее добавок. См. схемы (5.51), (5.52), задача 5.6 (измерение глубины реки).

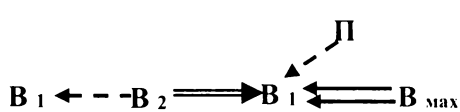
Стандарт 1.1.6. Минимальный режим

Если нужен минимальный (дозированный, оптимальный) режим действия, а обеспечить его по условиям задачи трудно или невозможно, надо использовать максимальный режим, а избыток убрать.

При этом избыток поля убирают веществом, а избыток вещества полем. Избыточное действие обозначено двумя стрелками:



(7.1)



(7.2)

Задача 7.12. Окраска изделия

Условия задачи

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. 7.35).

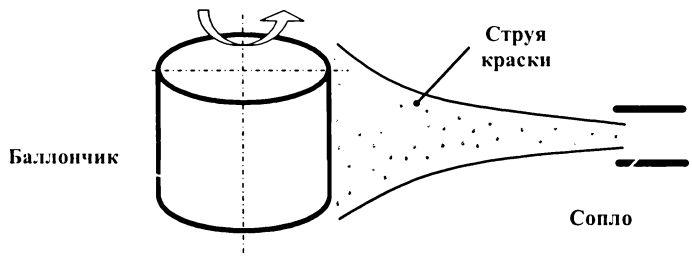


Рис. 7.35. Окраска баллончиков

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?

Разбор задачи

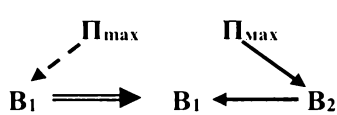
Задача решается по стандарту 1.1.6.

Решение задачи

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

Стандарт 1.1.7. Максимальный режим

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



(7.3)

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Задача 7.13. Растяжение арматуры

Условия задачи

Для изготовления напряженного (сжатого) железобетона арматуру растягивают, закрепляют в форме и заливают бетоном (рис. 7.36). После того как бетон «схватился» (застыл), концы арматуры освобождают. Арматура укорачивается и сжимает (напрягает) бетон.

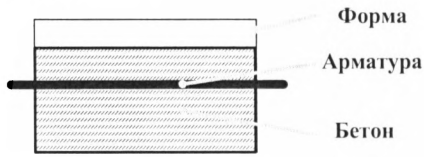


Рис. 7.36. Растяжение арматуры

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°С. 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°С. Но нагрев выше 400°С приводит к потере высокопрочных механических свойств арматуры (она не сжимается и становится менее прочной). Даже кратковременный (импульсный) нагрев недопустим. Применять проволоку из жаропрочной стали слишком дорого. Как быть?

Разбор задачи

Задача решается по стандарту 1.1.7.

Решение задачи

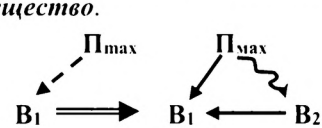
Предложено нагревать нерасходуемый жаропрочный стержень, который от нагрева удлиняется и в таком виде соединяется с проволокой (а.с. 120 909). Охлаждаясь, стержень укорачивается и растягивает проволоку, оставшуюся холодной.

Стандарт 1.1.8. Максимальный режим

Если нужен избирательно-максимальный режим (максимальный режим в определенных зонах при сохранении минимального в других), поле должно быть либо максимальным, либо минимальным.

1.1.8.1. Введение защитного вещества

В первом случае в места, где необходимо минимальное воздействие, вводят защитное вещество.



(7.4)

Задача 7.14. Запайка ампул

Условия задачи

На фармацевтическом заводе возникла задача по запайке ампул с лекарством.

Ампулы с лекарством устанавливают в кассету. В кассете содержится 25 ампул. Кассету подают к коллективной горелке. Напротив, каждого язычка пламени оказывается ампула. Язычки пламени в горелке точно отрегулировать невозможно, поэтому они не одинаковы. Одни язычки пламени большие (рис. 7.37 а), другие – средние (рис. 7.37 б), а третьи – маленькие (рис. 7.37 в).

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

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

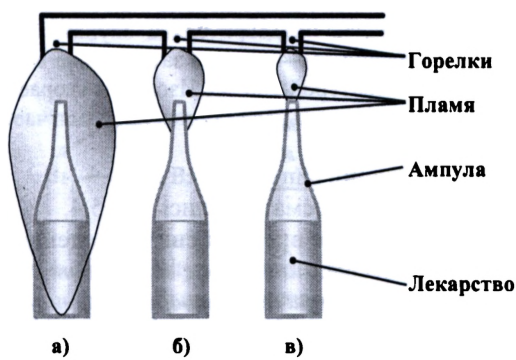


Рис. 7.37. Запаивание ампул

Разбор задачи

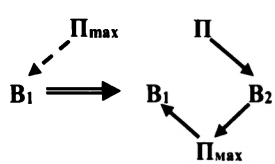
Задача решается по стандарту 1.1.8.1.

Решение задачи

Для запайки ампулы с лекарством горелку включают на максимальный режим, а избыток пламени отсекают, погружая корпус ампулы в воду, так, что высовывается только верхушка ампулы (а.с. 264 619).

1.1.8.2. Введение вещества, дающего локальное поле

Во втором – в места, где необходимо максимальное воздействие, вводят вещество, дающее локальное поле, например, термитные составы – для теплового воздействия, взрывные составы – для механического воздействия.



(7.5)

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Задача 7.15. Пайка проводов

Условия задачи

Имеются полистироловые катушки с тонким изолированным проводом и металлическими ножками. Припайку провода к ножкам осуществляли окунанием в ванну с припоем при 280°. Однако при этом требовалась зачистка концов провода. С целью повышения производительности было предложено вести пайку при температуре припоя 380°. При этой температуре изоляция провода сгорает, происходит лужение провода. Однако при такой температуре ножки катушки перегреваются, полистирол размягчается и ножки перекашиваются, а это недопустимо. Как быть?

Разбор задачи

Задача решается по стандарту 1.1.8.2.

Решение задачи

Ножки с концами проводов предварительно окунают в экзотермическую смесь с температурой сгорания 350-400° С, а затем пайка ведется как раньше - окунанием в припой с температурой 280° С. Изоляция сгорает при вспышке экзотермической смеси, а полистирольная катушка не размягчается.

Подкласс 1.2. Разрушение веполей.

Стандарты подкласса 1.2 рассматривались в п. 5.4.

Стандарт 1.2.1. Устранение вредной связи введением B_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. См. схему (5.69), задача 5.9 (подводные крылья).

Стандарт 1.2.2. Устранение вредной связи введением видоизмененных B_1 и / или B_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. схему (5.72), задача 5.10 (грелка).

Стандарт 1.2.3. «Оттягивание» вредного действия

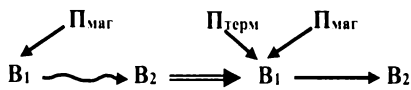
Если необходимо устранить вредное действие поля на вещество, задача может быть решена введением второго элемента, оттягивающего на себя вредное действие поля. См. схему (5.77), пример 5.20 (предохранитель), молнисотвод.

Стандарт 1.2.4. Противодействие вредным связям с помощью $П_2$

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 веполю, в котором полезное действие остается за полем $П_1$, а нейтрализацию вредного действия (или превращение вредного действия во второе полезное действие) осуществляет $П_2$. См. схему (5.78), задача 5.11 (искусственная шаровая молния).

Стандарт 1.2.5. «Отключение» магнитных связей

Если надо разрушить веполь с магнитным полем, задача может быть решена с применением физэффектов, «отключающих» ферромагнитные свойства веществ, например, размагничиванием при ударе или при нагреве выше точки Кюри.



(7.6)

Стандарт 1.2.5 в общем случае можно рассматривать как **управление выходным полем**, которое было представлено раньше на рис. 5.14 и схемами 5.86-5.88 и 5.90-5.92. См. задачу 5.13 (автомобильное стекло).

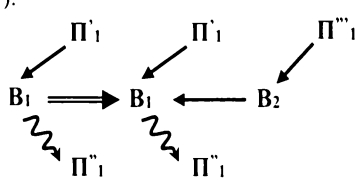
Задача 7.16. Паяльник

Условия задачи

При пайке электронных компонентов, часто необходимо поддерживать постоянную температуру. Это требует использования дорогостоящей аппаратуры. Как быть?

Разбор задачи

Задача решается по стандарту 1.2.5. Представим эту задачу в соответствии со схемой (5.88). см. (7.7).



(7.7)

Решение задачи

Постоянную температуру паяльника можно поддерживать, если наконечник (жало) паяльника покрыть ферромагнитным материалом с точкой Кюри, равной

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

температуре плавления припоя. При достижении температуры точки Кюри, ферромагнитное покрытие теряет свои магнитные свойства, и нагрев сердечника прекращается. При снижении температуры ферромагнитные свойства восстанавливаются, и нагрев возобновляется. Таким образом, происходит автоматическое поддержание температуры жала паяльника в определенном интервале без использования термодатчика и управляющей электроники. Нагрев осуществляется индукционным способом с помощью катушки индуктора.

Класс 2. Развитие вепольных систем.

Подкласс 2.1. Переход к сложным веполям

Стандарт 2.1.1. Цепные веполи

Если нужно повысить эффективность вепольной системы, задачу решают превращением одной из частей веполя в независимо управляемый веполь и образованием цепного веполя. См. схему (5.57), задача 5.7 (определение скрытых дефектов).

Стандарт 2.1.2. Двойные веполи

Если дан плохо управляемый веполь и нужно повысить его эффективность, причем замена элементов этого веполя недопустима, задача решается постройкой двойного веполя путем введения второго поля, хорошо поддающегося управлению. См. схему (5.61), задача 5.8 (разлив жидкого металла).

Подкласс 2.2. Форсирование веполей

Стандарты подкласса 2.2 представляет собой механизмы исполнения законов увеличения степени управляемости и динамичности (п. 4.5.3 и 4.5.4).

Стандарт 2.2.1. Переход к более управляемым полям

Если дана вепольная система, ее эффективность может быть повышена заменой неуправляемого (или плохо управляемого) рабочего поля управляемым (хорошо управляемым) полем, например, заменой гравитационного поля механическим, механического – электрическим и т. д. Эта закономерность показана на рис. 5.40.

Стандарт 2.2.2. Дробление B_2

Если дана вепольная система, ее эффективность может быть повышена путем увеличения степени дисперсности (дробления) вещества, играющего роль инструмента. Эта закономерность показана на рис. 5.39.

Стандарт 2.2.3. *Переход к капиллярно-пористым веществам (КПМ).* Эта тенденция изложена в работах автора [47], [48], [64].

Стандарт 2.2.4. Динамизация

Если дана вепольная система, ее эффективность может быть повышена путем увеличения степени динамизации, то есть перехода к более гибкой, быстро меняющейся структуре системы. Закономерность динамизации изложена в п. 4.5.4.

Подкласс 2.3. Форсирование согласованием ритмики.

Данный подкласс является реализацией закона согласования (п. 4.5.7).

Подкласс 2.3. Феполи (комплексно-форсированные веполи).

Подкласс описывает способы применения магнитного поля, ферромагнитных частиц, магнитной и реологической жидкостей.

Стандарты класса 3. Переход к надсистеме и на микроуровень изложены в п. 4.5.6 и 4.5.5.

Стандарты класса 4. Стандарты на обнаружение и изменение систем частично изложены в п. 5.3.2.

В стандарте 4.1.2. Использование копий, рассмотрим **подстандарт 4.1.2.1. Сравнивание объектов с эталоном**:

Если нужно сравнить объект с эталоном с целью выявления отличий, то задача решается оптическим совмещением изображения объекта с эталоном или с изображением эталона, причем изображение объекта должно быть противоположно по окраске эталону или его изображению.

В качестве противоположных цветов могут быть взяты: белый – черный, желтый – синий, красный – синий, красный – желтый и т. д. Смешивание этих цветов даст другой цвет. Основных цветов по Иоганнесу Иттену существует три: красный, зеленый и синий. Остальные цвета образуются смешиванием этих.

Задача 7.17. Обнаружение новой звезды

Условия задачи

Астрономы наблюдают за звездным небом. С определенной периодичностью делают снимки участков неба (рис. 7.38). Чтобы обнаружить появление новой звезды на небе снимки сравниваются. На снимке тысячи звезд и сравнивать снимки достаточно сложно. Как упростить этот процесс?

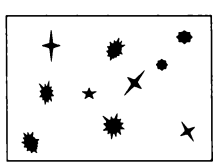


Рис. 7.38. Фотография звездного неба

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Разбор задачи

Воспользуемся стандартом 4.1.2.1.

Сравнение производят путем наложения позитивного и негативного изображений. Одну из сравниваемых фотографий берут «позитив» (рис. 7.39а), а другую «негатив» (рис. 7.39б). При их совмещении будет виден только новый объект на звездном небе по а.с. 359 512 (рис. 7.39в). Сегодня сравнения могут проводиться совмещением электронных изображений.



а) Позитив фотографии б) Негатив фотографии в) Совмещенные фотографии а и б

Рис. 7.39. Обнаружение новой звезды

Пример 7.40. Контроль отверстий в печатной плате

Контроль отверстий, созданных в печатной плате, осуществляют сравнением с эталоном. Это достаточно утомительная операция.

Использование стандарта 4.1.2.1 позволяет значительно упростить эту операцию.

Через эталон пропускают желтый цвет, а через печатную плату – синий.

Если на экране появляется желтый цвет, значит, в печатной плате отсутствует отверстие. Появление синего цвета означает, что в печатной плате есть лишнее отверстие. Зеленый цвет – точное совпадение с эталоном. На совмещенном изображении могут быть определены и отклонения в диаметре и форме отверстия.

7.5.2. Алгоритм применения стандартов

Алгоритм применения стандартов показан на рис. 7.40.

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

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

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

Если задача на измерение, то рассматривается 4 класс. Если можно использовать обходные пути, то рассматривают подкласс 4.1. Рассмотрев стандарт 4.1.1 желательно рассмотреть задачу начиная с класса 1 или воспользоваться стандартами 4.1.2-4.1.3. После этого можно перейти с подклассам 4.2-4.5. Если невозможно использовать обходные пути, то стазу переходят к подклассам 4.2-4.5. По заверению работы по классу 4 переходят к 5 классу.

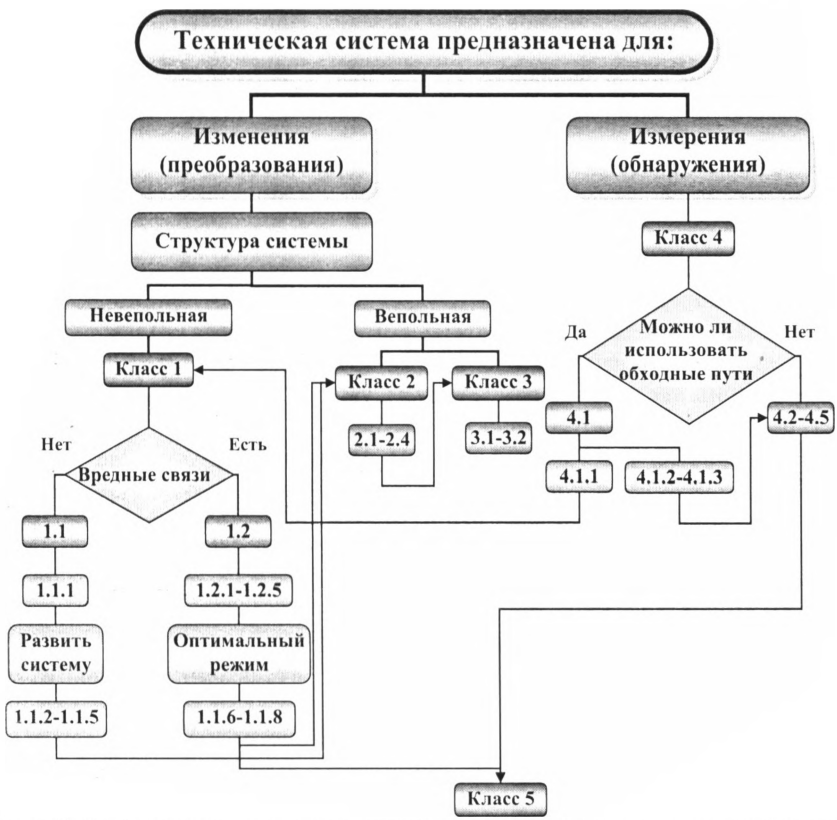


Рис. 7.40. Алгоритм применения 76 стандартов на решение изобретательских задач

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

7.6. Самостоятельная работа

7.6.1. Вопросы для самопроверки

1. Опишите общую систему приемов разрешения противоречий.
2. Опишите систему приемов разрешения технических противоречий.
3. Опишите систему приемов разрешения физических противоречий.
4. Опишите систему приемов-анти-приемов.
5. Опишите систему основных приемов разрешения технических противоречий. Сколько приемов в этой системе? Приведите примеры некоторых приемов.
6. Для чего предназначена таблица приемов устранения технических противоречий? Опишите устройство таблицы и способы применения ее. Приведите примеры.
7. Какие виды эффектов используются в ТРИЗ?
8. Что такое ресурсы? Дайте определение.
9. Опишите классификацию системы ресурсов.
10. Какие имеются источники ресурсов? Где можно брать ресурсы?
11. Опишите виды ресурсов. Приведите примеры.
12. По каким критериям можно оценивать ресурсы? Приведите примеры различных оценок.
13. Опишите способы изменения ресурсов.
14. Как определяются свойства ресурсов?
15. Опишите последовательность применения ресурсов для решения задачи.
16. Опишите последовательность выявления и применения ресурсов для применения системы по новому назначению.
17. Опишите систему 76 стандартов на решение изобретательских задач.
18. Сколько классов стандартов в системе 76 стандартов?
19. Для чего предназначен каждый из классов стандартов? Опишите каждый из классов.
20. Опишите алгоритм использования стандартов.

7.62. Темы докладов и рефератов

1. История развития приемов разрешения противоречий.
2. История развития физических эффектов.
3. Использование ресурсов в изобретательстве и инженерии.
4. Использование ресурсов в информационных технологиях.
5. Использование ресурсов в повседневной жизни.
6. История развития системы стандартов.

7.6.3. Выполните задания

1. Приведите примеры на приемы устранения технических противоречий (желательно из информационных технологий).

1.1. Прием 1. Принцип дробления.
1.2. Прием 2. Принцип вынесения.
1.3. Прием 3. Принцип местного качества.
1.4. Прием 4. Принцип асимметрии.
1.5. Прием 5. Принцип объединения.
1.6. Прием 6. Принцип универсальности.
1.7. Прием 7. Принцип «матрешки».
1.8. Прием 10. Принцип предварительного исполнения.
1.9. Прием 11. Принцип «заранее подложенной подушки».
1.10. Прием 13. Принцип наоборот.
1.11. Прием 15. Принцип динамичности.
1.12. Прием 16. Принцип частичного или избыточного решения.
1.13. Прием 17. Принцип перехода в другое измерение.
1.14. Прием 19. Принцип предварительного действия.
1.15. Прием 22. Принцип «обратить вред в пользу».
1.16. Прием 24. Принцип посредника.

2. Решите задачи, используя таблицу разрешения технических противоречий.

2.1. Задача 7.18. Программа вычисления произвольного полинома.

В программе, предназначенной для вычисления значение произвольного полинома, имеется текстовое поле для ввода. Введенная строка затем проверяется на правильность (действительно ли пользователь ввел полином, а не произвольную строку), а затем распознается (создается модель полинома для его последующего вычисления). Однако, написание такой программы вызывает трудности, возникает большое количество ошибок. Кроме того, усложняется структура выполнения программы. Необходимо упростить программу.

3. Приведите примеры на:

3.1. Физические эффекты.
3.2. Химические эффекты.
3.3. Биологические эффекты.
3.4. Математические эффекты.
3.4.1. В частности, на геометрические эффекты.

4. Приведите примеры различных видов ресурсов.

4.1. Приведите примеры функциональных ресурсов.
4.2. Приведите примеры структурных ресурсов (элементов, связей и формы).
4.3. Приведите примеры вещественных и полевых ресурсов.
4.4. Приведите примеры ресурсов потоков.
4.5. Приведите примеры ресурсов времени и пространства.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

4.6. Приведите примеры системных ресурсов.

5. Выявите и используйте ресурсы для использования системы по новому назначению.

5.1. Найдите новые применения пластмассовой бутылки.

5.2. Найдите новое применение авторучки.

5.3. Выберете самостоятельно систему и найдите ей новые применения.

6. Приведите примеры на:

6.1. Первый класс стандартов.

6.2. Второй класс стандартов.

6.3. Третий класс стандартов.

6.4. Четвертый класс стандартов.

6.5. Пятый класс стандартов.

Глава 8. МЕТОДЫ РАЗВИТИЯ ЛИЧНОСТИ И КОЛЛЕКТИВА

Введение
1. Традиционная технология решения задач
2. Обзор ТРИЗ
3. Системный подход
4. Законы развития систем
5. Вепольный анализ
6. АРИЗ
7. Информационный фонд
8. Методы развития личности и коллектива
9. Заключение

Человек разумный — это не всегда разумный человек... Хомо сапиенс — это возможность думать, но не всегда способность думать.

Братья Стругацкие. «Отягощенные злом»

Методы развития творческого воображения, творческой личности и коллектива – это части ТРИЗ (глава 2, рис. 2.2 и 2.3). Они предназначены для управления психологическими факторами (развития творческого воображения), развития творческой личности и развития коллективов.



Содержание главы 8:

8.1. Методы развития творческого воображения (РТВ)
8.1.1. Общие понятия
8.1.2. Обзор приемов и методов развития творческого воображения
8.1.3. Оператор РВС
8.1.4. Метод моделирования маленькими человечками (ММЧ)
8.2. Теория развития творческой личности
8.3. Теория развития творческих коллективов

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

8.1. Методы развития творческого воображения (РТВ)

8.1.1. Общие понятия

Существующая в ТРИЗ система РТВ представляет собой набор приемов фантазирования и специальных методов. Автор курса РТВ – писатель фантаст Г. Альтов (Г. С. Альтшуллер). Он писал «*Фантазия рассматривается как вектор («прыгучесть мысли»): важна не только длина прыжка, но и его направление. Курс РТВ нацелен, прежде всего, на получение УПРАВЛЯЕМОЙ ФАНТАЗИИ*»[45]. «*Управление фантазией - одно из качеств хорошо организованного мышления. И поскольку нет пределов улучшения организации мышления, нет пределов совершенствования фантазии*»[46].

Использование методов развития творческого воображения позволяет управлять психологической инерцией. Ранее (п. 1.3) мы уже рассматривали понятие психологической инерции, причины появления психологической инерции и некоторые методы ее преодоления. В данном разделе мы рассмотрим методы развития творческого воображения.

Творческое воображение для изобретателя также важно, как и общефизическое развитие для спортсмена. Какой бы великолепной техникой не владел спортсмен, но если у него не хватает сил (общефизической подготовки), то он никогда не покажет хорошего результата, а уж тем более рекорда. Точно также изобретателю, кроме знания методики изобретательства, необходима и «прыгучесть мысли», которая тренируется системой методов РТВ.

Пути преодоления психологической инерции существуют различные.

Так, Дж. Диксон[47] утверждает, что «с ней относительно легко справиться, просто **помня о ней!**»

Постепенное снижение психологических барьеров осуществляется благодаря систематическому развитию творческого воображения с помощью специальных упражнений и чтения научно-фантастической литературы.

В качестве таких методов для тренировки воображения могут быть использованы некоторые методы активизации творческого процесса, например, такие как: *мозговой штурм*, *морфологический анализ* и *метод фокальных*

---

[45] **Альтшуллер Г. С. К истории курса по РТВ.** Справка по курсу РТВ. 1982. http://www.altshuller.ru/rtv/rtv6.asp

[46] **Альтшуллер Г. С. Солнечный зайчик воображения.** – Наука и техника, 1980, № 7. http://www.altshuller.ru/triz/triz21.asp

[47] **Дж. Диксон. Проектирование систем**: изобретательство, анализ и принятие решений. Пер. с англ. – М.: Мир, 1969, 440 с.
John R. Dixon. Design Engineering: Inventiveness, Analysis and Decision Making. McGraw-Hill Book Company/ New York St/ Louis San Francisco Toronto/ London/ Sydney. 1966.

объектов. Для начала можно порекомендовать придумать с помощью этих методов фантастических животных, обитателей каких-то других планет и пр. Затем можно переходить к более реальным объектам, но не бояться при этом больше фантазировать. Постепенные занятия помогут Вам не бояться любых, даже кажущихся на первый взгляд нелепых или бредовых идей, и искать в них рациональное зерно. Такой путь может привести Вас к новому применению некоторых вещей, понятий и к их более широкому толкованию. Систематические же занятия подобного рода приучат к рассмотрению объектов, процессов и понятий с самых разнообразных сторон.

В курсе РТВ включает **приемы фантазирования** и **методы РТВ** (п. 8.4 [12]).

Перечислим основные методы РТВ:

- ***оператор «Размер-Время-Стоимость (РВС)» и параметрический оператор***;
- ***метод моделирования маленькими человечками (ММЧ)***;
- ***фантограмма***;
- ***ступенчатое конструирование***;
- ***метод ассоциаций***.
  - ***метод тенденций***;
  - ***метод разложения и синтеза фантастических идей (метод «золотой рыбки)***;
  - ***выявление скрытых свойств объекта***;
  - ***взгляд со стороны***;
  - ***изменение системы ценностей***;
  - ***ситуационные задания***;
  - ***шкала «Фантазия»***;
  - ***тесты Роршаха***.

8.1.2. Обзор приемов и методов развития творческого воображения

8.1.2.1. Приемы фантазирования

Для тренировки творческого воображения можно использовать любые приемы разрешения противоречий. Наиболее эффективные для этой цели, как показала практика, использовать специальный набор приемов фантазирования, предложенный писателем-фантастом П. Амнуэлем.

НАОБОРОТ. Изменить свойства на противоположные, действия – на антидействия и т. д.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Пример 8.1. Свет

Для объекта свет, противоположное свойство «антисвет» – тьма. Необходимо найти применение прибора, излучающего «антисвет». Например, такой источник может скрывать объекты, находящиеся под его излучением. Такой источник можно использовать, чтобы комфортно спать в освещенном месте. Такой прибор может вырезать или оставлять только определенный спектр света. Таким образом, можно изменять окраску предметов, создавать изображения и т. д.

УВЕЛИЧЕНИЕ – УМЕНЬШЕНИЕ. Увеличить (уменьшить) объект или его свойство.

Меняя объект, пытайтесь найти качественные изменения объекта или его свойства.

УСКОРЕНИЕ – ЗАМЕДЛЕНИЕ. Ускорить (замедлить) действие объекта или его свойство. Найдите моменты качественного изменения действия объекта или его свойства. Подумайте, где может использоваться подобный процесс, как при этом изменится все окружающее?

ДИНАМИЗАЦИЯ – СТАТИКА. Если действие объекта или свойства неизменно, сделать его меняющимся и, наоборот. Подумайте, как должны измениться другие объекты и свойства, чтобы полученный объект (свойство) «жил совместно» с другими, или представьте обратную ситуацию – их «борьбы». Что изменится в их жизни»? Как их можно будет использовать?

УНИВЕРСАЛИЗАЦИЯ – ОГРАНИЧЕНИЕ. Распространить действие объекта или свойства на более широкий класс явлений или, наоборот, – сузить действие объекта до минимума.

ДРОБЛЕНИЕ – ОБЪЕДИНЕНИЕ. Разделить объект или свойство на составные части. Объединить различные объекты или свойства в единое целое.

КВАНТОВАНИЕ – НЕПРЕРЫВНОСТЬ. Если действие объекта или свойства непрерывно во времени или в пространстве – сделать его прерывистым или наоборот.

ВЫНЕСЕНИЕ – ВНЕСЕНИЕ. Отделить от объекта присущее ему свойство. Приписать объекту свойство, изъятое из другого класса явлений. Если у объекта есть некоторое свойство – уничтожить его.

СМЕЩЕНИЕ. Действие объекта или свойства сместить во времени вперед или назад.

ОЖИВЛЕНИЕ. Неживому объекту приписать свойства живого. Живому объекту приписать свойства неживого.

ИЗМЕНЕНИЕ СВЯЗЕЙ. Изменить существующие связи между объектом и окружающей средой вплоть до изменения среды. Изменить связи между частями объекта вплоть до изменения объекта.

ВОЛШЕБСТВО. Изменить закон природы или мировую постоянную, лежащую в основе действия объекта или его свойства.

Приемами рекомендуется пользоваться в следующей последовательности:

1. Выбрать объект изменения.
2. Определить его значение, основные характеристики и свойства.
3. Выбрать прием.
4. Выбрать из составленного списка характеристику, которую будем менять (можно менять объект как целое).
5. Произвести изменения, выявив новое, появившееся в результате изменений качества, найти им применение.

8.1.2.2. Метод фантограмм

Данный метод предложил Г. Альтов (п. 8.4 [3])[48] и представляет собой развитие метода морфологического анализа. В нем изменения осуществляются с помощью таблицы (табл. 8.1) по одной оси, в которой расположены *универсальные показатели*, а по другой – *приемы фантазирования*.

В качестве ***универсальный показателей*** выбраны:

1. ***Вещество*** *(химический состав, физические свойства)*;
2. ***Подсистемы***;
3. ***Объект***;
4. ***Надсистема***;
5. ***Энергопитание***;
6. ***Способ передвижения***;
7. ***Сфера обитания***;
8. ***Воспроизведение*** *(изготовление)*;
9. ***Направление развития***;
10. ***Уровень организации и управления***;
11. ***Цель, назначение*** *(смысл существования)*.

Эти показатели являются важнейшими для многих технических и нетехнических множеств. Но для упражнения каждый раз берется какое-то одно множество. Выбрав это множество, целесообразно ***конкретизировать показатели*** и записать их в соответствующую колонку. Например, взято множество «Животные», тогда:

1. Белки, коллоидный раствор;
2. Клетка;
3. Организм;
4. Колонии, стаи, сообщества и т. д.;
5. Окисление пищи;
6. Плавание, ползание, летание, ходьба, бег;

---

[48] В главе 8 «Методы развития личности и коллектива» ссылки на литературу, указанная в квадратных скобках, дается по п. 8.4.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

7. Почва, поверхность суши, вода, тропосфера;
8. Самовоспроизведение;
9. От клетки к организму;
10. От клетки до почти разумного уровня;
11. Участие в биологическом круговороте в пределах одной планеты.

Работают с фантограммой обычно следующим образом:

1. Выбирают объект;
2. Конкретизируют показатели объекта;
3. Выбирают один из приемов и применяют его к конкретизированным показателям объекта;
4. Последовательно применяют другие приемы, заполняя все клеточки фантограммы.

Таблица 8.1. Фантограмма

Универсальные	**Конкретные показатели**	**Приемы**												
		А. Наоборот	**Б.Увеличение – уменьшение**	**В.Ускорение – замедление**	**Г.Динамизация – статика**	**Д.Универсализация – ограничение**	**Е.Дробление – объединение**	**Ж. Квантование – непрерывность**	**З. Вынесение – внесение**	**И. Смещение**	**К. Оживление**	**Л. Изменение связей**	**М. Волшебство**
1. Вещество	1.												
2. Подсистемы	2.												
3. Объект	3.												
4. Надсистема	4.												
5. Энергопитание	5.												
6. Способ передвижения	6.												
7. Сфера обитания	7.												
8. Воспроизведение (изготовление)	8.												
9. Направление развития	9.												
10. Уровень организации и управления	10.												
11. Цель, назначение (смысл существования)	11.												

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

8.1.2.3. Метод ступенчатого конструирования [40]

Операции по этому методу проводятся в следующей последовательности:

1. Выбор цели, которую желательно достичь средствами фантастики.
2. Выбрать и использовать объект или процесс (реальный или фантастический), с помощью которого можно достичь поставленной цели.
3. Использование многих (возможно слишком много) объектов, дающих в совокупности качественно новый эффект для достижения цели.
4. Найти путь достижения цели без использования объекта или процесса.
5. Вообразить ситуацию, при которой нет необходимости в достижении цели.

Пример можно посмотреть в (п. 8.4 [31]).

8.1.2.4. Метод ассоциаций

Он основан на обмене свойствами классов объектов или явлений.

Порядок работы:

1. Выбор двух классов объектов или явлений и цель работы.
2. Описание существенных свойств и характеристик каждого класса.
3. Обмен свойствами и характеристиками – свойства присущие первому классу объектов, перенести на второй и наоборот.
4. Описание максимального количества следствий из проделанного обмена.

8.1.2.5. Метод тенденций

Опишем действие этого метода:

1. Выбрать две реальные, но внешне не связанные тенденции в развитии человечества (техники, науки, культуры, искусства и т. д.).
2. Развить до максимально возможного предела каждую из тенденций независимо друг от друга.
3. Выявить противоречия между развитыми тенденциями.
4. Разрешить противоречие с помощью любого из методов РТВ или рассмотренных ранее инструментов ТРИЗ.

8.1.2.6. Метод разложения и синтеза фантастических идей (метод золотой рыбки)

Метод предложен Г. Альтовым (п. 8.4 [10]). Этот метод последовательного перехода от фантастической идеи к реальной. Он заключается в следующем:

1. Представить фантастическое решение (ИКР) любой задачи.

2. Выбрать что реального ($Р_1$) в данной фантастической (Ф) идее и отделить реальность ($Р_1$) от ($Ф_1$)

$$Ф = Ф_1 + Р_1.$$

3. Разложить вновь выбранную фантастическую ситуацию ($Ф_1$) на реальную ($Р_2$) и фантастическую ($Ф_2$)

$$Ф_1 = Ф_2 + Р_2.$$

4. Продлить анализ, разложив вновь выбранную фантастическую ситуацию ($Ф_2$) на реальную ($Р_3$) и фантастическую ($Ф_3$)

$$Ф_2 = Ф_3 + Р_3.$$

5. Анализ продолжить до тех пор, пока не придем к пренебрежимо малому остатку $Ф_n$ (рис. 8.1) – от фантастической идеи практически ничего не остается.

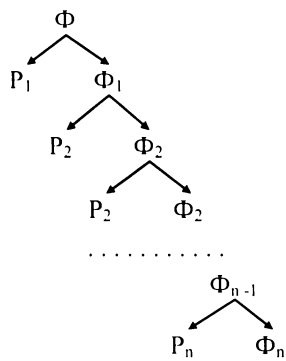


Рис. 8.1. Схема метода «золотая рыбка»

Таким образом, разбивают задачу на ряд небольших действий. Для осуществления каждого из этих действий нужно преодолеть небольшой психологический барьер. Главное – не сбиться с выборного пути. Фантазию направить в нужном направлении, тем самым управлять воображением.

Данный метод может оказать помощь при выборе «изюмины» в любой ситуации, например, при поиске задач в сложной технической ситуации.

8.1.2.7. Метод выявления скрытых свойств объекта

Используя данный метод, пытаются найти максимальное число возможных применений любого предмета не по его основному назначению.

Для этого необходимо выявить все функции предмета в целом (включая его форму, вес, цвет и т. д.), определить, где еще можно использовать эти функции.

Выявить из каких частей состоит данный предмет, и как можно применить каждую часть в отдельности?

Изменить взаимное расположение частей и связей между ними. Как теперь можно использовать полученный объект?

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Нельзя ли расчленить каждую часть (вплоть до порошка, молекулы, атомов ...)?

Таким образом, строится дерево функций и из нижних его уровней синтезируют объекты с новыми свойствами.

Метод весьма полезен при развитии полученной идеи. Он помогает найти новое применение давно известных объектов и идей, полученных в результате решения реальных задач.

8.1.2.8. Метод взгляда со стороны

Метод заключается в попытке взглянуть на проблему другими глазами, вырваться из привычного круга представлений.

Можно, например, взглянуть глазами ребенка, проявляющего святую простоту, или пришельца с другой планеты (инопланетянина). Это могут быть и «глаза» любого предмета; растения; микро- и макромира и т. д.

Такой метод помогает развивать нешаблонный подход к исследованию объектов.

8.1.2.9. Метод изменения системы ценностей

По этому методу существующие (привычные) ценности (знания, книги, картины, деньги, золото и т. д.) заменяют на неожиданные и даже противоположные. Оригинальные фантастические идеи появляются при выявлении последствий такой замены.

Пример 8.2. Пыль

Представьте себе, как изменился бы наш мир, если вместо денег, драгоценностей и золота ценилась бы пыль?

Проведя такие исследования необходимо детально представить все изменения. Какая станет жизнь людей? Какие появятся тенденции в развитии науки и техники? Какие возникнут особенности в общении людей с точки зрения социальной и психологической? Какие должны появиться новые профессии? И т. д.

8.1.2.10. Метод ситуационного задания

По заданной фантастической или реальной ситуации необходимо определить истинную «картину» происходящего (п. 8.4 [9]).

Ведущим задается ситуация, а слушатели, задавая ему вопросы, пытаются выяснить все необходимые следствия и по ним «картину» в целом.

Можно и наоборот определить только следствия, а выявить их причины. Этот метод часто называют «черным ящиком». В «ящик» проникнуть невозможно. Можно подавать только какие-нибудь входные воздействия и получать выходные сигналы. По ним следует определить, что представляет собой «ящик». Им могут быт и живые существа, и планеты, и различные события, процессы и т. д.

Данный метод приучает организовывать процесс исследования, в частности, находить причины неисправностей, брака и т. п.

8.1.2.11. Шкала «Фантазия»

Шкала «Фантазия» разработана Г. Альтовым и П. Амнуэлем (п. 8.4 [18, 19]). Она предназначена для оценки фантастических идей. Правильная оценка позволяет совершенствовать процесс генерирования идей и получать идеи более высокого класса.

Шкала разработана на основе анализа идей из научно-фантастической литературы (НФЛ). Упражнения по освоению шкалы также ведутся в основном на материале НФЛ. Поэтому шкала «привязана» к идеям, воплощенным в литературной форме.

Идею оценивают по пяти показателям:

- Новизне;
- Убедительности;
- Человековедческой ценности;
- Художественной ценности.
- Субъективному фактору («нравится - не нравится»).

Каждый показатель может быть на одном из четырех уровней от 1 до 4 (плохо, удовлетворительно, хорошо, отлично). Произведение уровней (оценок) по пяти показателям дает баллы – от этого зависит класс идеи. Шкала включает 20 укрупненных классов.

Подробно шкала «Фантазия» описана в (п. 8.4 [18]).

8.1.2.12. Тест Роршаха

Необходимо объяснить, на что похоже симметричное пятно. Его получают, нанося красящую жидкость (чернила, тушь, краску и т. д.) в центр листа бумаги и складывают его пополам.

Нужно дать наиболее оригинальное объяснение. При этом для ассоциации может использоваться весь рисунок или отдельные его части, фон, цвет, контур и т. д.

* *

*

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Рассмотрим более подробно два из указанных методов развития творческого воображения:

- **оператор Размер-Время-Стоимость (РВС);**
- **метод моделирования маленькими человечками (ММЧ).**

8.1.3. Оператор РВС

Оператор РВС предложил Г. С. Альтшуллер (п. 8.4 [11]).

Дирак любил поразмышлять на самые различные темы. Однажды он высказал предположение, что существует оптимальное расстояние, на котором женское лицо выглядит привлекательнее всего; поскольку в двух предельных случаях – на нулевом и на бесконечном расстоянии – «привлекательность обращается в нуль» (ничего не видно), то между этими пределами, естественно, должен существовать максимум[49].

Представляя какой-либо предмет или процесс, мы невольно связываем его с определенными (привычными для нас) представлениями.

Пример 8.3. Утюг

Говоря об электроутюге, мы представляем предмет вполне определенного размера длиной примерно 10-25 см.

Никому не приходит в голову представить себе электроутюг размером, скажем, с платяной шкаф или с маковое зерно. Что это за утюг?

Возможно, предметы гладятся сами в шкафу. Что это должно быть за устройство?

Что за утюг с маковое зерно? Что в нем хорошего, а что плохого? Очевидно, что маленький утюг легко будет проглаживать самую маленькую складку – это хорошо. Но такой утюг будет очень долго гладить. Как быть? Значит, необходимо таких утюгов много – в идеале количество таких утюгов должно быть такое, чтобы покрыть всю площадь объекта, который необходимо погладить. Имеется одно плохое качество - такой утюг невозможно удержать. Значит, необходим другой способ глажки без участия человека. Один из таких способов существует – глажка паром. Подумайте и о других способах.

Время работы утюга (то есть процесс глажки) также регламентировано. Это процесс не протекает мгновенно за доли секунды и не длится сутками без перерыва.

Как сделать процесс глажки значительно быстрее? Одно из решений: гладить всю поверхность объекта сразу одновременно. Кроме того, можно найти и другой принцип работы, который будет быстрее «обрабатывать» объект. Можно не тратить время на глажку вообще. Это может быть автоматическая глажка, например, во время, когда этот объект не нужен, во время сна или отдыха. Может быть глажка происходит, когда вещь весит в шкафу.

---

[49] Физики продолжают шутить. Сборник переводов. – М.: Мир, 1968. С. 43.

Кроме этих параметров мы достаточно конкретно можем судить и о стоимости электроутюга, которая может быть в пределах $20-300. Что это будет за утюг, который стоит $1 или вообще, даровой? Что за утюг, который стоит $1 000, $100 000, $1 000 000, $1 000 000 000 и т. д.? Как с пользой использовать такой утюг?

Теперь мы выяснили, что наше представление об объекте довольно жестко связано с такими его параметрами, как **размер (Р), время (В)** и **стоимость (С).** Постепенно изменяя эти параметры объекта от заданных до очень малых и очень больших, мы пытаемся найти критические точки, где задача решается качественно по-другому (или «поведение» объекта в таких условиях качественно изменяется). Таким образом, мы наглядно ощущаем действие закона перехода количества в качество.

Оператор РВС – серия мысленных экспериментов, помогающих преодолеть привычные представления об объекте или процессе.

Значительное изменение параметров может быть использовано не только для ослабления психологической инерции, но и при различных исследованиях. Причем параметры могут меняться от заданных до бесконечности и уменьшаться до нуля, а в некоторых случаях – до минус бесконечности. Этот метод автор назвал «**Параметрический оператор**».

> *Джорнано Бруно говорил: «Кто хочет познать наибольшие тайны природы, пусть рассматривает и наблюдает максимумы и минимумы противоречий и противоположностей».*

Подобные операции проводятся и в математике. Например, исследуя функции нескольких переменных, мы фиксируем часть переменных, а одну из них устремляем к нулю или бесконечности.

С изменением условий до максимума или минимума зачастую происходят скачкообразные изменения свойств. Так, если скорость самолета превышает скорость звука, то перед ним появляется ударная волна.

Подобные изменения могут проводиться с любыми параметрами системы, при этом желательно выбирать наиболее существенные. Поэтому в общем случае оператор РВС правильнее называть **параметрическим оператором.**

Разительные перемены происходят с веществами при давлении в десятки тысяч атмосфер, а тем более – в сотни тысяч атмосфер.

Пример 8.4. Изолятор – полупроводник

Изоляторы становятся полупроводниками, полупроводники переходят в состояние, характерное для металла.

Пример 8.5. Вода – резак

При высоких давлениях в 25-30 тыс. атмосфер, вода, выпущенная тонкой струей, свободно режет металл и пробивает в нем отверстие.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Пример 8.6. Графит – алмаз

При давлении свыше 100 тыс. атмосфер происходит изменение структуры вещества, а, следовательно, и их свойств (графит переходит в алмаз).



а) Графит[50] *б) Алмаз*[51]

Рис. 8.2. Графит

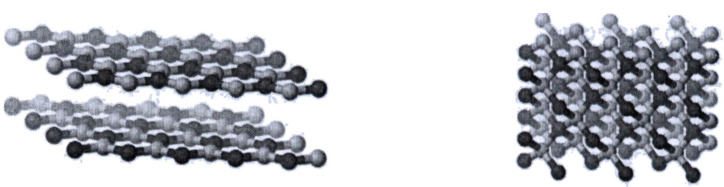
Пример 8.7. Нитрид бора (α) – нитрид бора (β)

Нитрид бора (BN) – соединение бора и азота – имеет модификации: **гексагональную (α)**, подобную графиту (рис. 8.3а), и **кубическую (β)**, подобную алмазу (рис. 8.3б), которая называется эльбор (боразон, кубонит).

Гексагональный нитрид бора (α-BN) – это белый, похожий на тальк, порошок. По смазывающим свойствам α-BN превосходит графит.

Кубический нитрид бора (β-BN) – это кристалл соизмеримый с твердостью алмаза.

При давлении выше 62 тыс. атм. и температурах выше 1350°С происходит превращение гексагональной α-BN модификации в кубическую алмазоподобную β-BN структуру.



а) α-BN, гексагональный[52] *б) β-BN, кубический*[53]

Рис. 8.3. Нитрид бора

[50] http://neftegaz.ru/news/view/143959
http://shahta.ucoz.ua/index/kamennyj_ugol/0-26

[51] http://encyclopedia-stones.ru/54-almaz.html

[52] https://en.wikipedia.org/wiki/Boron_nitride#/media/File:Boron-nitride-(hexagonal)-side-3D-balls.png

[53] https://en.wikipedia.org/wiki/Boron_nitride#/media/File:Boron-nitride-(sphalerite)-3D-balls.png

Каждая задача содержит **изделие** и **инструмент** (то, чем мы «обрабатываем» изделие). Возникает вопрос: что же мы должны брать в качестве объекта для исследования с помощью оператора РВС (или параметрического оператора) – изделие или инструмент? Вообще-то можно менять и то, и другое, но первоначально рекомендуется выбирать инструмент (обычно его легче менять). Если после выполнения всех шагов оператора РВС (или параметрического оператора) нам не удалось отступить от привычных представлений об объекте (процессе), то при повторном анализе изменяют параметры изделия. Рассмотрим применение оператора РВС.

Задача 8.1. Нанесение покрытий на металл

Нанесение покрытий на металлические поверхности изделия происходит путем помещения его в ванну, наполненную горячим раствором соли метала (рис. 8.4). Происходит реакция восстановления, и на поверхности изделия оседает металл из раствора (эту реакцию многие наблюдали, когда в раствор медного купороса опускали металлический предмет, который через некоторое время покрывался налетом меди). Процесс идет тем быстрее, чем выше температура. Но при высокой температуре раствор быстро теряет рабочие свойства и через 2-3 часа его приходится менять. До 75% химикатов идут в отходы, тем самым, увеличивая стоимость процесса покрытия.

Необходимо устранить эти недостатки, причем процесс покрытия должен оставаться прежним (использовать реакцию восстановления).

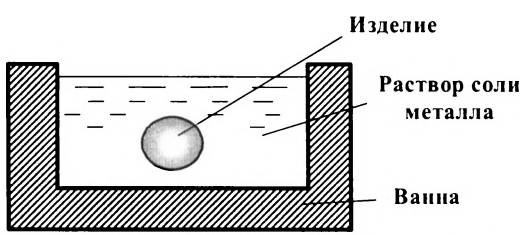


Рис. 8.4. Нанесение покрытий на металл

1-ый шаг

Размер устремляем к **нулю**. **Р → 0.**

Мысленно начинаем уменьшать размеры объекта от заданной величины до нуля. При этом пытаемся определить, как теперь может быть решена задача.

Инструмент – раствор. Количество раствора уменьшается, то есть размеры ванны становятся меньше. Скажем, в ванне помещается только одно изделие. Подумаем, как теперь решается задача?

Нагрев раствора приведет к осаждению металла на стенки ванны и быстрой потери рабочих свойств. Раствора стало меньше, следовательно, снизятся и его потери (хотя незначительно). Но заменить его можно быстрее.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Пока качественных изменений нет. Будем далее уменьшать размеры.

Раствора столько, что он только смачивает поверхность изделия. Как теперь решается задача?

Раствор можно сильно нагреть, и металл из раствора соли почти весь перейдет на изделие. Количество раствора еще уменьшилось. Осталось только капля раствора. Как теперь решается задача?

Нагревать каплю раствора и потом наносить на изделие неэффективно. Капля быстро испарится. Видимо, следует **нагревать изделие**, а капать холодным раствором (рис. 8.5).

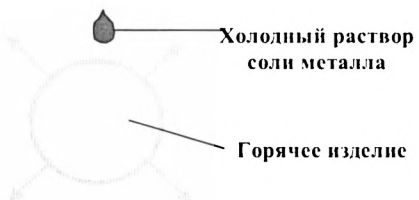


Рис. 8.5. Нанесение холодного раствора на горячее изделие

2-ой шаг

Размер устремляем к **бесконечности. Р → ∞.**

Мысленно увеличиваем количество раствора.

Ванна – плавательный бассейн. Нагревание такого количества раствора требует больших затрат энергии, да и менять столько раствора - весьма длительная процедура. Как при этом решается задача?

Следовательно, не стоит нагревать весь раствор. Можно производить **местный нагрев раствора около изделия**.

Количество раствора еще увеличилось. Его целое море, океан. Греть океан бессмысленно. Как теперь решается задача?

Выход тот же: **греть раствор у поверхности изделия** или же **само изделие** (рис. 8.6).

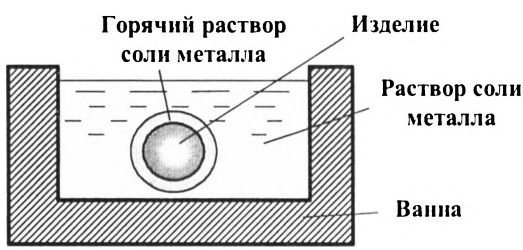


Рис. 8.6. Горячий раствор вокруг изделия

3-ий шаг

Время устремляем к **нулю. В → 0.**

Время покрытия изделия металлом неограниченно уменьшается. Как теперь решается задача?

Для уменьшения времени покрытия следует повысить температуру раствора. Но это приводит к еще большему выпадению раствора на стенки ванны и, следовательно, к увеличению количества отходов. Как же теперь решить задачу?

Можно **охладить стенки ванны, греть только часть раствора около изделия.** Стенки ванны можно охлаждать до тех пор, пока они не покроются льдом (рис. 8.7). Такой ванне не страшно выпадения осадка, так как они осаждаются на лед и стенки не портятся. Металл, выпавший на эти стенки, можно снова использовать, растворив лед.

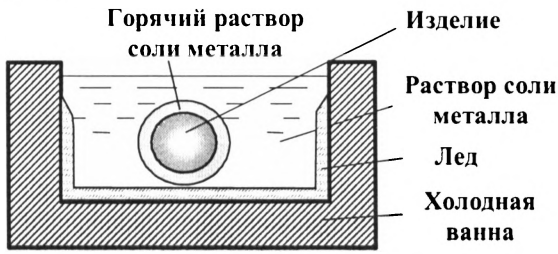


Рис. 8.7. Стенка ванной покрыты льдом

Уменьшаем еще время покрытия изделия металлом. Как теперь решается задача?

Можно **увеличить скорость соприкосновения раствора** с изделием за счет интенсивной циркуляции раствора (рис. 8.8) или перемещения изделия в растворе (рис. 8.9) или того и другого вместе (рис. 8.10).

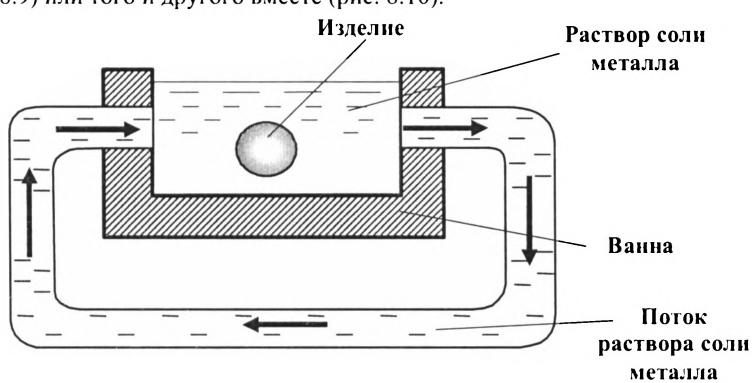


Рис. 8.8. Циркуляция раствора соли через ванну

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

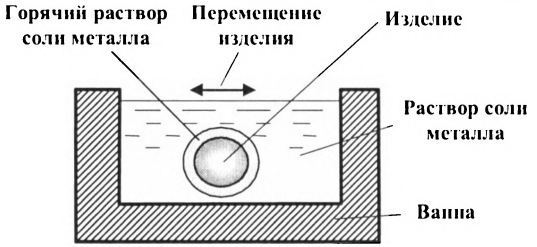


Рис. 8.9. Перемещение или вибрация изделия

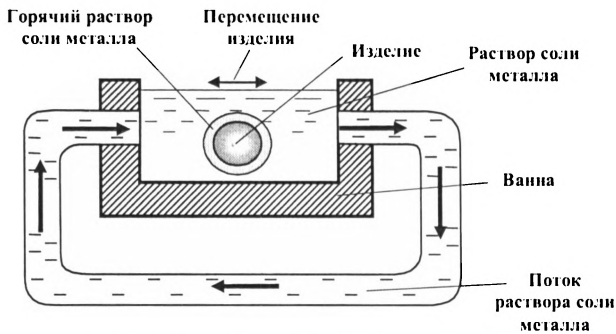


Рис. 8.10. Совмещение всех процессов

Уменьшая время покрытия можно добиваться и дальнейшим повышением температуры раствора. **Покрытие происходит в парах металла и даже в плазме.**

4-ый шаг

Время устремляем к **бесконечности. В → ∞.**

Время покрытия изделия металлом увеличивается. Как теперь решается задача?

Раствор необходимо охладить. В пределе – заморозить раствор, превратить его в лед. Тогда процесс покрытия можно осуществлять местным нагревом детали (рис. 8.11).

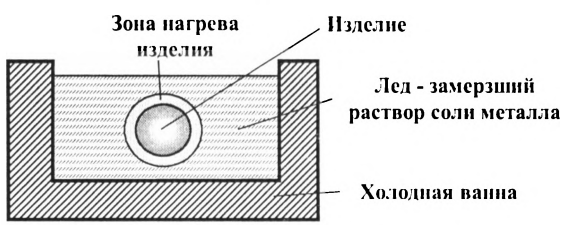


Рис. 8.11. Деталь во льду

Увеличить время покрытия, можно и ослабляя концентрацию раствора.

5-ый шаг

Стоимость устремляем к **нулю. С → 0.**

Стоимость процесса уменьшается. Как теперь решается задача?

Время покрытия изделия металлом увеличивается. Как теперь решается задача?

Допустим, стоимость покрытия стала в несколько раз меньше. Тогда, как и на предыдущем шаге, можно использовать «ледяную ванну».

Покрытие происходит почти бесплатно, то есть, используя ресурсы:

- за счет действия каких-либо природных сил или явлений,
- используя отходы,
- технологические процессы, которые параллельно используются рядом и т. п.

Как теперь решается задача?

Пусть покрытие происходит за счет диффузии. В идеале можно представить процесс покрытия, подобный коррозии металлов.

6-ой шаг

Стоимость устремляем к **бесконечности. С → ∞.**

Стоимость процесса возрастает, как теперь решается задача?

Раствор можно сильно нагреть и часто менять.

Рассмотрев задачу с помощью оператора РВС? Мы получили «куст» различных решений, тем самым **сбили определенную направленность**, диктуемую традиционными технологиями, т. е. преодоление **психологической инерции**. Это как раз, и есть **основная функция оператора РВС**.

В ходе применения оператора РВС на некоторых шагах мы получили схожие решения. Должно быть, в этом направлении и стоит вести дальнейший поиск решений.

Действие оператора РВС, очевидно, можно объяснить и тем, что значительное изменение привычных параметров повышает вероятность возникновения случайных ассоциаций.

Отметим, что оператор РВС может быть использован не только для ослабления инерции мышления, но и для развития и тренировки творческого воображения.

По мере освоения этого метода можно его несколько разнообразить, проводя операции по изменению одновременно нескольких параметров. Комбинации изменения параметров могут быть самые разнообразные.

Интересно рассмотреть случаи перехода параметров через ноль и минусовую область, ускорение или сдвиг во времени действия процессов, изготовления объекта бесплатно (за счет каких-то «даровых» сил природы или ресурсов) и т. д.

Проведите изменения по каждому из параметров исследуемого объекта. Подумайте, где можно реально использовать полученный результат. Что при

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

этом должно измениться? Какую пользу из этого можно извлечь? Какое влияние это «новшество» окажет на окружающее?

Придумайте фантастическую ситуацию, где существовали бы только такие объекты или процессы. Опишите подобную «жизнь».

8.1.4. Метод ММЧ

Уже давно замечено, что решение многих задач облегчает представление их в виде моделей, например, используя прием эмпатия. Мы себя отождествляем с рассматриваемым предметом. Но такое моделирование не всегда приносит успех. Особенно сложно с помощью эмпатии моделировать процессы, где требуется разделить объект на части, и это вполне объяснимо. Человеку не свойственно делить себя на части, а при использовании эмпатии в таких процессах он должен представить свое разделение. Именно поэтому такие задачи достаточно сложно решаются этим способом.

Решая многие задачи, знаменитый физик Максвелл представлял себе исследуемый процесс в виде маленьких гномиков, которые могут делать все, что необходимо. Такие гномики в литературе получили название «гномиков Максвелла».

Аналогичный метод моделирования с помощью толпы маленьких человечков предложил Г. С. Альтшуллер (п. 8.4 [8], [11]). Любой процесс моделируется с помощью маленьких человечков, которые в нашем воображении могут осуществлять любые действия.

Правила работы с маленькими человечками

1. Постройте модель исходной ситуации из маленьких человечков. Изобразите это на рисунке.

2. Подумайте, как перестроить модель, чтобы решить задачу? Что должны сделать человечки (*соединиться* – скрепить руки или обняться, *разъединиться* – отпустить руки, *передвинуться*, *схватить* что-то, *убрать* что-то и т. д.) Изобразите это на рисунке.

3. Подумайте, как это решение сделать реальным. Изобразите схематично.

Проиллюстрируем и этот метод.

Задача 8.2. Дозатор жидкости

Имеется дозатор жидкости, выполненный в виде устройства, показанного на рис. 8.12. Жидкость поступает в ковш дозатора, когда наберется установленное количество жидкости, дозатор наклонится влево, жидкость выливается. Левая часть дозатора становится легче, дозатор возвращается в исходное положение.

К сожалению, дозатор работает неточно. При наклоне влево, как только начинается слив жидкости, левая часть дозатора становится легче, дозатор возвращается в исходное положение, хотя в ковше остается часть жидкости. «Недолив» за-

висит от многих факторов (разность левой и правой частей дозатора, вязкость жидкости, трение оси дозатора и пр.), поэтому нельзя просто взять ковш побольше.

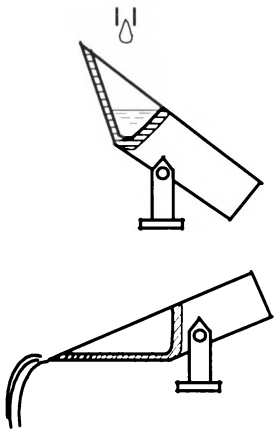


Рис. 8.12. Устройство и принцип работы дозатора жидкости

Надо устранить описанный недостаток дозатора. Не предлагайте другие дозаторы: суть задачи в усовершенствовании имеющейся конструкции. Помните: надо сохранить присущую ей простоту.

Представим описанную конструкцию в виде модели с помощью маленьких человечков (рис. 8.13).

Анализ данной модели показывает, что человечки противовеса не отвечают необходимым требованиям. Здесь возникает обостренное (физическое) противоречие: «Человечки противовеса должны быть справа, чтобы возвращать дозатор в исходное положение, и не должен быть справа, чтобы человечки жидкости могли полностью сойти».

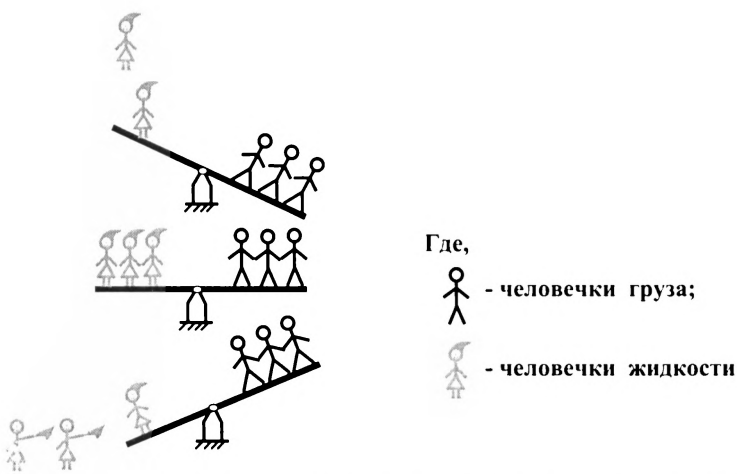


Рис. 8.13. Модель исходной задачи о дозаторе жидкости с помощью метода ММЧ

Такое противоречие может быть разрешено, если человечки противовеса станут подвижными (рис. 8.14).

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

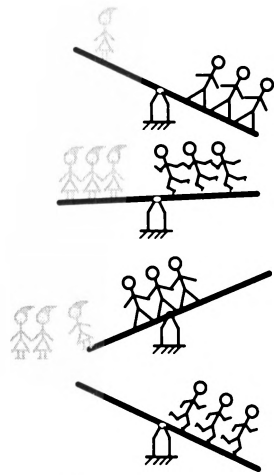


Рис. 8.14. Модель решения задачи о дозаторе жидкости с помощью метода ММЧ

Технически это можно представить, например, как показано на рис. 8.15.



Рис. 8.15. Устройство усовершенствованного дозатора жидкости

Дозатор выполнен в виде корпуса, посаженного на ось, по одну сторону которой расположена мерная емкость, а по другую - каналы с перемещающимся балластом, например, шариком[54].

Разберем еще одну задачу.

Задача 8.3. Саморазгружающаяся баржа

В гидростроительстве при перекрытиях русел рек и разного рода отсыпках под воду используют саморазгружающиеся (опрокидывающиеся) баржи, в частности, баржи, показанные на рис. 8.16[55]. Они состоят из двух отсеков плавучести 1 и 2 («нос» и «корма»), которые держат баржу на плаву. Между отсеками плавучести находится грузовой трюм 3, выполненный в виде трехгранной призмы. Стенки трюма имеют отверстия, в трюм всегда проходит вода (без этого трудно было бы опрокидывать баржу и возвращать ее в исходное положение). Вдоль корпуса с

[54] А.с. № 329 441.

[55] А.с. № 163 914.

обеих сторон расположены воздушные полости 4. Нижняя часть этих полостей открыта. Когда баржу нагружают, она оседает, вода поджимает воздух в воздушных полостях. Когда надо произвести разгрузку баржи, открывают кран 5, воздух выходит, вода заполняет одну бортовую полость, баржа опрокидывается. После того, как груз высыпался, вращающий момент, создаваемый килем 6, автоматически возвращает баржу в исходное положение.

Такие баржи решено было использовать на строительстве Асуанской плотины. В силу специфических условий потребовалось создать баржи грузоподъемностью 500 т. с низкой осадкой, то есть, более широкие и плоские. Построили модель баржи и обнаружили, что модель не возвращается в исходное положение.

Чтобы возвратить баржу в исходное положение, необходимо было делать киль тяжелее, но тогда придется все время возить «мертвый» груз. Чем тяжелее киль, тем меньше полезная грузоподъемность баржи. Как быть?

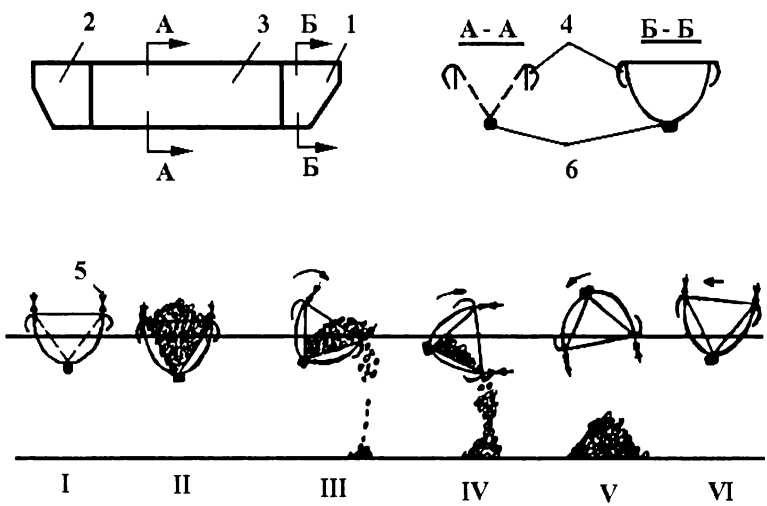


Рис. 8.16. Устройство и принцип работы саморазгружающейся баржи

Изобразим описанный процесс в виде модели маленьких человечков (рис. 8.17).

При анализе модели убеждаемся, что не справляются с возвращением баржи в исходное положение человечки противовеса. Идеальная модель данной задачи: «Человечки противовеса сами возвращают баржу в исходное положение, не увеличивая свой вес. Или легкий противовес возвращает баржу в исходное положение».

На первый взгляд такое решение противоречит законам природы. Возникает противоречие: «Человечков противовеса должно быть много, чтобы возвратить

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov



Рис. 8.17. Модель исходной задачи о барже с помощью метода ММЧ

баржу в исходное положение, и должно быть мало (или вообще их быть не должно), чтобы не возить «мертвый груз».

Выход – увеличивать массу человечков противовеса за счет кого-то другого, имеющегося рядом.

Увеличивая массу за счет человечков груза, мы, конечно, перевернем баржу, но они станут человечками противовеса, и опять придется возить лишний груз то есть снижать общую грузоподъемность баржи. Таким образом, человечки груза нам не помогли.

Попробуем использовать человечков жидкости. Если они присоединятся к небольшому количеству человечков противовеса, то они смогут возвращать баржу в исходное положение.

В воде же они не будут создавать дополнительной массы. Значит, такое решение годится. Остается только подумать, как задержать человечков жидкости около человечков противовеса (рис. 8.18).



Рис. 8.18. Модель решения задачи о барже с помощью метода ММЧ

Технически такое решение осуществляется в виде полого киля (рис. 8.19).

Саморазгружающаяся баржа выполнена с балластной килевой цистерной, имеющей отверстия в наружных стенках, постоянно сообщающиеся с забортным пространством[56]. Это может быть, например, труба.

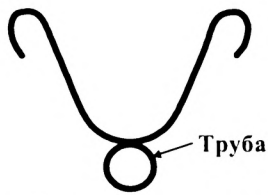


Рис. 8.19. Устройство усовершенствованной саморазгружающейся баржи

Задача 8.4. Подводная мина

Во время Второй Мировой войны возникла проблема, как сделать, что бы противник не обнаружил поставленную подводную мину?

Подводная мина в те времена представляла собой сферу, начиненную взрывчаткой, а взрыватели были выполнены в виде «рожек» (рис. 8.20). Мина имеет положительную плавучесть. Она прикреплялась к якорю с помощью троса (минрепа), так чтобы она оставалась на глубине осадки корабля.

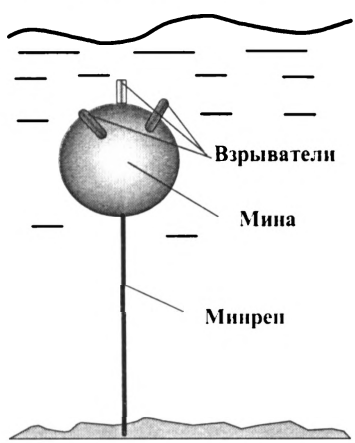


Рис. 8.20. Подводная мина

[56] А.с. № 175 636

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Мины вылавливают с помощью специальных кораблей - тральщиков. Между двумя тральщиками натянут трос (трал). Трос заглубляется с помощью специальных заглубителей. Трос трала подходит к тросу минрепа (рис. 8.21). Когда в трал попадает мина (трос трала движется по тросу минрепа), то специальным ножом или взрывным устройством, обрывается минреп. Мина всплывает, и ее расстреливают.

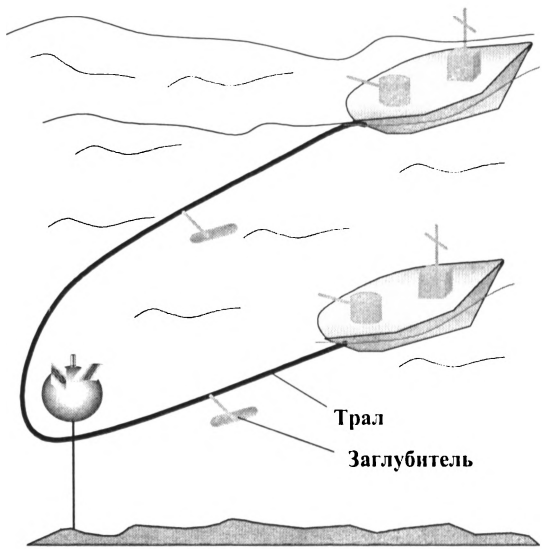


Рис. 8.21. Траление подводных мин

Напомним, что нам необходимо, чтобы противник не смог обнаружить и уничтожить поставленные нами мины. Таким образом, необходимо, что бы трос трала «А» прошел сквозь трос минрепа «В» и не разорвал бы его (рис. 8.22).

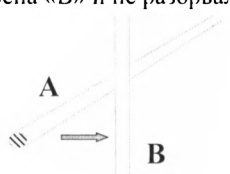


Рис. 8.22. Схема прохождения тросов

Воспользуемся методом ММЧ. Представим себе трос В в виде последовательно соединенных маленьких человечков, а трос А оставим в том же виде (рис. 8.23).

Человечки имеют между собой две связи (две руки и две ноги). Сначала они отпускают одну связь, и трос проходит внутрь. Затем они снова восстанавливают

эту связь и далее разрывают другую связь. В это время трос выходит с другой стороны (рис. 8.24).

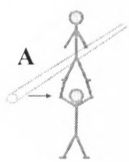


Рис. 8.23. Модель задачи

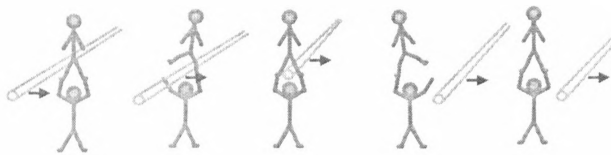


Рис. 8.24. Модель решения

Одно из возможных технических решений показано на рис. 8.25.

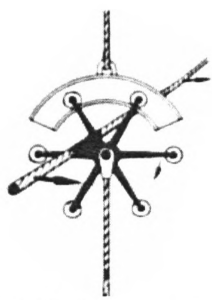


Рис. 8.25. Схема решения[57]

8.2. Теория развития творческой личности

Авторы **теории развития творческой личности (ТРТЛ)** – Г. С. Альтшуллер и И. М. Верткин (п. 8.4 [32-38], [40-42]). Разработаны качества творческой личности, основные концепции ее развития, жизненная стратегия развития творческой личности (ЖСТЛ-3) (п. 8.4 [37, 38]), деловая игра: «внешние обстоятельства творческая личность», идеальная творческая стратегия (концепция «максимального движения вверх»), задачник по курсу ТРТЛ (п. 8.4 [40]), сводная картотека к ЖСТЛ-3.

Опишем только качества творческой личности:

1. **Достойная Цель**;
2. **Комплекс реальных рабочих планов достижения цели и регулярный контроль за выполнением этих планов**;
3. **Высокая работоспособность и выполнение намеченных планов**;
4. **Хорошая техника решения задач**;

---

[57] Рисунок 10.24 из книги **Селюцкий А. Б., Слугин Г. И. Вдохновение по заказу**. Уроки изобретательства. Петрозаводск, «Карелия», 1977. С. 165-166.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

5. **Способность отстаивать свои идеи – «умение держать удар»**;
6. **Результативность**.

Разберем эти качества немного подробнее.

8.2.1. Достойная Цель

Основные критерии Достойной Цели[58]:

1. Новизна. Цель должна быть новой. Она может быть и старой, но тогда новыми должны быть средства ее достижения. Достойная Цель положительна, добра, направлена на развитие жизни.

2. Общественная полезность. Достойная Цель положительна, добра, направлена на развитие жизни.

3. Конкретность. Не общие благие намерения, но четкий комплекс задач, к решению которых можно приступить хоть завтра.

4. Значительность. Может быть, следовало сказать смелее: Достойная Цель должна быть великой, ибо ее достижение оплачивается великим трудом, а иногда и жизнью.

5. Еретичность. Достойная Цель опережает свою эпоху, поэтому зачастую воспринимается как ересь, как нечто невероятное, неосуществимое. Она и в самом деле иногда недостижима, особенно в своей первоначальной формулировке.

6. Практичность. Продвижение к Цели все время должно давать частичные конкретные результаты. Самая недостижимая Цель может приносить реальную пользу.

7. Независимость. Большие коллективы нужны, когда Цель частично достигнута и перестала быть ересью. Поначалу же работу ведут одиночки или небольшие группы. Поэтому достижение Цели (хотя бы в первом приближении), как правило, доступно одиночным исследователям и не требует сложного и дорогого оборудования, которое «по карману» лишь большим коллективам.

Пример 8.8. Нурбей Гулиа

Пятнадцатилетний школьник Нурбей Гулиа решил создать сверхемкий аккумулятор. Работал в этом направлении более четверти века. Пришел к выводу, что искомый аккумулятор - маховик; начал делать маховики - своими силами, дома. Год за годом совершенствовал маховик, решил множество изобретательских задач. Упорно шел к цели (один штрих: а.с. 1 048 196 Гулиа получил в 1983 году – по заявке, сделанной еще в 1964 году; 19 лет борьбы за признание изобретения!).

---

[58] **Альтшуллер Г. С., Верткин И. М. Как стать еретиком. Жизненная стратегия творческой личности.** Как стать еретиком / Сост. А. Б. Селюцкий. – Петрозаводск: Карелия, 1991. С. 15-16.

В конце концов, Гулиа создал супермаховики, превосходящие по удельной запасаемой мощности все другие виды аккумуляторов.

8.2.2. Рабочие планы

Цель остается смутной мечтой, если не будет разработан пакет планов – на 10 лет, на 5 лет, на год. И если не будет контроля за выполнением этих планов - каждый день, каждый месяц.

В идеале нужна система[59], которой придерживался биолог А.А. Любищев. Это регулярный учёт выработанных часов, планомерная борьба с потерями времени.

В большинстве случаев планы включают приобретение знаний, необходимых для достижения цели. Часто эти знания оказываются за пределами имеющейся специальности – приходится начинать с нуля.

Пример 8.9. Микалоюс Константинас Чюрлёнис

М. К. Чюрлёнис (Николай Константинович Чюрлёнис, Mikalojus Konstantinas Čiurlionis), задумав синтез музыки и живописи, пошёл в начальную художественную школу (а был он к этому времени высококвалифицированным профессиональным музыкантом): вместе с подростками осваивал азы живописи (п. 8.4 [25]).

8.2.3. Работоспособность

Должна быть солидная ежедневная «выработка» – в часах или единицах продукции. Только на вспомогательную работу – составление личной картотеки – нужно около трёх часов в день.

Пример 8.10. Картотека В. А. Обручева

Картотека В. А. Обручева содержала 30 пудов аккуратно исписанных листков тетрадного формата.

Пример 8.11. Картотека Ж. Верна

После Ж. Верна осталась картотека в 20 000 тетрадок.

8.2.4. Техника решения задач

На пути к цели обычно необходимо решить десятки, иногда сотни изобретательских задач. Нужно уметь их решать.

Пример 8.12. Огюст Пикар

Биографы Огюста Пикара пишут: «Изобретение батискафа коренным образом отличается от множества прочих изобретений, зачастую случайных и, во всяком

[59] Эта система описана Д. Граниным в книге «Эта странная жизнь» http://lib.ru/PROZA/GRANIN/strange.txt и в **Альтшуллер Г. С. О системе А. А. Любищева**, 1978. http://www.altshuller.ru/engineering3.asp.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

случае, интуитивных. К своему открытию Пикар пришёл только благодаря систематическим, продуманным поискам решения»[60]...

Разумеется, во времена Пикара не было ТРИЗ, но создатель стратостата и батискафа умел видеть технические противоречия и владел неплохим - даже по современным меркам – набором приемов. Не случайно многие задачи, решенные в свое время Пикаром, прочно вошли в задачники ТРИЗ – в качестве учебных упражнений.

8.2.5. Умение держать удар

Пример 8.13. Огюст Пикар

Сорок лет прошло от мечты о спуске под воду до реального спуска первого батискафа. За эти годы Огюсту Пикару довелось испытать многое: нехватку средств, издевки журналистов, сопротивление морских специалистов. Когда, наконец, удалось подготовить батискаф к «Большому погружению» (спуску на максимальную глубину океана), Пиккару было почти 70 лет, он вынужден был отказаться от личного участия в погружении: батискаф повёл его сын Жак. Пиккар, однако, не сдался. Он начал работу над новым изобретением: батискафом, аппаратом для исследования средних глубин.

8.2.6. Результативность.

Если есть перечисленные выше пять качеств, должны быть частичные положительные результаты уже на пути к цели. Отсутствие таких результатов – тревожный симптом. Нужно проверить, правильно ли выбрана цель, нет ли серьезных просчетов в планировании.

8.3. Теория развития творческих коллективов

Теория развития коллективов разрабатывается авторами Б. Л. Злотиным, А. В. Зусман и Л. А. Капланом[61]. Выявлены этапы и циклы развития коллективов, закономерности их развития, механизмы торможения развития коллективов и принципы предотвращения застойных явлений в коллективе.

Жизнь коллектива развивается по S-образной кривой (см. рис. 4.1). На каждом этапе имеются свои закономерности развития, противоречия и способы их разрешения.

На этапе I появляется новое Дело, которое, как правило, создавалось одним человеком – лидером коллектива. Коллектив этого этапа небольшой и вокруг них собираются энтузиасты.

---

[60] **Лятиль П., Ривуар Ж. С небес в пучины моря**. – М.: Гидрометеоиздат, 1967. – С. 54.

[61] **Злотин Б. Л., Зусман А. В., Каплан Л. А. Закономерности развития коллективов**. – Кишинев: МНТЦ «Прогресс», 1990.

Этап II развития коллектива начинается, когда общество осознает полезность нового Дела. Коллектив быстро разрастается, поэтому Дело быстро разворачивается, но темы роста уменьшаются. Рост идет экстенсивным путем. Количество энтузиастов уменьшается, снижение уровня демократизации в коллективе. Лидер (творческая личность) заменяется на администратора, появление формальной структуры и бюрократизации. Начинается «порча» коллектива.

Этап III – массовый выпуск продукции, вкладывание все больших средств, а отдача уменьшается. Идут реорганизации коллектива. Коллектив в основном занимается своими проблемами, а не Делом.

На IV этапе – Дело прекращается, коллектив распадается.

Для каждого этапа имеются механизмы торможения и развития коллектива.

8.4. Литература

8.4.1. Методы развития творческого воображения

1. **Альтов Г. Регистр современных научно-фантастических идей**. 1964-1997. http://www.altshuller.ru/rtv/sf-register.asp.

2. **Альтов Г. Гадкие утята фантастики.** //Полюс риска: Сб. научно-фантаст. рассказов. – Баку: Гянджлик, 1970. – С. 201-226. http://www.altshuller.ru/rtv/rtv18.asp#link3.

3. **Альтшуллер Г. С. Фантограммы.** 1971. http://www.altshuller.ru/rtv/rtv5.asp.

4. **Альтшуллер Г. С. Психологические барьеры.** – Альтшуллер Г. С. Алгоритм изобретения. 2-е изд. – М: Московский рабочий, 1973. – С. 237-250.

5. **Альтшуллер Г. С. Сила фантазии.** – Альтшуллер Г. С. Алгоритм изобретения. 2-е изд. – М: Московский рабочий, 1973. – С. 251-258. http://www.altshuller.ru/rtv/science-fiction2.asp.

6. **Альтшуллер Г. С. Магический кристалл фантазии.** – Знание-сила, 1974, №2. http://www.altshuller.ru/rtv/rtv9.asp.

7. **Альтшуллер Г. С. Этюды о фантазии.** 1978. http://www.altshuller.ru/rtv/rtv4.asp.

8. **Альтшуллер Г. С. Маленькие-маленькие человечки** (эпизод первый). **Подозрительно простая задача** (эпизод пятый) – **Селюцкий А. Б., Слугин Г. И. Вдохновение по заказу.** Уроки изобретательства. – Петрозаводск: Карелия, 1977. – 190 с. (С. 151-155, 165-166).

9. **Альтшуллер Г. С. На пыльных тропинках далеких планет** (эпизод второй). – **Селюцкий А. Б., Слугин Г. И. Вдохновение по заказу**. Уроки изобретательства. – Петрозаводск: Карелия, 1977. – 190 с. (с. 155-158).

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

10. **Альтшуллер Г. С. Еще раз о золотой рыбке** (эпизод третий). – **Селюцкий А. Б., Слугин Г. И. Вдохновение по заказу.** Уроки изобретательства. – Петрозаводск: Карелия, 1977. – 190 с. (С. 158-162).

11. **Альтшуллер Г. С. «Начнем с увеличения в Миллиард раз ...»** (эпизод четвертый) **- Селюцкий А. Б., Слугин Г. И. Вдохновение по заказу.** Уроки изобретательства. – Петрозаводск: Карелия, 1977. – 190 с. (С. 162-165).

12. **Гарина-Домченко А. Н., Галышева А. С., Злотин Б. Л., Канер В. Ф., Литвин С. С., Петров В. М. Учебно-методические материалы по основам технического творчества для средних профессионально-технических училищ.** – Л.: ВНИИ Профтехобразования. 1979. – 212 с.

13. **Альтшуллер Г. С., Селюцкий А. Б. Крылья для Икара**: Как решать изобретательские задачи. – Петрозаводск: Карелия, 1980. – 224 с. (С. 151-162).

14. **Альтшуллер Г. С. Эта удивительная фантазия** – Техники и наука. – 1980, № 5. – С. 26 - 27. http://www.altshuller.ru/rtv/rtv10.asp.

15. **Злотин Б., Литвин С. Урок фантазии**. Альманах «Хочу Всё Знать», Л., Детская Литература, 1980.

16. **Жуков Р. Ф., Петров В. М. Современные методы научно-технического творчества** (на примере предприятий судостроительной промышленности). Учебное пособие. – Л.: ИПК СП, 1980. – 88 с. (С. 76-86). http://trizfido.narod.ru/00/petrov.htm.

17. **Альтшуллер Г. С. Метод ММЧ, или некоторые хитрости, подсказывающие, как изменять технический объект.** – «Техника и наука», 1981, №5. – с.18. http://www.altshuller.ru/triz36.asp.

18. **Альтов Г. Амнуэль П. Шкала «Фантазии-2».** – Свердловск: ВИПК Минцветмет., 1982. – 9 с. http://www.altshuller.ru/rtv/rtv7.asp.

19. **Альтшуллер Г. С. Об использовании шкалы «Фантазия» в курсе РТВ**, 1982 http://www.altshuller.ru/rtv/rtv2.asp .

20. **Альтшуллер Г. С. К истории курса по РТВ.** Справка по курсу РТВ. 1982. http://www.altshuller.ru/rtv/rtv6.asp.

21. **Жуков Р. Ф., Петров В. М. Совершенствование стиля работы изобретателей.** – Л.: ИПК СП, 1982. – 38 с.

22. **Альтшуллер Г. С. Научно-фантастическая литература.** Что читать? 1984. http://www.altshuller.ru/science-fiction0.asp.

23. **Злотин Б., Литвин С. Фантазия по формулам**. Альманах «Хочу Всё Знать». – Л., Детская Литература, 1984.

24. **Альтшуллер Г. С. Лед логики, пламень фантазии.** – Альтшуллер Г. С. Найти идею. Введение в теорию решения изобретательских задач. – Новосибирск: Наука, 1986. – С. 124-131.

25. **Альтшуллер Г. С. О Чюрлёнисе (системное мышление в живописи).** 1986. http://www.altshuller.ru/rtv/rtv8.asp.

26. **Альтшуллер Г. С. Лунные паруса.** Теория и практика развития творческого воображения. 19 апреля 1987 (рукопись). http://www.altshuller.ru/rtv/rtv21.asp.

27. **Альтшуллер Г. Фантограмма.** – Злотин Б. Л., Зусман А. В. Месяц под звездами фантазии. – Кишинев: Лумина, 1988. – С. 112-114. http://www.altshuller.ru/rtv/rtv3.asp.

28. **Злотин Б. Л., Зусман А. В. Месяц под звездами фантазии**. – Кишинев: Лумина, 1988, 271 с.

29. **Злотин Б. Л., Зусман А. В. Изобретатель пришел на урок**. – Кишинев: Лумина, 1990, 246 с.

30. **Альтшуллер Г. Краски для фантазии.** Прелюдия к теории развития творческого воображения. – **Шанс на приключение** / Сост. А. Б. Селюцкий. – Петрозаводск: Карелия, 1991. 304 с.– (Техника-молодежь-творчество).

31. **Ступенчатое конструирование** URL: http://www.alterozoom.com/documents/10571.html.

8.4.2. Теория развития творческой личности

32. **Альтшуллер Г. С., Верктин И. М. Как стать еретиком:** Жизненная стратегия творческой личности. – Как стать еретиком / Сост. А. Б. Селюцкий. – Петрозаводск: Карелия, 1991. – С. 9-184.

33. **Альтшуллер Г. С., Верткин И. М. Как стать гением**: Жизненная стратегия творческой личности. – Минск: Беларусь, 1994. – 479 с.

34. **Альтшуллер Г. С., Верткин И. М. Идеальная творческая стратегия**: концепция «максимального движения вверх» и перечень актуальных разработок. – Альтшуллер Г. С., Верткин И. М. Как стать гением. – Минск: Беларусь, 1994. – С. 453 – 468 http://www.altshuller.ru/trtl/trtl2.asp.

35. **Альтшуллер Г. С. Учить талантливому мышлению**.

Альтшуллер Г. С. Найти идею. Введение в теорию решения изобретательских задач. – Новосибирск: Наука, 1986, 209 с. (С. 173-186) http://www.altshuller.ru/trtl/trtl1.asp.

36. **Альтшуллер Г. С. Фонд достойных целей**. 1985 http://www.altshuller.ru/trtl/trtl4.asp.

37. **Альтшуллер Г. С., Верткин И.М. Введение в ЖСТЛ** http://www.altshuller.ru/trtl/heretic1.asp.

38. **Альтшуллер Г. С., Верткин И. М. Перечень ходов ЖСТЛ**. – Альтшуллер Г. С., Верткин И. М. Как стать гением. – Минск: Беларусь, 1994. – С. 479. http://www.altshuller.ru/trtl/heretic2.asp.

39. **Альтшуллер Г. С. О системе А. А. Любищева**. Баку, 1978 http://www.altshuller.ru/engineering3.asp.

40. **Альтшуллер Г. С., Верткин И. М. Задачник по курсу ТРТЛ**. Баку, 1987 http://www.altshuller.ru/trtl/trtl0.asp.

41. **Альтшуллер Г. С., Верткин И. М. «Порча» школы ход внешних обстоятельств**. – Альтшуллер Г. С., Верткин И. М. Как стать гением. – Минск: Беларусь, 1994. – С. 300. http://www.altshuller.ru/trtl/trtl65a.asp.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

42. **Альтшуллер Г. С., Верткин И. М. Заключение**. – Альтшуллер Г. С., Верткин И. М. Как стать гением. – Минск: Беларусь, 1994. – С. 469 – 474 http://www.altshuller.ru/trtl/heretic0.asp.

8.4.3. Развитие творческих коллективов

43. **Злотин Б. Л., Зусман А. В., Каплан Л. А. Закономерности развития коллективов**. – Кишинев: МНТЦ «Прогресс», 1990.

8.5. Самостоятельная работа

8.5.1. Вопросы для самопроверки

1. Что входит в методы развития личности и коллективов.
2. Каково назначение курса развития творческого воображения (РТВ)?
3. Какова структура курса РТВ?
4. Назовите приемы РТВ. Опишите их.
5. Назовите методы РТВ. Опишите их.
6. Что такое оператор РВС? Что такое параметрический оператор? В чем их отличие?
7. Что такое метод моделирования маленькими человечками? Опишите правила пользования методом.
8. Что такое теория развития творческой личности? Опишите её основные понятия.
9. Что такое теория развития творческих коллективов? Опишите её основные понятия.

8.5.2. Темы докладов и рефератов

1. История развития курса РТВ.
2. Опишите шкалу «Фантазии» и способы ее применения.
3. Пример становления и жизни творческой личности. Выберите любую творческую личность и определите этапы ее становления и творчества.
4. Пример становления и деятельности творческого коллектива. Выберите любой творческий коллектив и определите этапы его становления и деятельности.

8.5.3. Выполните задания

1.1.1. Методы развития творческого воображения.

Регулярно развивайте творческое воображение. Желательно каждый день выбрать один из методов или приемов развития творческого воображения и применить его. Такая тренировка займет у

вас не больше10-15 минут в день. Чередуйте приемы и методы. Постарайтесь использовать все приемы и методы

1.1.2. Постоянно читайте научно-фантастическую литературу (НФЛ). При чтении оценивайте фантастические идеи по шкале «Фантазия».

1.1.3. Примените приемы РТВ для получения фантастических идей:

1.1.3.1. Объект – **дом**. Примените прием «**наоборот**». Опишите «антидом», его подсистемы и надсистему. Как жить в «антидоме»? Кто его обитатели? Опишите их жизнь. Как это может изменить привычную для нас жизнь?

1.1.3.2. Объект – **фотография**. Примените прием «**оживление**». Опишите фантастическую «живую» фотографию. Как можно использовать такую фотографию? Как изменится фотоаппаратура? Как это повлияет на людей и общество в целом?

1.1.3.3. Объект – **кресло**. Примените прием «**динамизации – статики**». Как изменится кресло? Как изменится способ сидения на нем? Как такое кресло повлияет на человека, использующего его?

1.1.3.4. Объект – **мобильный телефон**. Примените прием «**увеличение – уменьшение**». Как изменится мобильный телефон? Как изменится способ его применения? Как такой телефон повлияет на человека, использующего его? Как изменится инфраструктура?

1.1.3.5. Объект – **тренажерный зал**. Примените прием «**ускорение – замедление**». Как изменится тренажеры? Как изменится способ их применения? Как это повлияет на человека, использующего его? Как изменится общество?

1.1.3.6. Объект – **кухня**. Примените прием «**смещение**». Как изменятся инструменты для приготовления пищи? Как изменятся способы приготовления пищи? Как это повлияет на человека? Как изменится общество?

1.1.3.7. Объект – **телевизор**. Примените приемы «**дробление – объединение**», «**смещение**» и «**оживление**». Примените их в отдельности и вместе. Как изменятся телевизор? Как изменятся способы передачи изображения и просмотра телепередач? Как это повлияет на человека? Как изменится инфраструктура? Как это повлияют на общество?

1.1.3.8. Выберете произвольно объект изменения. Выберете прием. Произведите изменения. Как использовать эти идеи? Как

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

они повлияют на людей и общество? Попробуйте применить любую комбинацию приемов.

1.1.4. Примените метод фантограм к роботу. Как изменится робот? Как это повлияет на окружающих? Как изменится общество?

1.1.5. Примените метод ступенчатого конструирования к подземоходу.

1.1.6. Примените метод ассоциаций к понятиям **техническая система** (например, компьютер) и **живой организм** (например, человек).

1.1.7. Примените **метод тенденций** к тенденциям: **1) увеличение сердечных заболеваний** и **2) путешествия в космос.** Продолжите тенденции. Найдите и разрешите противоречия.

1.1.8. Примените метод золотой рыбки к понятию **самовоспроизводящая техническая система**.

1.1.9. Примените метод выявления скрытых свойств к **холодильнику**.

1.1.10. Примените метод взгляд со стороны к понятию **кошка**.

1.1.11. Примените метод изменение системы ценностей к объекту **шишка**.

1.1.12. Примените метод ситуационного задания. Задание осуществляется несколькими людьми, как минимум вдвоем. Ведущий должен придумать ситуацию, а остальные выявить, что представляет собой «черный ящик. В качестве ситуаций может быть выбрана загадка, рассказ, анекдот и т. п.

1.1.13. Примените оператор РВС к бритве.

1.1.14. Примените метод ММЧ к решению задач, изложенных в главах 3-7.

1.1.15. Теория развития творческой личности.

- оцените, удовлетворяете ли вы всем качествам творческой личности;
- выберете качества, которым вы не удовлетворяете, и составьте программу по приобретению этих качеств;
- постоянно тренируйтесь в улучшении всех качеств творческой личности.

1.1.16. Теория развития творческих коллективов.

- оцените ваш коллектив;
- разработайте план по развитию вашего коллектива;
- подумайте, что вы можете сделать для развития вашего коллектива.

Глава 9. Заключение

Введение

1. Традиционная технология решения задач
2. Обзор ТРИЗ
3. Системный подход
4. Законы развития систем
5. Вепольный анализ
6. АРИЗ
7. Информационный фонд
8. Методы развития личности и коллектива
9. Заключение

Мы находимся здесь, чтобы внести свой вклад в этот мир. Иначе зачем мы здесь?

Стив Джобс

Содержание главы 9:

9.1. Рекомендации по использованию инструментов ТРИЗ.
9.2. Рекомендации по совершенствованию знаний ТРИЗ
9.3. Отработка навыков.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

9.1. Рекомендации по использованию инструментов ТРИЗ

Выше были описаны основные инструменты ТРИЗ. Рассмотрим, как эффективнее их использовать при решении задач. Последовательность использования представлена в виде алгоритма (рис. 9.1).

Сначала следует выяснить ***известен ли*** для решателя этот ***тип задачи***.

Если он ***известен***, то это ***стандартная задача*** и *известен вид противоречия*, присущей данной задаче. Такую задачу решают с помощью **информационного фонда** (*стандарты, эффекты, приемы* и *ресурсы*).

Если ***неизвестен*** для решателя этот ***тип задачи***, то это ***нестандартная задача*** и *неизвестен вид противоречия*, присущей данной задаче. Такую задачу решают с помощью **АРИЗ** или **вепольного анализа**.

Первоначально рекомендуется использует не весь АРИЗ, а только логику АРИЗ (п. 6.6). Если решение не получено, то переходят к разбору задачи по всем пунктам АРИЗ.

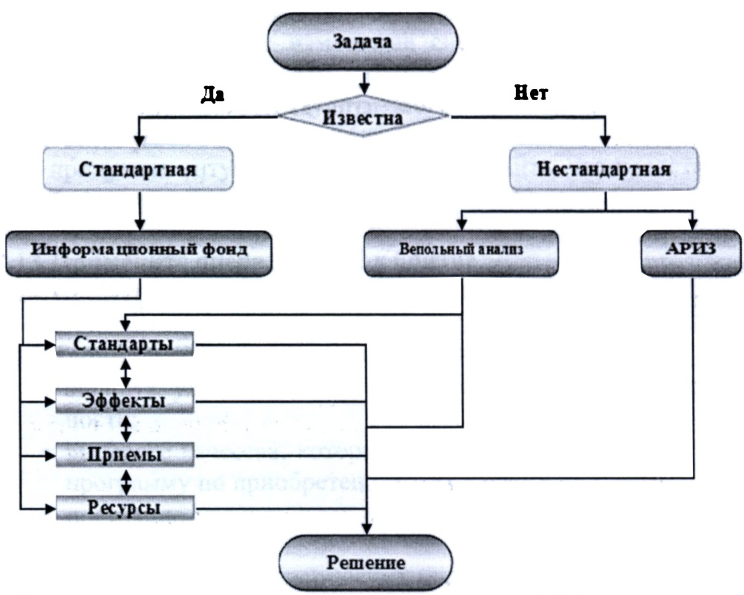


Рис. 9.1. Алгоритм применения инструментов ТРИЗ для функции решение задач

9.2. Рекомендации по совершенствованию знаний ТРИЗ

Цель данной книги – познакомить читателя с основными элементами ТРИЗ и дать материал для практического использования.

Как известно, овладение любым предметом происходит в три этапа:

- знания;
- умения;
- навыки.

Прочитав книгу, Вы получили только некоторые *знания* о ТРИЗ, но теория без практики мертва. Нельзя научиться плавать на берегу, пользуясь самым лучшим учебником. *Умения* вырабатываются практикой. Неоднократное применение конкретных элементов приводит к автоматизму этих действий -- получению *навыков*.

Если вы хотите получить не только навыки в использовании ТРИЗ, но изменить свое мышление, сделать его *изобретательским*, ТРИЗным, то необходима кропотливая направленная работа. Вам будет необходимо не только выполнить нижеследующие рекомендации, но и почти ежедневно целенаправленно развивать мышление.

Имеются определенные составляющие изобретательского мышления (п. 2.6):

1. Системное мышление;

2. Эволюционное мышление;

3. Мышление через противоречия;

4. Мышление через ресурсы (ресурсное мышление);

5. Мышление по моделям;

6. **Развитие творческого воображения** (РТВ).

Под ***системным мышлением*** автор понимает умение видеть составные части системы, ее *элементы*, *иерархию системы*, *взаимовлияние* элементов системы и системы с надсистемой и окружающей средой, учет изменений *во времени* и *по условию*, *историческое развитие*, цепочку по *постановке цели*, *выявление потребностей*, построение *функциональной модели*, дерева *принципов действия*, *системный уровень*.

Эволюционное мышление имеет две составляющие:

а) Выявление закономерностей развития (трендов) в любых явлениях, например, как это делается в тестах на логику или IQ (например, последовательность: треугольник, квадрат, пяти угольник… что дальше?).

б) Использование законов развития систем для развития конкретной системы.

Мышление через противоречия – предусматривает выявление и разрешение противоречий.

Ресурсное мышление – это умение выявлять и использовать ресурсы.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Моделирование – это умение решать задачи с помощью моделирования. Моделирование с помощью веполей, маленьких человечков компонентно-структурное и функциональное моделирование. Помимо различных методов мыслительного моделирования желательно выполнять простейшие модели из картона, пластилина и т. д. Желательно использовать различные виды математического и компьютерного моделирования.

РТВ нацелено на ***управление психологической инерцией.*** Для развития творческого воображения используются все известные приемы и методы (п. 8.1). Можно развивать также другие виды воображения: *зрительное*, *слуховое*, *обонятельное*, *вкусовое*, тактильное (*осязательное*), *кинестетическое*, *температурное* (термоцепция), *эквибриоцептическое* (чувство равновесия), *проприоцепция* — или «осознание тела». Эти виды воображения в отдельности или комплексно могут значительно расширить творческое воображение человека.

Примените каждый из перечисленных инструментов для развития окружающих вас предметов, процессов и понятий. Эта работа должна для вас стать привычной и ежедневной. Такой же, как для спортсмена тренировки или репетиции для музыканта.

Используйте систему законов для развития существующих объектов, попробуйте предсказать объекты будущего. Вдумчиво и неторопливо используйте каждый из законов. Первоначально обращайте особое внимание на оригинальность идеи, а не на ее осуществимость. Для развития практического мышления необходимы специальные упражнения. Не пытайтесь их объединять, хотя бы на начальном периоде развития изобретательского мышления.

При решении задач по логике АРИЗ обращайте, прежде всего, внимание на ее соблюдение. Если разбор задачи не соответствует логике АРИЗ, вернитесь к тому месту, где произошел «сбой» и разберите задачу еще раз. Делайте это до тех пор, пока ваш разбор задачи не будет полностью соответствовать логике АРИЗ. Первоначально это лучше проделывать с задачами, где известен ответ.

Чередуйте тренировку каждого из методов и приемов РТВ.

Тренировки по развитию навыков изобретательского мышления не должны быть большими (10-20 мин в день), но частыми – в идеале каждый день.

Хотелось бы дать некоторые рекомендации по способам приобретения навыков в указанных направлениях.

9.3. Отработка навыков

Рекомендации по усовершенствованию знаний, умений и навыков:

1. Освоение материала требует неоднократного внимательного прочтения книги.

Прорешайте самостоятельно все задачи и разберите примеры. Ответы на задачи и примеры вы уже знаете. При повторном разборе обращайте основное внимание на правильность применения инструмента – на методическую сторону, а не на получение ответа. Так вы будете оттачивать умения пользования инструментом.

Попробуйте решить задачи и примеры, используя другие инструменты ТРИЗ, нежели описано в данном разделе.

Найти другие, может быть еще лучшие решения, чем приведенные в книге.

2. Прочитайте и проработайте другие книги, указанные в списке литературы по ТРИЗ.

3. Проработайте материалы, имеющиеся на основных сайтов по ТРИЗ в Internet (см. Приложение 2).

4. Решите практические задачи из вашей или смежной области деятельности. Постарайтесь решить задачи ваших знакомых.

Цели, которые вы хотите достичь с помощью ТРИЗ, могут быть самые разнообразные. Рассмотрим некоторые, часто встречающиеся, из них:

1. Решать задачи, прогнозировать развитие систем, получать перспективные решения.

Решать задачи из:

- своей области знаний (чаще всего это относится к технике);
- смежных областей знаний;
- любой области знаний.

Прогнозировать развитие систем:

- прогноз в своей области знаний (чаще всего это относится к технике);
- прогноз в смежных областях знаний;
- прогноз в любой области знаний.

2. Преподавать ТРИЗ.

ТРИЗ можно преподавать детям и взрослым для разных специальностей. Курсы могут быть ознакомительные, основные, продвинутые, профессиональные, специальные и повышения квалификации.

Помимо знания ТРИЗ, преподаватель должен знать педагогику, психологию и обладать навыками ораторского искусства.

3. Заниматься исследованиями и разработками в ТРИЗ.

Если вы хотите углубить свои знания и умения по разделам ТРИЗ, описанным в книге, то вам, в первую очередь, следует серьезно проработать все разделы, описанные во введении.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Если вы собираетесь стать преподавателем ТРИЗ, то вам помимо отличного знания всех разделов ТРИЗ и навыков в их использовании, необходимы навыки ораторского искусства, лекторского мастерства, знания основ педагогики и психологии общения. Кроме того, должен использоваться системный подход в подготовке и проведении занятий.

Исследователю ТРИЗ, помимо перечисленных умений и навыков, необходимы наблюдательность, умение анализировать, сжимать и систематизировать информацию, выдвигать новые, даже кажущиеся на первый взгляд «бредовые идеи», умение развивать, обосновывать их.

Любому человеку, занимающемуся ТРИЗ, необходимо вести **личную картотеку**. Как правило, первоначально картотека содержит примеры к различным разделам ТРИЗ. Эта работа достаточно кропотливая, так для получения интересующей вас информации приходится «прорабатывать» много литературы и проводить часы в Internet. В дальнейшем в картотеку включают новые идеи, нерешенные задачи, анализ решенных задач, методические и исследовательские материалы.

ТРИЗ постоянно развивается и проникает в другие области знаний. Полагаем, что одним из исследователей и разработчиком ТРИЗ будете вы дорогой читатель.

Желаем вам больших успехов в расширении своих творческих возможностей.

Вопросы, замечания и предложения можно посылать по адресу:

Vladimir Petrov E-mail: vladpetr@013net.net.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Osborn A. F. Applied imagination**: *Principles and Procedures of Creative Problem Solving*. New-York, Charles Scribner's Sons, 1953. OCLC 641122686.
2. **Альтшуллер Г. С., Шапиро Р. Б. Психология изобретательского творчества.** – Вопросы психологии, 1956, №6. С. 37-49.
3. **Альтшуллер Г. С. Как научиться изобретать**. – Тамбов: Кн. изд., 1961. – 128 с.
4. **Альтшуллер Г. С. Основы изобретательства**. – Воронеж: Центрально-Черноземное кн. изд., 1964. – 240 с.
5. **Корнеев С. Алгебра и гармония**. – Тамбов: Кн. изд., 1964. – 64 с.
6. **Альтшуллер Г. С. Алгоритм изобретения**. – М: Московский рабочий, 1969. – 272 с.
7. **Диксон Дж. Проектирование систем: изобретательство, анализ и принятие решений:** Пер. с англ. – М.: Мир. – 1969.
8. **Эйлоарт Т. Приемы настройки творческого инженерного коллектива.** – Изобретатель и рационализатор, 1970, № 5. С. 28-30, 40.
9. **Альтшуллер Г. С. Уровни изобретений.** URL: http://www.altshuller.ru/triz/levels.asp
10. **Альтшуллер Г. С. Дополнительный список приемов.** URL: http://www.altshuller.ru/triz/technique1a.asp
11. **Таблица применения приемов разрешения технических противоречий** URL: http://www.altshuller.ru/triz/technique2.asp Сайт URL: http://www.triz40.com
12. **Альтшуллер Г. С. Алгоритм изобретения.** 2-е изд. – М.: Московский рабочий, 1973. – 296 с.
13. **Буш Г. Я. Методологические основы научного управления изобретательством**. – Рига: Лиесма, 1974. 168 с.
14. **Петров В. М. Парные приемы**. – Ленинград, 1974. – 24 с. URL: http://www.trizminsk.org/e/212002.htm.
15. **Альтшуллер Г. О прогнозировании развития технических систем**. – Баку, 1975. URL: http://www.altshuller.ru/triz/zrts3.asp.
16. **Альтшуллер Г. С. Стандарты на решение изобретательских задач.** 1975. URL: http://www.altshuller.ru/triz/standards1.asp
17. **Джонсон Дж. К. Инженерное и художественное проектирование**. Современные методы проектного анализа. Пер. с англ. М.: Мир, 1976. – 376 с.
18. **Кайков И. К. Реферат книги** «Gordon W.J.J. Sinectics: The Development of Creative Capacity – New York, 1961». URL: http://www.trizland.ru/trizba.php?id=79
19. **Альтшуллер Г. С. Творчество как точная наука**. Теория решения изобретательских задач. – М.: Сов. радио,1979. – 184 с. – Кибернетика.
20. **Альтшуллер Г. С., Селюцкий А. Б. Крылья для Икара**: Как решать изобретательские задачи. – Петрозаводск: Карелия, 1980. – 224 с.
21. **Жуков Р. Ф., Петров В. М. Современные методы научно-технического творчества**. – Л: ИПК СП, 1980. – 88 с.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

22. **Жуков Р. Ф., Петров В. М. Совершенствование стиля работы изобретателей.** – Л.: ИПК СП, 1982. – 38 с.
23. **Альтшуллер Г. С. и др. Профессия – поиск нового.** (Функционально-стоимостный анализ и теория решения изобретательских задач как система выявления резервов экономики). Г. С. Альтшуллер, Б. Л. Злотин, В. И. Филитов. – Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1985. – 196 с.
24. Текст АРИЗ-85-В. URL: http://www.altshuller.ru/triz/ariz85v.asp
25. **Альтшуллер Г. С. Найти идею.** Введение в теорию решения изобретательских задач. – Новосибирск: Наука, 1986. – 209 с.
26. **Джонсон Дж. К. Методы проектирования:** Пер. с англ. – 2-к изд., доп. – М.: Мир, 1986. – 326 с.
27. **Альтшуллер Г. С., Верткин И. Линии увеличения пустотности.** Баку, 1987. URL: http://www.altshuller.ru/triz/zrts5.asp
28. **Дерзкие формулы творчества**/Сост. А. Б. Селюцкий. – Петрозаводск: Карелия, 1987. – 269 с. - (Техника-молодежь-творчество).
29. **Нить в лабиринте**/Сост. А. Б. Селюцкий. – Петрозаводск: Карелия, 1988. – 277 с. - (Техника - молодежь - творчество).
30. **Правила игры без правил**/Сост. А. Б. Селюцкий. – Петрозаводск: Карелия, 1989. – 280 с. - (Техника - молодежь творчество).
31. **Поиск новый идей: от озарения к технологии** (Теория и практика решения изобретательских задач) / Г. С. Альтшуллер, Б. Л. Злотин, А. В. Зусман, В. И. Филитов. –Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1989. – 381 с.
32. **Злотин Б. Л., Зусман А. В., Каплан Л. А. Закономерности развития коллективов**. – Кишинев: МНТЦ «Прогресс», 1990.
33. **Как стать еретиком**/Сост. А. Б. Селюцкий. – Петрозаводск: Карелия, 1991. – 365 с.- (Техника - молодежь творчество).
34. **Шанс на приключение**/Сост. А. Б. Селюцкий. – Петрозаводск: Карелия, 1991. – 304 с. - (Техника - молодежь творчество).
35. **Указатель физических эффектов и явлений**. URL: http://www.gumer.info/bibliotek_Buks/Science/ukazat
36. **Злотин Б. Л., Зусман А. В. Методика прогнозирования чрезвычайных ситуаций, вредных и нежелательных явлений**. МНТЦ «Прогресс». Кишинев. – 1991 – 22 с. URL: http://www.metodolog.ru/00891/00891.html
37. **Тимохов В. И. Картотека биологических эффектов.** В помощь учителю биологии. – Гомель: Литературно-творческая лаборатория «ИКО», 1993. 47 с. URL: http://www.trizland.ru/trizba.php?id=154
38. **Альтшуллер Г. С., Верткин И. М. Как стать гением:** Жизн. стратегия творч. личности. – Мн: Белорусь, 1994. – 479 с.
39. **Альтшуллер Г. С. Фантограммы.** URL: http://www.altshuller.ru/rtv/rtv5.asp
40. **Ступенчатое конструирование** URL: http://www.alterozoom.com/documents/10571.html
41. **Амнуэль П. ТРИЗ как наука фантазировать** URL: http://www.trizminsk.org/e/rtv/ .http://amnuel.info/

42. **Альтов Г., Амнуэль П. Шкала «Фантазия-2»**. URL: http://www.altshuller.ru/rtv/rtv7.asp
43. **Саламатов Ю. П. Система законов развития техники** (основы теории развития технических систем). Изд. 2-е испр. и доп. Книга для изобретателя изучающего ТРИЗ. Institute of Innovative Design: Красноярск, 1996. URL: http://www.trizminsk.org/e/21101400.htm
44. **Петров В. Алгоритм решения изобретательских задач.** Учебное пособие. – Тель-Авив, 1999. URL: http://www.trizland.ru/trizba.php?id=105
45. **Петров В. Базовый курс по теории решения изобретательских задач.** – Тель-Авив, 2000. URL: http://www.twirpx.com/file/158223/
46. **Петров В. Структурный вещественно-полевой анализ**. URL: http://www.trizland.ru/trizba.php?id=111
47. **Vladimir Petrov. The Laws of System Evolution**. TRIZ Futures 2001. 1st ETRIA Conference 2001. – The TRIZ Journal URL: http://www.triz-journal.com/archives/2002/03/b/index.htm. URL: http://www.triz-summit.ru/en/section.php?docId=4147
48. **Петров В. Законы развития систем.** – Тель-Авив, 2002. URL: http://www.trizland.ru/trizba.php?id=108
49. **Любомирский А., Литвин С. Законы развития технических систем**. GEN3 Partners, 2003. http://www.metodolog.ru/00767/00767.html.
50. **Кузьмин А. М.** Методы поиска новых идей и решений. Метод фокальных объектов. – Методы менеджмента качества, №7, 2003. URL:http://www.inventech.ru/pub/club/088, URL: http://www.inventech.ru/pub/methods/focus/
51. **Vladimir Petrov. Logic of ARIZ** – ETRIA TRIZ Futures Conference 2004. Florence, 3-5 November 2004. pp. 315-331. – The TRIZ Journal. URL: http://www.triz-journal.com/archives/2005/11/09.pdf
52. **Петров В. М. Расширенная система стандартов.** - Труды Международной конференции МА ТРИЗ Фест – 2005. Развитие ТРИЗ: достижения, проблемы, перспективы.3-4 июля 2005 г. Санкт-Петербург. Ст. Петербург, 2005. С. 45-46. URL: http://www.metodolog.ru/00462/00462.html
53. **Петров В. История развития приемов.** Информационные материалы. – Тель-Авив, 2006. 73 с. URL: http://www.temm.ru/file.php/id/f3977/name/History%20of%20Inventive%20Principle-book.doc
54. **Zlotin B., Zusman A. Directed Evolution. Philosophy, Theory and Practice**. Ideation International inc. 2001. **Zlotin B., Zusman A. Patterns of Evolution: Recent Findings on Structure and Origin**. Altshuller Institute's TRIZCON2006, April, 2006, Milwaukee, WI USA URL: http://www.triz-journal.com/archives/2006/09/04.pdf.
55. **Шпаковский Н. А. Деревья эволюции: анализ технической информации и генерация новых идей**. – М., 2006. – 240 с.
56. **Литвин С. С., Петров В. М., Рубин М. С. Основы знаний по ТРИЗ**. – 2007. – 18 с. http://www.triz-summit.ru/ru/section.php?docId=3603
57. **Петров В. Технология инноваций**. – Тель-Авив, 2007. – 93 с. URL: http://www.triz-summit.ru/ru/section.php?docId=4732

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

58. **Петров В. Появление и развитие системы стандартов.** Материалы по истории развития ТРИЗ. Тель-Авив, 2007. – 217 с. URL: http://www.triz-summit.ru/ru/section.php?docId=4758
59. **Петров В. Система обобщенных моделей**. – Тель-Авив, 2008. – 66 с. URL: http://www.triz-summit.ru/ru/section.php?docId=4728
60. **Петров В. История развития алгоритма решения изобретательских задач – АРИЗ.** Информационные материалы. Издание 2-е, испр. и доп.– Тель-Авив, 2008 – 196 с. – Электронная библиотека Саммита разработчиков ТРИЗ. Вып. 1. Июль 2008. URL: http://triz-summit.ru/ru/section.php?docId=3987
61. **Пойя Д. Как решать задачу**. – М.: Либроком, 2010. – 208 с.
62. **Петров В. АРИЗ-2010.** – Тел-Авив, 2012. http://triz-summit.ru/ru/205253/203840/204230/205699/
63. **Petrov V. The Law of Increasing Degree of Su-Field.** The CIL Journal. 2012 http://thecontinualimprovementlab.com/wp-content/uploads/2012/10/V-Petrov-Su-Field-Paper-English-10-15-12.pdf
64. **Петров В. Законы развития систем.** Монография. Тель-Авив, 2013 – 646 с. / **Vladimir Petrov. The Laws of System Evolution**. Berlin: TriS Europe GmbH, 646 pages, published in Russian. INNOVATOR (06) 01/2013, ISSN 1866-4180.
65. **Селюцкий А. Б., Слугин Г. И. Вдохновение по заказу**. Уроки изобретательства. Петрозаводск, «Карелия», 1977, 190 с.

Приложения

Приложение 1. Петров В. Практический АРИЗ (текст)

1. АНАЛИЗ ЗАДАЧИ

1.1.Формулировка условия мини-задачи (без специальных терминов).

1.1.1. Определить объект усовершенствования

Определить техническую систему (ТС), в которой возникла задача.

Правило 1. Рассматривается конкретный объект в определенных условиях работы.

Правило 2. В качестве объекта усовершенствования выбирается ТС, в которой имеется недопустимый по условиям задачи *нежелательный эффект (НЭ)*.

Правило 3. Если в условии задачи описаны две и более ТС (прототипа), то в качестве объекта усовершенствования выбирается наиболее производительная ТС.

1.1.2. Главная функция системы *(указать).*

Сформулировать главную функцию (ГФ) ТС, выбранной на шаге 1.1.1.

Формулирование ГФ проводится по следующим правилам:

Правило 4. ГФ формулируются для данной ТС в определенных условиях работы.

Правило 5. Формулировка ГФ не должна содержать указаний на конкретное воплощение объекта (для ТС – на конкретное конструкторско-технологическое исполнение).

Правило 6. Исходя из определения функции, объектом ГФ должен быть объект: вещество или поле. При анализе информационных систем информация рассматривается как объект.

Параметры и свойства не должны выбираться в качестве объекта функции.

Правило 7. Исходя из определения функции, критерием наличия функции является изменение хотя бы одного параметра объекта функции.

Правило 8. Исходя из определения функции, она проявляется только в действии (взаимодействии). Поэтому в формулировке должна быть глагольная часть, отражающая это действие по изменению параметров объекта функции.

(Правило 8 указывает на недопустимость использовать в формулировках функций глаголов, не отражающих действие по изменению параметров: «обеспечить», «улучшить», «добиться», «предотвратить», «исключить»).

Правило 9. Формулировка функции должна включать действие функции (Правило 8) – глагол в неопределенной форме + объект функции (Правило 6) – существительное в винительном падеже.

При необходимости, в формулировку могут быть добавлены дополнения (обстоятельства), характеризующие место, время, направленность функции и др. Эти дополнения приводятся в скобках.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Правило 10. Не рекомендуется использовать при формулировании глагольной части функции частицу «не», т. е. функция должна быть позитивной.

Правило 11. Формулирование полезной функции ТС рекомендуется вести в следующем порядке:

а. дать первоначальную формулировку функции ТС, которая представляется правильной;

б. проверить возможность выполнения ТС сформулированной функции самостоятельно (критерием является наличие у ТС хотя бы одного элемента, участвующего в выполнении этой функции);

в. дать уточненную формулировку функции, используя вопросы:

- если элемент по п. б) выявлен – «зачем выполняется эта функция? »
- если такой элемент не выявлен – «каким образом выполняется эта функция?»

г. повторять процедуру по п.п. б) и в) до последней формулировки, по которой есть хотя бы один элемент, выполняющий эту функцию.

1.1.3. Состав системы

Определить компонентный состав выбранной ТС – ее подсистемы.

Правило 12. В состав ТС включаются только элементы верхнего иерархического уровня.

Правило 13. Если какой-либо элемент имеет подсистемы, существенные для условий задачи и поэтому присутствующие в ее исходной формулировке, то рекомендуется эти подсистемы выделить в самостоятельные элементы.

Правило 14. Для проверки правильности включения какого-либо элемента в компонентный состав ТС рекомендуется контрольный вопрос: «*Сохранится ли задача в отсутствие проверяемого элемента?*».

1.1.4. Заменить в компонентном составе специальные термины

Правило 15. Специальные термины (спецтермины) следует заменять общеупотребительными (более общими) понятиями, охватывающими более широкий класс систем (элементов) и явлений, выполняющих туже функцию. Или перейти к более общей функции. Они, как правило, несут меньшую психологическую инерцию:

- узкоспециальные термины (письменный стол, бритва);
- общие термины (стол, режущий инструмент);
- функциональные термины (поддержание, отделение);
- детские (бытовые, образные) термины («поддержалка», «резалка» - «отделялка»);

– универсальные термины (штуковина).

Наиболее эффективными являются функциональные термины. Причем лучше переходить к наиболее общим функциям:

брить → резать → отделять.

1.1.5. Нежелательный эффект – НЭ **(«анти-Б»).**

1.1.6. Ожидаемый результат.

Необходимо при минимальных изменениях в системе (указать) **не допустить (или устранить) нежелательный эффект** (или указать другой результат, который должен быть достигнут – **«А»).**

1.1.7. Полная формулировка мини-задачи.

Сформулировать мини-задачу по следующей форме:

Необходимо при минимальных изменениях в ТС устранить НЭ, сохранив нормальный (требуемый) уровень выполнения полезной функции.

Правило 16. Минимальность изменений исходной ТС определяется граничными условиями, согласованными с заказчиками. В общем виде возможны 4 уровня изменений:

- изменение в технологии (без изменения конструкции);
- изменение конструкции (без изменения принципа действия);
- изменение принципа действия (без изменения главной функции);
- изменение главной функции.

1.1.7.1.Техническая система для (указать главную функцию – см. п. 1.1.2), *состоит из* (указать состав системы – основные компоненты – см. п. 1.1.3).

1.1.7.2.Нежелательный эффект (указать, см. п. 1.1.5 – **«анти-Б»**).

1.1.7.3. **Необходимо при минимальных изменениях в системе** (указать) **не допустить (или устранить) нежелательный эффект** (или указать другой результат, который должен быть достигнут – **«А»**), сохранив требуемый уровень выполнения полезной функции**.**

Примечание. *Цель данного пункта уточнить формулировки п.-п. 1.1.2, 1.1.3, 1.1.5 и представить их вместе в виде мини-задачи.*

1.2.Формулировка конфликтующей пары

1.2.1. Изделие *(указать).*

1.2.2. Инструмент *(указать).*

Правило 17. Если инструмент по условиям задачи может иметь два состояния, надо указать оба состояния.

Правило 18. Если в задаче есть пары однородных взаимодействующих элементов, достаточно взять одну пару.

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

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

1.2.3. Состояние (действие) инструмента:

Необходимо выбрать два предельных состояния инструмента (иногда изделия). Эти состояния должны максимально усиливать положительный эффект (уровень выполнения полезной функции) или максимально ослабить нежелательный эффект.

1.2.3.1.Состояние 1. Одно предельное состояние (указать).

1.2.3.2.Состояние 2. Противоположное предельное состояние (указать).

Примечание. *Если сложно выбрать элементы конфликтующей пары (изделие и инструмент) или непонятно с какими элементами связан конфликт, то можно составить таблицу взаимосвязей элементов (табл.1).*

Таблица П1.1. Таблица взаимодействий

Элементы системы	1	2	...	n
1.		+		
2.				–
...	...	...		...
n				

Примечание. В таблице обозначено:

\+ - наличие конфликта;

– - отсутствие конфликта;

\- связь не рассматривается;

n - количество элементов в системе.

1.3.Формулировка технического противоречия – ТП.

1.3.1. ТП$_1$ (ТП для состояния 1, соответствующее п. 1.2.3.1 указать).

1.3.1.1.Словесная формулировка ТП$_1$ (**«А – анти-Б»**).

Инструмент (указать – см. п. 1.2.2) в состоянии 1 (указать – п. 1.2.3.1), **осуществляет полезное действие 1** (указать – **«А»**) **на изделие** (указать – п. 1.2.1), **это вызывает нежелательный эффект 1** (указать – п. 1.1.5 – **«анти-Б»**).

1.3.1.2.Графическое представление ТП$_1$.



1.3.1.3.Проверить соответствие графической формулировки словесной.

1.3.2. ТП-2 *(ТП для состояния 2, соответствующее п. 1.2.3.2, указать).*

1.3.2.1. Словесная формулировка ТП$_2$ (**«В – анти-А»**).

Инструмент (указать – п.1.2.2) **в состоянии 2** (указать – п. 1.2.3.2), **осуществляет полезное действие 2** (указать – **«В»**) **на изделие** (указать – п. 1.2.2), **это вызывает нежелательный эффект 2** (указать – **«анти-А»**).

1.3.2.2.Графическое представление $ТП_2$.



1.3.2.3.Проверить соответствие графической формулировки словесной

1.3.3. Проверка правильности выполнения шагов 1.3.1 - 1.3.2.

Правило 19. $ТП_1$ и $ТП_2$ сформулированы правильно, если полезное действие $ТП_1$ находится в противоположном (анти) состоянии нежелательному действию $ТП_2$, а нежелательное действие $ТП_1$ в противоположном (анти) состоянии полезному действию $ТП_2$. Это требование не обязательное, но такая формулировка, как правило, позволяет сохранить логику АРИЗ и на последующих шагах провести более глубокий анализ и выявить первопричины - получить решение более высокого уровня.

1.4.Выбор конфликтующей пары.

1.4.1. Главная функция системы (указать).

Сравнить формулировку с шагом 1.1.2, уточнить и выбрать соответствующую.

1.4.2. Выбрать ТП, из описанных на шаге 1.3, соответствующий главной функции, соответствующей п. 1.4.1 *(указать).*

Правило 20. Из двух ТП выбрать то, которое обеспечивает лучшее выполнение главной функции.

Правило 21. В случае двух полезных функций выбрать то ТП, которое обеспечивает лучшее выполнение главной функции надсистемы.

1.4.3. Выбранное состояние инструмента *(указать).*

Примечание. *Этот шаг желателен, но не обязателен. Иногда лучше разобрать решение задачи по двум конфликтующим парам последовательно. Это может привести к двум различным решениям.*

1.5.Усиление конфликта, указав предельное состояние (действие) элементов.

Правило 22. Усиление производить постепенно до качественного изменения задачи.

Возможно, несколько этапов усиления с появлением качественно новых задач.

Правило 23. Усиление конфликта необходимо доводить до физического предела состояния инструмента.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Правило 24. Большинство задач содержат конфликты типа «много элементов» и «мало элементов» («сильный элемент» и «слабый элемент»). Конфликты с состоянием:

а) «много элементов» и «сильный элемент» приводятся к виду «избыточное число элементов» и «избыточно сильный элемент»;

б) «мало элементов» и «слабый элемент» приводятся к виду «отсутствующий элемент» и «бездействующий элемент».

Новое состояние, таким образом, характеризуется новым НЭ, связанным с:

- избыточным числом или избыточным действием элемента (а);
- отсутствием элемента или отсутствием его действия (б).

1.6.Формулировка модели задачи.

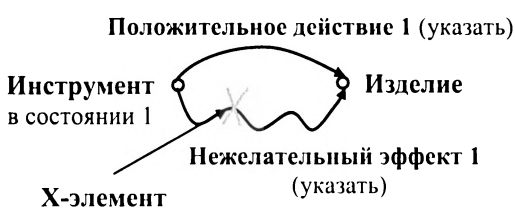
1.6.1. Конфликтующая пара, учитывая шаг 1.5 *(указать).*

1.6.2. Усиленная формулировка технического противоречия, учитывая шаг 1.5 *(указать).*

1.6.3. Функции Х-элемента.

Что должен *сделать вводимый для решения задачи икс-элемент (что он должен сохранить и что он должен устранить, улучшить, обеспечить и т. д.).*

Икс-элемент не допускает (или устраняет) плохое действие (указать), не мешая инструменту (указать) выполнять полезное действие (указать).



1.7.Применение вепольного анализа.

1.7.1.Представить модель задачи в виде исходной вепольной структуры.

1.7.2. Осуществить вепольные преобразования.

2. АНАЛИЗ РЕСУРСОВ

2.1.Определение оперативной зоны (ОЗ).

Зона (указать).

2.2.Определение оперативного времени (ОВ).

T_1 – время конфликта (указать).

T_2 – время до конфликта (указать).

T_3 – время после конфликта (указать).

2.3.Определение вещественно-полевых ресурсов (ВПР) рассматриваемой системы, внешней среды и изделия.

2.3.1. Составить список ВПР, заполнив таблицу.

Таблица П1.2. ВПР

ВПР	Вещество	Поле
1. Система (внутренние ресурсы)		
1.1. Инструмент (указать)	(указать)	(указать)
1.2. Изделие (указать)	(указать)	(указать)
2. Внешняя среда (ВС)		
2.1. Среда		
2.1.1. ВС инструмента (указать)	(указать)	(указать)
2.1.2. ВС изделия (указать)	(указать)	(указать)
2.1.3.Совместная ВС инструмента и изделия (указать)	(указать)	(указать)
2.2. Общие ресурсы ВС	**Воздух, вода и т. п.**	**«Фоновые»: гравитационное, магнитное поле Земли**
3. Надсистема		
3.1. (указать)	(указать)	(указать)
3.2. (указать)	(указать)	(указать)
4. Отходы		
4.1. (указать)	(указать)	(указать)
4.2. (указать)	(указать)	(указать)
5. Дешевые ресурсы (указать)	(указать)	(указать)
6. Другие виды ресурсов		
6.1. Параметрические (указать параметр)	(указать значения параметра)	
6.2. Структура (указать)	Элемент (указать) / Связи (указать)	Форма (указать)
6.3. Поток (указать)	Вещества (указать) / Энергии (указать)	Информации (указать)
6.4. Функциональные (указать)	**Субъект** (указать)	**Объект** (указать)
6.5. Информационные (указать)	**Данные** (указать)	**Знания** (указать)
6.6. Системные (указать)	**Результат** (указать)	**Процесс** (указать)

2.3.2.Определение оперативных параметров – внутрисистемные ВПР. Выписать из таблицы 2 (п. 2.3.1).

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФП

3.1. Формулировка ИКР.

ИКР: А, Б

Икс-элемент, абсолютно не усложняя систему и не вызывая вредных явлений, не допускает (или устраняет) плохое действие (указать) в течение ОВ в пределах ОЗ, не мешая инструменту (указать инструмент из шага 1.5) совершать полезное действие.

3.2. Усиление формулировки ИКР – использование ВПР.

3.2.1. **Инструмент** (указать) **или его ВПР** (указать)**, не вызывая вредных явлений, не допускает (или устраняет) плохое действие** (указать) **в течение ОВ в пределах ОЗ, совершает полезное действие** (указать).

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

3.2.3. **Функция** (указать главную функцию, п. 1.1.2) **выполняется без изделия**.

3.2.4. **Нет необходимости в выполнении функции.**

Например, выполняется функция надсистемы.

3.3.Формулировка физического противоречия (ФП).

ФП: С→А, анти-С→Б

3.3.1. ***Формулировка физического противоречия*** **для икс-элемента**.

Икс-элемент внутри ОЗ в течение ОВ должен быть (указать свойство – «С»), чтобы не допустить или устранить (указать выбранное вредное действие – «анти-Б»), и должен быть (указать антисвойство – «анти-С»), чтобы сохранить (указать полезное действие – «А»).

3.3.2. ***Формулировка физического противоречия*** **для инструмента**.

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

3.3.3. ***Формулировка физического противоречия*** **для изделия**.

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

3.3.4. ***Формулировка физического противоречия*** **для функции**.

Функция (указать) должна выполняться внутри ОЗ в течение ОВ для этого должно осуществляться свойство (указать свойство), чтобы не допустить или устранить (указать выбранное вредное действие), и должно осуществляться (указать антисвойство), чтобы сохранить (указать полезное действие).

3.3.5. ***Формулировка физического противоречия*** **для функции надсистемы**.

Функция надсистемы (указать) должна выполняться внутри ОЗ в течение ОВ для этого должно осуществляться свойство (указать свойство), чтобы не

допустить или устранить (указать выбранное вредное действие), и должно осуществляться (указать антисвойство), чтобы сохранить (указать полезное действие).

3.4. Формулировка физического противоречия ($ФП_1$).

$ФП_1$: $C \rightarrow C_1$, анти-$C \rightarrow$ анти-C_1

Для обеспечения требуемого свойства, состояния или действия (указать требуемое в 3.3 свойство – «C») необходимо выполнить действие или обеспечить состояние (указать – «C_1») и для обеспечения требуемого антисвойства («анти-C»), антисостояния или антидействия (указать требуемое в 3.3 антисвойство – «анти-C_1»).

3.5. Углубление физического противоречия 1 ($ФП_2$).

$ФП_2$: $C_1 \rightarrow C_2$, анти-$C_1 \rightarrow$ анти-C_2

Для обеспечения требуемого свойства, состояния или действия (указать требуемое в 3.4 свойство – «C_1») необходимо выполнить действие или обеспечить состояние (указать – «C_2») и для обеспечения требуемого антисвойства («анти-C_1»), антисостояния или антидействия (указать требуемое в 3.4 антисвойство – «анти-C_2»).

3.6. Углубление физического противоречия 2 ($ОП_3$).

$ФП_3$: $C_2 \rightarrow C_3$, анти-$C_2 \rightarrow$ анти-C_3

Для обеспечения требуемого свойства, состояния или действия (указать требуемое в 3.5 свойство – «C_2») необходимо выполнить действие или обеспечить состояние (указать – «C_3») и для обеспечения требуемого антисвойства («анти-C_2»), антисостояния или антидействия (указать требуемое в 3.5 антисвойство - «анти-C_3»).

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

4. ПОЛУЧЕНИЕ РЕШЕНИЯ

4.1. Использование типовых преобразований.

Таблица П1.3: Типовые преобразования – разрешение физического противоречия

Вид преобразования Разрешение противоречивых свойств:	**Конкретные преобразования**
1. В пространстве	
1.1. Переход от ***точки*** к ***плоскости,*** *от* ***плоскости*** *к* ***объему,*** *от* ***объема*** *к* ***использованию его более полноценно,*** *например,* ***«матрешка»,*** *к* ***псевдо-объему. И обратный переход****: от* ***объема*** *к* ***плоскости,*** *к* ***точке.***	
1.2. Переход к n-размерностям	
1.2. Использованию **направления** (вектор)	
2. Во времени	
3. В структуре	
3.1. Системные переходы	
3.1.1. Объединение систем (элементов) – переход в надсистему	
3.1.1.1.Однородных	
3.1.1.1.1. Со сдвинутыми характеристиками	
3.1.1.2.Неоднородных	
– *Альтернативных*	
– *Дополнительных*	
– *Антагонистических (инверсных)*	
3.1.2. Изменение свойств Сочетание свойства и антисвойства (противоположные свойства целого и частей)	
3.1.3. Переход на микроуровень	
3.2. Фазовые переходы	
3.2.1. Замена фазового состояния части системы или внешней среды	
3.2.2. Двойственное фазовое состояние **одной части системы (переход этой части из одного состояния в другое в зависимости от условий работы)**	
3.2.3. Использование явлений, сопутствующих фазовому переходу	
3.2.4. Замена однофазного вещества двухфазным.	
3.3. Физико-химический переход: возникновение – исчезновение вещества за счет разложения-соединения, ионизации-рекомбинации	
4. По условию	

4.2. Использование ресурсов.

Внимание!

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

4.2.1. Использовать ресурсы, выявленные в части 2.

- *Использовать ресурсы системы;*
- *Использовать ресурсы надсистемы;*
- *Использовать ресурсы внешней среды.*

4.2.1. Использовать производные от ресурсов, выявленных в части 2.

- *Использовать производные ресурсов вещества;*
- *Использовать производные ресурсов поля.*

4.3. Использование системы стандартов.

4.3.1. Определить вид задачи.

- *задача на **изменение** или*
- *задача на **измерение**.*

***4.3.2. Построить исходную вепольную модель** (п. 1.7).*

4.3.3. Определить группу стандартов.

4.3.4. Применить подходящий стандарт.

4.3.5. Развить систему, используя последующие стандарты.

4.3.6. Идеализировать решение, используя 5 класс стандартов.

4.4. Использование задач-аналогов.

Рассмотреть возможность решения задачи по аналогии с нестандартными задачами, ранее решенными по АРИЗ.

4.4.1. Сравнить формулировку ФП новой задачи с фондом аналогов.

Сравнение производят по двум главным критериям: противоположные требования и обоснование отсутствующего состояния.

***Примечание.** Составить таблицу задач-аналогов.*

Таблица П1.4. Задачи-аналоги

Обозначение задачи	Источник информации	Вид ФП			Решение	Обобщенное решение (принцип)	Задачи-аналоги	Особенности конкретных аналогов
		главный ресурс	противоречивые требования	обоснование требований				
1.								
2.								
3.								
4.								

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Правило 25. Избавиться от специальных терминов (правило 15 шага 1.1.4).

Правило 26. Определить какие изменения произошли с объектом ОП (например, делится на части, используются тонкие пленки). Что является носителем функции этих изменений?

Правило 27. Определить прием разрешения ФП или эффект, используемой для решения данной задачи.

4.4.2. Если ФП задачи совпало с ФП аналога, перевести обобщенный принцип решения аналога в термины своей задачи.

4.4.3. Занести эту задачу в картотеку.

4.4.4. При несовпадении ФП оформить новую карточку фонда аналогов.

Правило 28. В случае функциональных противоречий (пропускает – задерживает) нужно указывать объект функции и в, зависимости от объекта, аналоги различны.

4.5. Применение технологических эффектов.

Использование таблицы: функция – технологический эффект. Если решение не найдено, рассмотреть отдельные указатели эффектов:

4.5.1. Использование указателя физических эффектов.

4.5.2. Использование указателя химических эффектов.

4.5.3. ***Использование указателя биологических эффектов.***

4.5.4. Использование указателя геометрических эффектов.

4.6. Использование приемов.

4.6.1. Использование 40 основных приемов и таблицы их применения.

4.6.1.1. Использование 10 дополнительных приемов.

4.6.2. Использование приемов-анти-приемов.

4.7. Шаг назад от ИКР.

4.7.1. ИКР *(указать).*

4.7.2. Шаг назад *(осуществить).*

4.7.3. Что сделать, чтобы от 4.7.2 перейти к 4.7.1? *(описать).*

4.8.Применение метода ММЧ.

4.8.1. Построить схему конфликта, используя метод ММЧ.

4.8.2. Изменить схему так, чтобы «маленькие человечки» действовали не вызывая конфликта.

4.8.3. Перейти к технической схеме.

Приложение 2. Разбор задач

В данном разделе покажем наш вариант разбора некоторых задач.

Разбор задач по ЛОГИКЕ АРИЗ

Задача 6.47. Работа программы

Условие задачи

Как убыстрить работу алгоритма?

АП: А

АП: Необходимо **ускорить** (**А**) работу программной реализации алгоритма.

ТП: А – анти-Б

ТП: Ускорить (**А**) работу программы можно, сократив количество вычислительных операций, но это требует использования сохраненных и /или сохранения промежуточных результатов вычислений, что **увеличивает объем используемой оперативной памяти** (**Б**).

Краткое ТП.

Ускорение (**А**) работы программы приводит к **увеличению объема оперативной памяти** (**анти-Б**).

ИКР: А, Б

ИКР: Работа программы **ускорена** (**А**) **без увеличения** требований к **объему оперативной памяти** (**Б**).

ФП: С→А, анти-С→Б

ФП: *Количество вычислительных операций* должно быть ***мало (С)***, чтобы **ускорить** работу программы, и должно быть ***велико(анти-С)***, чтобы **не увеличивать требования к объему оперативной памяти** (**Б**).

ФП$_1$: С→С$_1$, анти-С→ анти-С$_1$

Сделать операции более ***крупные*** (**С$_1$**) – обобщенные, чтобы количество вычислительных операций было ***мало (С)*** и сделать операции более ***мелкие*** (**анти-С$_1$**), чтобы количество вычислительных операций быть ***велико (анти-С)***.

И так:

ФП: *Количество вычислительных операций* должно быть ***мало (С)*** и ***велико (анти-С)***.

ФП$_1$: Операции должны быть ***крупные*** (**С$_1$**) и ***мелкие*** (**анти-С$_1$**).

Решение. Разделение противоречивых свойств:

В пространстве.

1) Использовать память внешней системы (примеры: архитектура «клиент-сервер» с выделенным сервером базы данных; передача звука с использованием «пиринговой» сети – Skype; передача видео с использованием «пиринговой» сети – Torrent TV).

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

2) Использовать вычислительные мощности внешней системы (примеры: архитектура «клиент-сервер» с выделенным сервером приложений; распределенная атака на стойкие шифры – взлом RSA; распределение вычислений в рамках проекта SETI).

3) Комбинация п.-п. 1) и 2).

Во времени.

1) Укрупнить вычисления, разбить алгоритм на шаги, каждый из которых реализуется отдельной программой. С их объединением в конвейер должен проявиться системный эффект.

2) Перейти от однопоточной реализации алгоритма к многопоточной с параллельным исполнением нескольких потоков программы центральным процессором в режиме разделения времени. Это можно также отнести к использованию фазовых переходов и к использованию внутренних ресурсов системы.

3) Использовать виртуальную оперативную память - сохранять «чужие» блоки оперативной памяти на диск и освобождать их для использования исполняемой в данный момент программой с последующим их восстановлением с диска при возврате управления программе-«владельцу».

В структуре.

Использовать рекурсию (математический эффект) с многократным использованием одних и тех же областей памяти (пример – вычисление определителя матрицы разложением по строке/столбцу).

По условию.

Создать условия, когда часть вычислительных операций не нужна (примеры: программные реализации решения задач с наперед заданными параметрами; программные реализации решения заданных подклассов задач).

Объединение функций подсистем

Встроить «ускоряемую» программу в другую программу или использовать подпрограммы другой программы, чтобы, за счет устранения дублирующихся вычислительных операций снизить общие требования к объему памяти и (или) ускорить работу программы.

Внесение в систему дополнительного ресурса

Использовать дополнительные процессоры или аналоговые вычислители (примеры: арифметический сопроцессор, графический процессор, процессор нечеткой логики, плата аппаратного шифрования, плата распознавания речи).

Использование внутренних ресурсов системы (если дополнительный ресурс уже был внесен в систему ранее).

1) Использовать для выполнения вычислительных операций не центральный процессор (например, технология CUDA, обеспечивающая использование для высокопроизводительных вычислений графического сопроцессора).

2) Использовать для запоминания промежуточных результатов вычислений не оперативную память (пример, использование видеопамяти) или вообще не память.

Задача 6.48. Радиолокационная станция

Условие задачи

Имеется мощная радиолокационная станция (РЛС) с довольно массивной антенной большой площади. Антенна закреплена на валу, но поворачивается на нем очень редко и потому не имеет привода, а разворачивается вручную. После разворота антенна на валу крепится с помощью фиксирующего устройства и болтового соединения. Усилия для удержания массивной антенны на валу нужны значительные, и поэтому приходится болты затягивать достаточно сильно, но из-за сильной затяжки вал деформируется, и повернуть его в следующий раз становится практически невозможным. Как быть?

АП: анти-Б

АП практически уже сформулировано при описании исходной ситуации: нужен фиксирующий элемент, исключающий деформацию вала антенны.

АП: Фиксирующий элемент деформирует вал. **Нежелательный эффект (НЭ)** – ***деформация*** вала.

ТП: анти-Б – А

ТП: ***Фиксация*** вала (**А**) приводит к его ***деформации*** (**анти-Б**).

ИКР: А, Б

ИКР: Вал должен ***фиксироваться***, но ***не деформироваться***.

ФП: С→А, анти-С→Б

ФП: Фиксирующий элемент должен быть **твердым**, чтобы ***фиксировать***, и **мягким**, чтобы ***не деформировать***.

Разрешение противоречия.

Такое противоречие можно разрешить путем изменения **структуры** фиксирующего элемента и **во времени**.

Решение.

Вал удерживается в легкоплавком веществе, которое расплавляется при развороте. В изобретении догадались на конце вала сделать поплавок. Тогда в расплавленном состоянии жидкость будет поддерживать антенну и ее будет легче выставлять в новое положение (а.с. 470 095).

Задача 6.49. Лавина в горах

Условие задачи

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?

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

АП: анти-Б

АП: 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 (НЭ)**.

ТП: анти-Б – А

ТП: Снижение массы и **габаритов** передатчика осуществляется за счет **уменьшения массы источника питания**, т. е. за счет **сокращения времени их непрерывной работы**.

ИКР: А, Б

ИКР: Передатчик работает **без источника питания** сколь угодно длительно.

ФП: С→А, анти-С→Б

ФП: *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**.

Разрешение противоречия.

Такое противоречие можно разрешить путем изменения **структуры**.

Решение.

Швейцарская компания «Сулаб» предложила устройство, представляющее собой металлический браслет, который будет выдаваться каждому, кто находится в горах. Браслет представляет собой пассивное приемное устройство, имеющее антенну из металлической фольги, но лишенное 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 половиной 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 батареей, которая могла бы иссякнуть, ее просто нет.

Задача 6.50. Интегральная микросхема

Условие задачи

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

АП: анти-Б

АП: Как улучшить адгезию золота к подложке – это **нежелательный эффект (НЭ)** – плохая адгезия.

ТП: анти-Б – А

ТП: Противоречие между **электропроводностью** и **адгезией**.

ИКР: А, Б

ИКР: Проводник в интегральных микросхемах (ИМС) должны иметь **хорошую электропроводность** и **хорошую адгезию.**

ФП: С→А, анти-С→Б

ФП: 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 ФП можно сформулировать: материал проводника должен быть из **ЗОЛОТА** и **НЕ ИЗ ЗОЛОТА**.

Разрешение противоречия.

Типичное разрешение такого физического противоречия – использование **ПОСРЕДНИКА**.

Решение.

Сначала наносят **подслой**, имеющий хорошую адгезию с подложкой и с золотом, а затем на него напыляют золото. В качестве подслоя берут никель или титан.

Разбор задач по ПРАКТИЧЕСКОМУ АРИЗ

Задача 6.51. Запайка ампул

Условия задачи

На фармацевтическом заводе возникла задача по запайке ампул с лекарством.

Ампулы с лекарством устанавливают в кассету. В кассете содержится 25 ампул. Кассету подают к коллективной горелке. Напротив, каждого язычка пламени оказывается ампула. Язычки пламени в горелке точно отрегулировать невозможно, поэтому они не одинаковы. Одни язычки пламени большие (рис. П2.1 а), другие – средние (рис. П2.1 б), а третьи – маленькие (рис. П2.1 в).

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

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

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

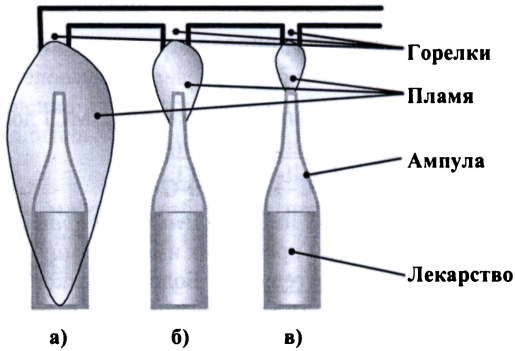


Рис. П2.1. Запаивание ампул

Разбор задачи

1. АНАЛИЗ ЗАДАЧИ

1.1.Формулировка условия мини-задачи

1.1.1. Основная функция системы

Запайка ампулы **(А)**.

1.1.2. Состав системы

25 ампул, групповая горелка (25 сопел), 25 язычков пламени, кассета с 25 ячейками для ампул.

1.1.3. Нежелательный эффект – НЭ.

Лекарство в ампулах перегреваются **(анти-Б)**.

1.1.4. Ожидаемый результат.

Необходимо при минимальных изменениях в системе не допустить перегрев лекарства, обеспечивая надежную запайку.

1.1.5. Полная формулировка мини-задачи.

- *Техническая система для* **запайки ампул**, *состоит из* **ампул с лекарством, горелки, пламени** и **кассеты**.
- *Нежелательный эффект* – **перегрев лекарства (порча лекарства)**.
- **Необходимо при минимальных изменениях в системе не допустить перегрев лекарства, обеспечивая надежную запайку.**

1.2. Формулировка конфликтующей пары.

В соответствии с *правилом 2*, если в задаче есть пары однородных взаимодействующих элементов, достаточно взять одну пару. У нас имеется 25 ампул с лекарством, 25 сопел с 25 язычками пламенем и 25 ячеек кассеты. Достаточно выбрать одну ампулу с лекарством, одно сопло, один язычок пламени и одну ячейку кассеты.

Составим таблицу взаимодействий элементов и выявим, между какими элементами существует конфликт (нежелательный эффект – перегрев лекарства).

Между элементами могут быть взаимодействия, но не быть конфликта (такие взаимодействия в таблице обозначены «–»), взаимодействия с конфликтом (+) и отсутствие взаимодействия (пустая клеточка). В данной задаче будем считать, что элемент не воздействует сам с собой (клеточка заштрихована).

Таблица П2.1. Таблица взаимодействий элементов системы

Элементы системы	1. Ампула	2. Лекарство	3. Язычок пламени	4. Сопло горелки	5. Ячейка кассеты
1. Ампула		–			–
2. Лекарство	–				
3. Язычок пламени	+	+		–	–
4. Сопло горелки			–		
5. Ячейка кассеты	–				

Итак, конфликтуют **язычок пламени** (в дальнейшем будем называть **пламя**) с **ампулой** и с **лекарством**.

Примечание. Упростить рассмотрение можно, если рассматривать только колонки и столбцы только с изделием (главным действующим лицом). В данном случае это **ампула с лекарством** (значит мы рассматривает только 1 и 2 столбцы – ампула и лекарство).

1.2.1. Изделие

Ампула с лекарством.

1.2.2. Инструмент

Пламя.

1.2.3. Состояние (действие) инструмента:

1.2.3.1. Состояние 1. *Сильное пламя.*

1.2.3.2. Состояние 2. *Слабое пламя.*

1.3. Формулировка ТП

1.3.1. ТП$_1$ (*Сильное пламя*).

1.3.1.1. Словесная формулировка ТП$_1$ (**«А – анти-Б»**).

Сильное пламя запаивает («А») ампулу, но портит («анти-Б») лекарство.

1.3.1.2. Графическое представление ТП$_1$.



1.3.1.3. Проверить соответствие графической формулировки словесной.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Имеется полное соответствие.

1.3.2. $ТП_2$ (Слабое пламя).

1.3.2.1. Словесная формулировка $ТП_2$ (**«Б – анти-А»**).

Слабое пламя не портит («Б») лекарство и не запаивает («анти-А») ампулу.

1.3.2.2. Графическое представление $ТП_2$.



1.3.2.3. Проверить соответствие графической формулировки словесной

Имеется полное соответствие.

1.3.3. Проверка правильности выполнения шагов 1.3.1 - 1.3.2.

Шаги 1.3.1-1.3.2 выполнены правильно.

1.4.Выбор конфликтующей пары.

1.4.1. Основная функция системы.

Запайка ампулы **(А)**.

1.4.2. Выбрать вид ТП.

Выбираем $ТП_1$: Сильное пламя запаивает («А») ампулу, но портит («анти-Б») лекарство.

1.4.3. Выбранное состояние инструмента.

Состояние 1. *Сильное пламя.*

1.5.Усиление конфликта, указав предельное состояние (действие) элементов.

Очень сильное пламя.

1.6.Формулировка модели задачи.

1.6.1. Конфликтующая пара, учитывая шаг 1.5.

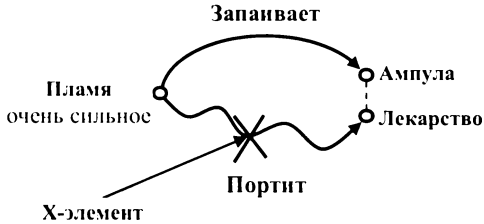
Очень сильное пламя и ампула с лекарством.

1.6.2. Усиленная формулировка технического противоречия, учитывая шаг 1.5.

Очень сильное пламя запаивает («А») ампулу, но уничтожает («анти-Б») лекарство.

1.6.3. Функции Х-элемента.

Икс-элемент не допускает порчу лекарства, не мешая очень сильному пламени запаивать ампулу.



1.7.Применение вепольного анализа.

1.7.1. Представить модель задачи в виде исходной вепольной структуры.

Исходную ситуацию можно представить двумя моделями:

1. B_1 – ампула с лекарством, $П_1$ – пламя.



(П2.1)

2. B'_1 – ампула, B_2 – лекарство, $П_1$ – пламя.

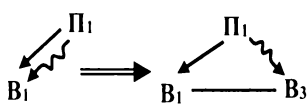


(П2.2)

1.7.2. Осуществить вепольные преобразования.

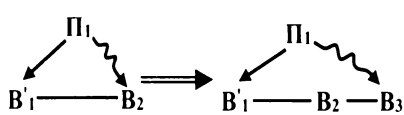
Возможны следующие стандартные вепольные преобразования:

1. B_1 – ампула, $П_1$ – пламя, B_3 – вещество отводящее или не пропускающее пламя.



(П2.3)

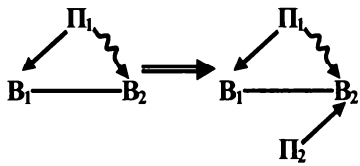
2. B'_1 – ампула, B_2 – лекарство, $П_1$ – пламя, B_3 – вещество отводящее или не пропускающее пламя.



(П2.4)

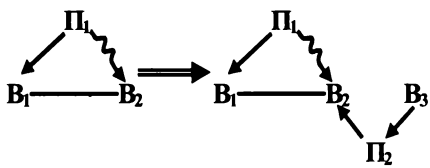
Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

3. B'_1 – ампула, B_2 – лекарство, $П_1$ – пламя, $П_2$ – поле компенсирующее или не допускающее перегрев.



(П2.5)

4. B'_1 – ампула, B_2 – лекарство, $П_1$ – пламя, B_3 – вещество создающее поле $П_2$, $П_2$ – поле компенсирующее или не допускающее перегрев.



(П2.6)

2. АНАЛИЗ РЕСУРСОВ

2.1.Определение ОЗ

Давайте разберемся, где оперативная зона. Это зона, где происходит конфликт.

Нежелательный эффект (перегрев) происходит с лекарством – внизу ампулы, а положительный (запайка) – с ампулой (наверху). Поэтому в качестве оперативной зоны лучше выбрать зону вокруг всей ампулы, непосредственно прилегающей к ампуле (рис. П2.2).



Рис. П2.2. Оперативная зона

2.2.Определение ОВ

T_1 – время запайки;

T_2 – время до запайки.

2.3.Определение ВПР рассматриваемой системы, внешней среды и изделия.

2.3.1. Составить список ВПР, заполнив таблицу.

Таблицу П1.2 представим в более упрощенном виде (табл. П2.2).

Таблица П2.2. ВПР

ВПР	Вещество	Поле
1. Система (внутренние ресурсы)		
1.1. Инструмент – *пламя*	***Газ***	***Температура***
1.2. Изделие – *ампула*	***Стекло***	–
лекарство	***Жидкость***	–
2. Внешняя среда (ВС)		
2.1. Среда .		
2.1.1. ВС инструмента - *пламени*	***Воздух***	–
2.1.2. ВС изделия – *ампулы*	***Воздух***	***Температура***
лекарства	***Стекло***	***Силы поверхностного натяжения***
2.1.3.Совместная ВС инструмента и изделия	–	–
2.2. Общие ресурсы ВС	**Воздух** **Вода**	**«Фоновые»: гравитационное, магнитное поле Земли**
3. Надсистема		
3.1. Горелка	***Металл***	
3.2. Газ	***Газ***	***Поток газа***
3.3. Кассета	***Металл***	
4. Отходы	***Стекло от ампулы*** ***Испорченное лекарство***	–
5. Дешевые ресурсы	***Вода, воздух***	–

2.3.2.Определение оперативных параметров – внутрисистемные ВПР.

Вода, кассета, испорченное лекарство, расплавленное стекло от ампулы.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФП

3.1.Формулировка ИКР.

ИКР: А, Б

Икс-элемент, абсолютно не усложняя систему и не вызывая вредных явлений, не допускает перегрева лекарства во время запайки вокруг ампулы, не мешая очень сильному пламени запаивать ампулу.

3.2.Усиление формулировки ИКР – использование ВПР.

3.2.1. **Пламя само, не вызывая вредных явлений, не допускает перегрева лекарства во время запайки вокруг ампулы, запаивая ампулу.**

3.2.2. **Ампула или стекло, САМА себя запаивает.**

3.3.Формулировка ФП

ФП: С→А, анти-С→Б

3.3.1. Формулировка физического противоречия **для икс-элемента.**

Икс-элемент вокруг ампулы должен не пропускать (свойство – «С») пламя, чтобы не перегревать («Б») лекарство, и должен пропускать (антисвойство – «анти-С»), чтобы запаивать («А») ампулу.

3.3.2. Формулировка физического противоречия **для инструмента.**

Пламя около ампулы во время запайки должно не нагревать ампулу, чтобы не испортить лекарство, и должно нагревать ампулу, чтобы ее запаивать.

3.3.3. Формулировка физического противоречия **для изделия.**

Ампула или стекло ампулы должна не пропускать пламя, чтобы не перегревать лекарство, и должна пропускать пламя, чтобы запаивать ампулу.

3.4.Формулировка углубленного физического противоречия ($ФП_1$).

$ФП_1$: С→$С_1$, анти-С→ анти-$С_1$

Для того чтобы икс-элемент был не пропускаемым (свойство – «С») он должен быть не теплопроводным (свойство – «$С_1$») и для того чтобы икс-элемент был пропускаемым (свойство «анти-С»), он должен быть теплопроводным (антисвойство - «анти-$С_1$»).

4. ПОЛУЧЕНИЕ РЕШЕНИЯ

4.1.Использование типовых преобразований.

Разрешение противоречивых свойств:

4.1.1. В пространстве

Противоречивые свойства разрешаются по линии выше лекарства (рис. П2.3).

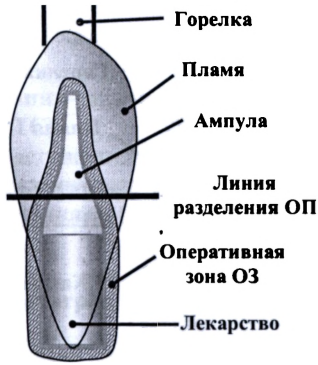


Рис. П2.3. Линия разделения противоположных свойств

Верхняя часть икс-элемента вокруг ампулы должна пропускать пламя (быть теплопроводной), а нижняя не пропускать пламя (быть не теплопроводной). Т. е. В верхней части икс-элемента не должно быть, тогда он не будет мешать пламени. В нижней части не должно быть пламени (рис. П2.4), поэтому необходимо выяснить каким должен быть икс-элемента в нижней части?

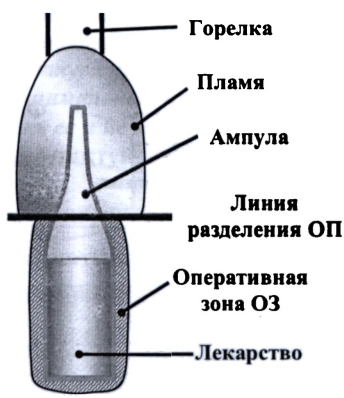


Рис. П2.4. Разделения противоположных свойств

4.1.2. Во времени

Пламя подается импульсами горизонтально.

4.1.3. В структуре

Необходимо изменить структуру нижней части икс-элемента. Она не должна пропускать пламя, быть не теплопроводной. Используем фазовые переходы структуры. Сейчас около ампулы газ, значит, его нужно сделать твердым или жидким. Жидкость полностью удовлетворяет описанным требованиям.

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Решение

Мы можем налить воды в кассету, выше уровня лекарства (рис. П2.5).

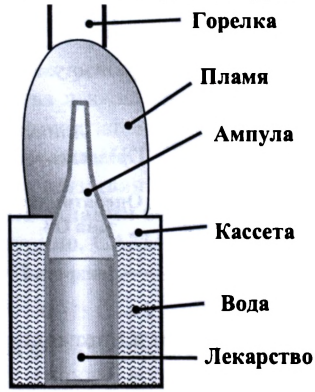


Рис. П2.5. Решение задачи 8.40

Задача 6.52. Растяжение арматуры

Условия задачи

Для изготовления, напряженного (сжатого) железобетона арматуру растягивают, закрепляют в форме и заливают бетоном (рис. П2.6). После того как бетон «схватился» (застыл), концы арматуры освобождают. Арматура укорачивается и сжимает (напрягает) бетон.

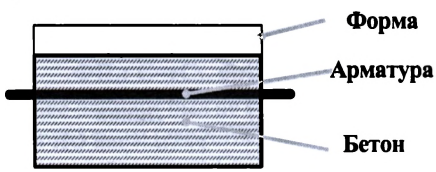


Рис. П2.6. Растяжение арматуры

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°С. 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°С. Но нагрев выше 400°С приводит к потере высокопрочных механических свойств арматуры (она не сжимается – не возвращается в исходное состояние, и становится менее прочной). Даже кратковременный (импульсный) нагрев недопустим. Применять проволоку из жаропрочной стали слишком дорого.

Как быть?

Разбор задачи

Часть 1. Анализ задачи.

1.1. Записать условия мини-задачи (без специальных терминов).

Техническая система (ТС):

– **Система для растяжения арматуры.**

1.1.1. Главная функция системы.

– ***Температура удлиняет* (А) *арматуру*.**

1.1.2. Состав системы.

– **Арматура.**
– **Нагрев (электронагрев).**
– **Бетон.**
– **Форма.**

1.1.3. Нежелательный эффект.

– ***Высокая температура портит* (анти-Б) *арматуру*.**

1.1.4. Ожидаемый результат.

– **Необходимо при минимальных изменениях в системе не допустить порчи арматуры, обеспечивая необходимое ее удлинение.**

1.1.5. Полная формулировка мини-задачи.

– ***Техническая система для удлинения арматуры, состоит из арматуры, нагрева, бетона и формы.***
– ***Нежелательный эффект***
  – ***Высокая температура портит* (анти-Б) *арматуру*.**
– ***Необходимо при минимальных изменениях в системе растяжения арматуры, удлинить ее и не допустить ее порчу.***

1.2. Формулировка конфликтующей пары.

Таблица П2.3. Таблица взаимодействий элементов системы

Элементы системы	1. Арматура	2. Нагрев	3. Бетон	4. Форма
1. Арматура		+	–	–
2. Нагрев			–	–
3. Бетон				–
4. Форма				

Итак, конфликтуют **арматура – нагрев.**

1.2.1. Изделие

– **Арматура.**

1.2.2. Инструмент

– **Нагрев.**

1.2.3. Состояние (действие) инструмента:

1.2.3.1. Состояние 1.

– **Сильный нагрев.**

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

1.2.3.2. Состояние 2.

– **Слабый нагрев.**

1.3. Формулировка ТП.

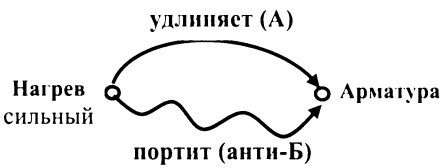
***1.3.1. $ТП_1$ для* состояния 1**

– **Сильный нагрев.**

1.3.1.1. Словесная формулировка $ТП_1$ («А – анти-Б»).

– **Сильный нагрев удлиняет («А») арматуру, но портит («анти-Б») ее.**

1.3.1.2. Графическое представление $ТП_1$.



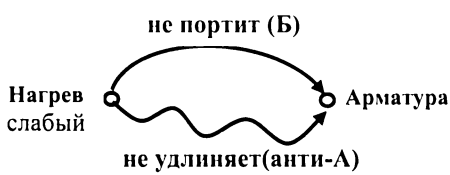
***1.3.2. $ТП_2$ для* состояния 2**

– **Слабый нагрев.**

1.3.2.1. Словесная формулировка $ТП_2$ («анти-А –Б»).

– **Слабый нагрев не портив («Б») арматуру, но не удлиняет («анти-А») ее.**

1.3.2.2. Графическое представление $ТП_2$.



1.4. Выбор конфликтующей пары.

1.4.1. Главная функция системы.

– ***Температура <u>удлиняет</u>* (А) *арматуру.***

1.4.2. Выбрать вид ТП.

– ***$ТП_1$ осуществляет выполнение главной функции.***

1.4.3. Выбранное состояние инструмента.

– **Состояние 1. *Сильный нагрев.***

1.5. Усиление конфликта, указав предельное состояние (действие) элементов.

– ***Очень сильный нагрев.***

1.6. Формулировка модели задачи.

1.6.1. Конфликтующая пара, учитывая шаг 1.5.

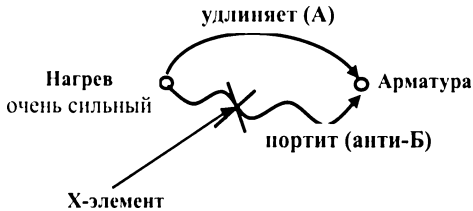
– ***Очень сильный нагрев и арматура.***

1.6.2. Усиленная формулировка ТП, учитывая шаг 1.5.

– **Очень сильный нагрев удлиняет («А») арматуру, но портит («анти-Б») ее.**

1.6.3. Функции Х-элемента.

– **Икс-элемент не допускает порчи арматуры, и не мешает очень сильному нагреву удлинять арматуру.**

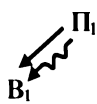


1.7. Применение вепольного анализа.

1.7.1. Представить модель задачи в виде исходной вепольной структуры.

Исходную ситуацию можно представить моделью

$\mathbf{B_1}$ – арматура, $\mathbf{П_1}$ – нагрев.



(П2.7)

Нагрев ($\mathbf{П_1}$) удлиняет арматуру ($\mathbf{B_1}$) – прямая стрелка.

Нагрев ($\mathbf{П_1}$) портит арматуру ($\mathbf{B_1}$) – волнистая стрелка.

1.7.2. Вид вепольной модели.

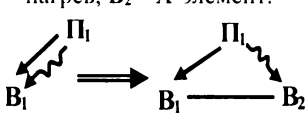
– Не вепольная модель.

1.7.3. Осуществить вепольные преобразования.

Возможны следующие вепольные преобразования:

1. Добавить второе вещество ($\mathbf{B_2}$), которое не позволит портить арматуру ($\mathbf{B_1}$).

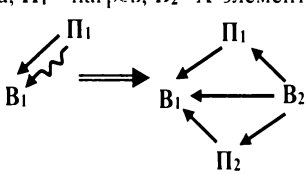
$\mathbf{B_1}$ – арматура, $\mathbf{П_1}$ – нагрев, $\mathbf{B_2}$ – Х-элемент.



(П2.8)

2. Добавить второе вещество ($\mathbf{B_2}$), генерирующее второе поле ($П_2$), не допускающее или устраняющее вредное действие поля ($П_1$).

$\mathbf{B_1}$ – арматура, $\mathbf{П_1}$ – нагрев, $\mathbf{B_2}$ –Х-элемент, $\mathbf{П_2}$ – Х-элемент.



(П2.9)

Часть 2. Анализ модели задачи.

2.1. Определение ОЗ.

– *Зона вокруг арматуры.*

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

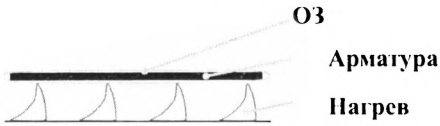


Рис. П2.7. Растяжение арматуры

2.2. Определение ОВ.

- *Т1 – время конфликта – время удлинения.*
- *Т2 – время до конфликта – время до удлинения.*

2.3. Определение ВПР.

2.3.1. Составить список ВПР.

Таблица П2.4. ВПР

ВПР	Вещество	Поле
1. Система (внутренние ресурсы)		
1.1. Инструмент		
Нагрев		Температура
1.2. Изделие		
Арматура	Сталь	–
2. Внешняя среда (ВС)		
2.1. Среда		
2.1.1. ВС инструмента		
Нагрев	Воздух	Температура
2.1.2. ВС изделия		
Арматура	Воздух	–
2.1.3.Совместная ВС инструмента и изделия		
Нагрев, арматура	Воздух,	Температура
2.2. Общие ресурсы ВС	Воздух	Гравитационное, магнитное поле Земли
3. Надсистема		
3.1. Бетон	Бетон	–
3.2. Форма	Сталь	–
4. Отходы		
Арматура (испорченная)	Сталь	–
5. Дешевые	Воздух, вода	Температура

2.3.2. Оперативные ВПР.

- *Воздух, вода, испорченная арматура, температура.*

Часть 3. Определение ФП.

3.1. Формулировка ИКР-1. ИКР: А, Б

Икс-элемент, *абсолютно не усложняя систему и не вызывая вредных явлений, не допускает порчи «Б» арматуры во время ее удлинения (ОВ), около поверхности арматуры (ОЗ), не мешая очень сильному нагреву удлинять «А» арматуру.*

3.2. Усиление формулировки ИКР-1 – использование ВПР.

3.2.1. **Инструмент.**

Очень сильный нагрев *САМ, не вызывая вредных явлений, не допускает порчи «Б» арматуры во время ее удлинения (ОВ), около поверхности арматуры (ОЗ), удлиняя «А» ее.*

3.2.2. **Изделие.**

Арматура *САМА не допускает своей порчи «Б» во время удлинения (ОВ), около поверхности арматуры (ОЗ), самоудлиняясь «А».*

3.2.3. **Функция.**

Удлинение осуществляется ***без нагрева***.

3.2.4. **Нет необходимости в выполнении функции.**

Нет необходимости в удлинении арматуры.

3.3. Формулировка ФП на макроуровне.

ФП: С→А, анти-С→Б

3.3.1. Формулировка физического противоречия для икс-элемента.

Икс-элемент *во время удлинения арматуры, около арматуры должен быть* ***не пропускающим*** (**«С»**) *очень сильную температуру, чтобы* ***не портить*** (**«Б»**) *арматуру, и должен быть* ***пропускающим*** (**«анти-С»**) *очень сильную температуру, чтобы* ***удлинить***(**«А»**) *арматуру.*

3.3.2. Формулировка физического противоречия для инструмента.

Очень сильная температура *во время удлинения арматуры, около арматуры должна* ***не проходить*** (**«С»**) *к арматуре, чтобы* ***не портить*** (**«Б»**) *ее, и должна* ***проходить*** (**«анти-С»**) *к арматуре, чтобы* ***удлинить***(**«А»**) *ее.*

3.3.3. Формулировка физического противоречия для изделия.

Арматура *во время удлинения, около ее поверхности должна* ***не допускать*** *(**«С»**) очень сильную температуру, чтобы* ***не портиться*** *(**«Б»**), и должна* ***допускать*** *(**«анти-С»**) очень сильную температуру, чтобы* ***удлиняться*** (**«А»**).

Часть 4. Получение решения.

4.1. Использование типовых преобразований.

4.1.1. В пространстве.

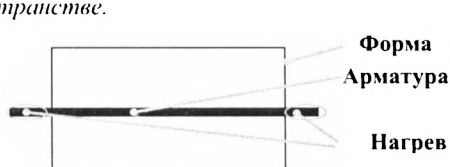


Рис. П2.8. Растяжение арматуры

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

4.1.2. Во времени.

Не разрешается.

4.1.3. В структуре.

Меняем структуру нагреваемой части арматуры.

Структура материала той части арматуры, которая сильно нагревается (вне формы) должна быть изменена.

Решение 1. Ее нужно сделать из жаропрочной стали. Жаропрочная сталь значительно дороже обыкновенной, но так как вне рабочей зоны арматура не расходуемая, ее можно многократно использовать, то она может быть дорогой – жаропрочной.

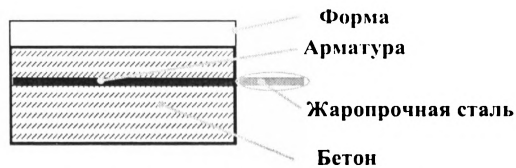


Рис. П2.9. Растяжение арматуры

4.2. Использование ресурсов.

– ***Использовать арматуру из обычной стали.***

– **Решение 2.** Как известно, удлинение Δl пропорционально коэффициенту линейного расширения α, разнице температур Δt и первоначальной длине нагреваемого объекта l_0.

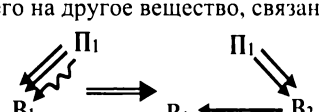
$$\Delta l = l_o \alpha \Delta t \qquad \text{(П2.10)}$$

– Поэтому, можно взять арматуру из обычного материала в 2,5-3 раза длиннее и нагревать ее до 400°.

4.3. Использование системы стандартов.

Ст. 1.1.7. Максимальный режим.

Если нужно обеспечить максимальный режим действия на вещество, а это по тем или иным причинам недопустимо, максимальное действие следует сохранить, но направить его на другое вещество, связанное с первым.



(П2.11)

B_1 – арматура, **$П_1$** – нагрев, **B_2** –икс-элемент.

Стандарту соответствует решение 1.

Приложение 3. Сайты ТРИЗ

Сайты с материалами ТРИЗ

Официальный фонд Г.С. Альтшуллера. URL: http://www.altshuller.ru
Методолог. URL: http://www.metodolog.ru
TRIZLAND.RU. URL: http://www.trizland.ru
ОТСМ-ТРИЗ. URL: http://www.trizminsk.org
Саммит разработчиков ТРИЗ. URL: http://www.triz-summit.ru

Сайты организаций ТРИЗ

Сайт МАТРИЗ. URL: http://www.matriz.ru
Сайт Европейской Ассоциации ТРИЗ (ETRIA – European TRIZ Association). URL: http://etria.eu/portal/
Сайт The Altshuller Institute. URL: http://www.aitriz.org
Сайт Summit Developers TRIZ. URL: http://www.triz-summit.ru
Сайт TRIZ. URL:
http://www.osaka-gu.ac.jp/php/nakagawa/TRIZ/eTRIZ/eTRIZforum.html
Сайт KATA (Korea Academic TRIZ Association).
URL: http://www.koreatrizcon.kr

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Приложение 4. Список примеров, задач, иллюстраций, таблиц и формул

Список сокращений в таблице

Сокращение	Полное наименование
1. п /п	По порядку
2. прим.	Пример
3. зад.	Задача
4. рис.	Рисунок
5. фор.	Формула
6. Усл.	Условие задачи
7. Разб.	Разбор задачи
8. Псих. инерц.	Психологическая инерция

Список примеров

№ п/п	№ прим.	Наименование примера	№ страницы			Инструмент
			Усл.	Разб.	Решение	
1.	1.1	Ледокол	17	17	17	Псих. инерция. Спецтермины
2.	1.2	Мясорубка	18	18	18	То же
3.	1.3	Сверхзвуковой самолет	18	18	18	Псих. инерция. Параметрические представления
4.	1.4	Фазовые изменения	18	18	18	То же
5.	1.5	Двигатель автомобиля	19	19	19	Псих. инерция. Традиция. Национальная
6.	1.6	Цветы в Альпах	19	19	19	То же
7.	1.7	Вода	20	20	20	Псих. инерция. Система ценностей
8.	1.8	Первое паровое судно	20	20	20	Псих. инерция. Принцип действия
9.	1.9	Шагающий паровоз	20	20	21	То же
10.	1.10	Первый автомобиль	21	21	21	Псих. инерция. Форма
11.	1.11	Притча о слепцах	22	22	22	Отсутствие системного мышления
12.	1.12	Миндас	23	23	23	То же
13.	2.1	Указка	28	28	28	Уровни изобретений
14.	2.2	Указка	28	28	28	То же
15.	2.3	Указка	29	29	29	То же
16.	2.4	Указка	29	29	29	То же
17.	2.5	Указка	29	29	29	То же
18.	3.1	Синергетический эффект	43	43	43	Система
19.	3.2	Предложение (в языке)	43	43	43	То же
20.	3.3	Антропогенные системы	44	44	44	То же
21.	3.4	Самолет	44	44	44	Функция
22.	3.5	Телефон	44	44	44	То же
23.	3.6	Алгоритм	44	44	44	То же
24.	3.7	Самолет	45	45	45	То же
25.	3.8	Кофе	45	45	45	То же
26.	3.9	Компьютер	45	45	45	То же
27.	3.10	Компьютерная память	45	45	45	То же
28.	3.11	Холодильник	46	46	46	То же
29.	3.12	Газовая плита	46	46	46	То же
30.	3.13	Компьютер	46	46	46	То же
31.	3.14	Телефон	46	46	47	То же
32.	3.15	Автомобиль	47	47	47	То же
33.	3.16	Приготовление кофе	47	47	47	Процесс
34.	3.17	Компьютерная программа	48	48	48	То же
35.	3.18	Алгоритм Евклида	48	48	48	То же
36.	3.19	Компилятор	48	48	48	То же
37.	3.20	Кондиционер	49	49	49	Поток

№ п/п	№ прим.	Наименование примера	№ страницы			Инструмент
			Усл.	Разб.	Решение	
38.	3.21	Компьютер	50	50	50	Поток
39.	3.22	Холодильник	50	50	50	То же
40.	3.23	Компьютер	50	51	51	То же
41.	3.24	Автомобиль	51	51	51	То же
42.	3.25	Компьютер	51	52	52	Иерархия систем
43.	3.26	Телефон	52	52	52	То же
44.	3.27	Автомобиль	52	52	52	Иерархия систем
45.	3.28	Компьютер	53	53	53	Иерархия функций
46.	3.29	Телефон	53	53	53	То же
47.	3.30	Автомобиль	53	53	53	То же
48.	3.31	Телефон	56	56	56	Отсутствие системности
49.	3.32	Автомобиль	56	56	56	То же
50.	3.33	Дерево	57	57	57	Системный оператор
51.	3.34	Дерево	58	58	58	То же
52.	3.35	Морская игуана	58	58	58	То же
53.	3.36	Дерево	59	59	59	То же
54.	3.37	Машина (автомобиль)	60	60	61	То же
55.	3.38	Изменения во времени	61	61	61	Учет влияний
56.	3.39	Изменения по условию	61	61	61	То же
57.	3.40	Конференция	62	62	62	Системный синтез
58.	3.41	Стиральная машина	63	63	63	То же
59.	3.42	Компонентный анализ	64	65	65	Анализ выявления недостатков
60.	3.43	Структурный анализ	65	66	66-69	То же
61.	3.44	Выявление свойств в кондиционере	69	69	70	То же
62.	3.45	Определение функций элементов системы	71	72	73	То же
63.	4.1	Развитие радиоэлектроники	82	82	82	ЗРТС. S-образное развитие
64.	4.2	Телефон	85	85	85	ЗРТС. Закон полноты частей системы
65.	4.3	Автомобиль	85	85	85	То же
66.	4.4	Телефон	86	86	86	То же
67.	4.5	Автомобиль	86	86	86	То же
68.	4.6	Телефон	88	88	89	То же
69.	4.7	Автомобиль	89	89	89	То же
70.	4.8	Телефон	89	89	89	То же
71.	4.9	Автомобиль	89	89	89	То же
72.	4.10	Лампочка	89	89	89	То же
73.	4.11	Телефон	90	90	90	То же
74.	4.12	Автомобиль	90	90	90	То же
75.	4.13	Телефон	91	91	91	То же
76.	4.14	Автомобиль	91	91	91	То же
77.	4.15	Телефон	92	92	92	ЗРТС. Закон проводимости потоков
78.	4.16	Автомобиль	92	92	92	То же
79.	4.17	Вещество в твердом состоянии	92	92	92	То же
80.	4.18	Вещество в жидком состоянии	92	92	92	То же
81.	4.19	Вещество в гелеобразном состоянии	92	92	92	То же
82.	4.20	Вещество в газообразном состоянии	92	92	92	То же
83.	4.21	Транспортировка объектов	92	92	92	То же
84.	4.22	Телефон	93	93	93	ЗРТС. Закон минимального согласования
85.	4.23	Телефон	93	93	93	То же
86.	4.24	Телефон	94	94	94	То же

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

№ п/п	№ прим.	Наименование примера	№ страницы			Инструмент
			Усл.	Разб.	Решение	
87.	4.25	Остановка крови	95	96	96	Идеальная система. В нужный момент
88.	4.26	Печать по требованию	96	96	96	То же
89.	4.27	Каменщики в Петербурге	96	96	96	Идеальная система. Самоисполнение
90.	4.28	Одевание автомобильных шин на конвейере	97	97	97	То же
91.	4.29	Стиральная машина	97	97	97	То же
92.	4.30	Самомоющее стекло	97	97	98	То же
93.	4.31	Капсульная эндоскопия	98	98	98	То же
94.	4.32	DVD ROM	99	99	99	Идеальная система. Функция
95.	4.33	Идеальная клавиатура компьютера	99	99	99	Идеальная система. Функция
96.	4.34	Идеальный экран	99	99	99	То же
97.	4.35	Процесс мытья посуду	100	100	100	Идеальная система. Функция не нужна
98.	4.36	Защита насаждений от заморозков	102	102	102	Идеальная система. Идеальное вещество
99.	4.37	Корпус самолета	102	102	102	То же
100.	4.38	Соединительная втулка из никелида титана	102	102	102	То же
101.	4.39	Корпус подводного аппарата	103	103	103	Идеальная система. Идеальная форма
102.	4.40	Форма антенны	103	103	103	То же
103.	4.41	Компьютерная программа для цифровой печати	105	105	106	Идеальная система. Процесс
104.	4.42	Строительство домов	105	105	105	То же
105.	4.43	Сварка листов	106	106	106	То же
106.	4.44	Сварка листов	106	106	106	То же
107.	4.45	Сварка листов	106	106	106	То же
108.	4.46	Как отыскать в стене трассу скрытой проводки?	106	106	106	То же
109.	4.47	Зонтик	108	108	108	ЗРТС. Закон увеличения степени управляемости
110.	4.48	Стиральная машина	110	110	110	То же
111.	4.49	Инвертор	111	111	111	То же
112.	4.50	Генератор	111	112	112	То же
113.	4.51	Коммутатор	113	113	113	То же
114.	4.52	Поисковые системы	113	113	113	То же
115.	4.53	Саморегулирующийся робот	113	113	113	То же
116.	4.54	Саморазвивающаяся компьютерная система	113	114	114	То же
117.	4.55	Самовоспроизводящаяся машина	114	114	114	То же
118.	4.56	Электронная книга	115	115	115	ЗРТС. Закон увеличения степени динамичности
119.	4.57	ОЗУ	116	116	116	То же
120.	4.58	Микросхемы	116	117	117	То же
121.	4.59	Обрабатывающий центр	117	117	117	То же
122.	4.60	Мобильный телефон	117	117	117	То же
123.	4.61	Компьютер	117	117	117	То же
124.	4.62	Беспилотный самолет	117	117	117	То же
125.	4.63	Система управления	118	118	118	То же
126.	4.64	Велосипед	118	118	118	То же
127.	4.65	Часы	119	119	119	ЗРТС. Закон перехода системы на микроуровень
128.	4.66	Вычислительная техника	119	120	120	То же

№ п/п	№ прим.	Наименование примера	№ страницы			Инструмент
			Усл.	Разб.	Решение	
129.	4.67	Самолет	121	121	121	ЗРТС. Закон перехода системы в надсистему
130.	4.68	Смартфон	121	121	121	То же
131.	4.69	Классная доска	121	121	121	То же
132.	4.70	Карандаш	123	123	123	То же
133.	4.71	Винтовка	123	123	123	То же
134.	4.72	Карандаш	124	124	124	То же
135.	4.73	Винтовка	124	124	124	То же
136.	4.74	Карандаш	124	124	124	То же
137.	4.75	Винтовка	124	124	124	То же
138.	4.76	Карандаш	124	124	124	То же
139.	4.77	Винтовка	124	124	124	То же
140.	4.78	Карандаш	125	125	125	То же
141.	4.79	Память компьютера	125	125	125	То же
142.	4.80	Карандаш	125	125	126	ЗРТС. Закон перехода системы в надсистему
143.	4.81	Винтовка	126	126	126	То же
144.	4.82	Двустволка	127	127	127	То же
145.	4.83	Автомат	127	127	127	То же
146.	4.84	Микросхема	127	127	127	То же
147.	4.85	Транспортное средство	128	128	129	ЗРТС. Закон увеличения степени согласованности
148.	4.86	Развитие радиоэлементов	130	130	130	То же
149.	4.87	Статическое электричество	130	130	130	То же
150.	4.88	Обувь	130	130	130	То же
151.	4.89	Помехи	130	130	130	То же
152.	4.90	Сотовый телефон	131	131	131	То же
153.	4.91	Кукла	131	131	131	То же
154.	4.92	Согласование параметров	131	131	131	То же
155.	4.93	Космическая станция	132	132	132	То же
156.	4.94	Ритм работы	133	133	133	То же
157.	4.95	Виды воздействия	133	133	133	То же
158.	4.96	Телегазета	133	133	133	То же
159.	4.97	Радиоаппаратура	133	133	133	То же
160.	4.98	Резка стекол	133	133	133	То же
161.	4.99	Воздействие на человека	133	133	133	То же
162.	4.100	Подавление шумов	133	133	133	То же
163.	4.101	Автомобиль	134	134	135	ЗРТС. Закон свертывания – развертывания ТС
164.	4.102	Зубная щетка на пальце	135	135	135	То же
165.	4.103	Зубная щетка – ионы	135	135	135	То же
166.	4.104	Оружейный патрон	136	136	137	То же
167.	4.105	Специализированные компании	137	137	137	То же
168.	4.106	Микропроцессоры	137	137	137	То же
169.	4.107	Солнечная черепица	137	138	138	То же
170.	4.108	Электрическая зубная щетка	139	139	139	То же
171.	4.109	Гибридный автомобиль	139	139	139	То же
172.	4.110	Гибридный жесткий диск	139	140	140	То же
173.	4.111	Ложка-вилка	140	140	140	То же
174.	4.112	Ультразвуковая зубная щетка	140	140	140	То же
175.	4.113	Зубная щетка	141	141	142	То же
176.	4.114	Компьютер	143	143	143	ЗРТС. Закон неравномерности развития частей системы
177.	4.115	Развитие общества	143	143	143	То же
178.	4.116	Развитие экономики	143	143	144	То же
179.		Детский радар	151	152	153-154	Прогноз развития ТС

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

№ п/п	№ прим.	Наименование примера	№ страницы			Инструмент
			Усл.	Разб.	Решение	
180.	5.1	Резание хлеба	159	159	159	Вепольный анализ
181.	5.2	Информационная система	159	159	159	То же
182.	5.3	Корректирующие коды	162	162	162	То же
183.	5.4	Генератор	163	163	163	То же
184.	5.5	Электродвигатель	163	163	163	То же
185.	5.6	Телефон	163	163	163	То же
186.	5.7	Обнаружение затонувшего объекта	165	165	165	То же
187.	5.8	Измерение температуры	166	166	166	То же
188.	5.9	Обнаружение пешехода	166	166	167	То же
189.	5.10	Циклон	181	182	183	То же
190.	5.11	Подводный аппарат	186	186	187	То же
191.	5.12	Трубопровод	187	187	187	То же
192.	5.13	Снижение гидродинамического сопротивления	187	187	187	То же
193.	5.14	Дополнительное крыло	189	189	190	То же
194.	5.15	Поток воды над крылом	190	190	191	То же
195.	5.16	Паровая каверна	191	191	191	То же
196.	5.17	Ледяной покров	192	192	192	То же
197.	5.18	Видоизменение крыла	192	192	193	То же
198.	5.19	Снижение гидродинамического сопротивления	193	193	194	То же
199.	5.20	Предохранитель	194	194	194	То же
200.	5.21	Микрофон	202	202	202	То же
201.	5.22	Эхолокатор	202	202	202	То же
202.	7.1	Место взрыва	341	341	341	Приемы устранения ТП
203.	7.2	Складной самолет	341	341	341	То же
204.	7.3	Прозрачная лодка	342	342	342	То же
205.	7.4	Напильник	343	343	343	Приемы устранения ФП
206.	7.5	Алгоритм быстрой сортировки	343	344	344	То же
207.	7.6	Французское вино J. P. Chenet	344	344	345	То же
208.	7.7	Охлаждение фотокатодов	353	353	353	Физические эффекты
209.	7.8	Снятие пружины с оправки	353	353	354	То же
210.	7.9	Уничтожаемая оправка	355	355	355	Химические эффекты
211.	7.10	Заделывание трещины	355	355	355	То же
212.	7.11	Чистота озер	356	356	356	Биологические эффекты
213.	7.12	Деревья добытчики ископаемых	356	356	356	То же
214.	7.13	Бактерии добывают ископаемые	357	357	357	То же
215.	7.14	Пчелы определяют взрывчатое вещество	357	357	357	То же
216.	7.15	Оправка для навивки пружины	358	358	358	Геометрические эффекты
217.	7.16	Лента принтера	358	358	358	То же
218.	7.17	Магнитофон	358	358	358	То же
219.	7.18	Конвейер	358	358	358	То же
220.	7.19	Шлифовальная лента	359	359	359	То же
221.	7.20	Ленточная пила	359	359	359	То же
222.	7.21	Держатель электрода	359	359	359	То же
223.	7.22	Картофелеуборочный комбайн	360	360	360	То же
224.	7.23	Обработка изображения	363	363	363	Ресурсы
225.	7.24	Цифровая сеть с интеграцией служб	363	363	363	То же
226.	7.25	Угон самолета	366	366	366	То же
227.	7.26	Иглу	366	366	366	То же
228.	7.27	Автомобиль и окружающая среда	367	367	367	То же
229.	7.28	Сотовая связь	367	367	367	То же
230.	7.29	Гидроэлектростанция	368	368	368	То же
231.	7.30	Жесткий диск	369	369	369	То же

№ п/п	№ прим.	Наименование примера	№ страницы			Инструмент
			Усл.	Разб.	Решение	
232.	7.31	Скачивание информации	369	369	369	То же
233.	7.32	Пища	369	369	369	То же
234.	7.33	Поток воды	369	369	369	То же
235.	7.34	Тушение пожара	370	370	370	То же
236.	7.35	Устройство для движения под водой	370	370	370	То же
237.	7.36	Обработка информации	371	371	371	То же
238.	7.37	Термос	371	371	371	То же
239.	7.38	Резка труб	371	371	372	То же
240.	7.39	Отработанная автопокрышка	375	375	375	То же
241.	7.40	Контроль отверстий в печатной плате	386	386	386	Стандарты
242.	8.1	Свет	394	394	394	РТВ
243.	8.2	Пыль	400	400	400	То же
244.	8.3	Утюг	402	402	403	То же
245.	8.4	Изолятор -полупроводник	403	403	403	То же
246.	8.5	Водя - резак	403	403	403	РТВ
247.	8.6	Графит – алмаз	404	404	404	То же
248.	8.7	Нитрид бора (α) – нитрид бора (β)	404	404	404	То же
249.	8.8	Нурбей Гулиа	418	418	419	ТРТЛ
250.	8.9	М. К. Чюрлёнис	419	419	419	То же
251.	8.10	Картотека В. А. Обручева	419	419	419	То же
252.	8.11	Картотека Ж. Верна	419	419	419	То же
253.	8.12	Огюст Пикар	419	419	420	То же
254.	8.13	Огюст Пикар	420	420	420	То же

Список задач

№ п/п	№ зад.	Наименование задачи	№ страницы			Инструмент
			Усл.	Разб.	Решение	
1.	5.1	Снятие коры с древесины	168	168	169	Вепольный анализ
2.	5.2	Слежение за объектом	169	169	169	То же
3.	5.3	Сбор разлитой нефти	170	170	170	То же
4.	5.4	Демонтаж радиоэлементов	171	171	172	То же
5.	5.5	Очистка железнодорожных путей	173	173	174	То же
6.	5.6	Измерение глубины реки	175	175	176	То же
7.	5.7	Определение скрытых дефектов	177	178	179	То же
8.	5.8	Разлив жидкого металла	179	180	180	То же
9.	5.9	Подводные крылья	185	186	186	То же
10.	5.10	Грелка	188	189	189	То же
11.	5.11	Искусственная шаровая молния	195	196	196	То же
12.	5.12	Извлечение шарика	197	198	198	То же
13.	5.13	Автомобильное стекло	199	199	200	То же
14.	5.14	Диод	200	201	201	То же
15.	6.1	Защита данных	209	209	210	АРИЗ. Изобретательская ситуация
16.	6.2	Защита информации	210	211	211	АРИЗ. Изобретательская задача
17.	6.3	Мундир солдата	211	211	211	То же
18.	6.4	Автобус	212	213	215, 228	АРИЗ. Противоречия
19.	6.5	Блок питания	214	214	215	То же
20.	6.6	Очки	216	216	216	То же
21.	6.7	Пластырь	216	216	217	То же
22.	6.8	Реактивный самолет	217	217	217	То же
23.	6.9	Компьютер	217	217	217	То же
24.	6.10	Рыцарские доспехи	217	218	218	То же

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

№ п/п	№ зад.	Наименование задачи	№ страницы			Инструмент
			Усл.	Разб.	Решение	
25.	6.11	Автомат по разливу жидкостей	218	218	218	АРИЗ. Противоречия
26.	6.12	Мощный транзистор	218	219	219	То же
27.	6.13	Зоопарк	221	221	221	АРИЗ. ИКР
28.	6.14	Продажа обуви	221	221	221	То же
29.	6.15	Идеальная реклама	222	223	223	То же
30.	6.16	Кража в гостиницах	222	224	224	То же
31.	6.17	Свеча Яблочкова	222	224	224	То же
32.	6.18	Миллионы из ничего	222	224	224	АРИЗ. ИКР. Ресурсы
33.	6.19	Выработка электричества	222	224	225	То же
34.	6.20	Принтер	222	225	225	То же
35.	6.21	Радиостанция	222	225	225	То же
36.	6.22	Борьба с лихачами	223	225	225	АРИЗ. ИКР, копия
37.	6.23	Галька на пляже	223	226	226	АРИЗ. ИКР. Ресурсы
38.	6.24	Наушники	223	226	226	АРИЗ. ИКР
39.	6.25	Тарелка	223	226	226	То же
40.	6.26	Багаж	223	226	226	То же
41.	6.27	Социальные сети	223	227	227	То же
42.	6.28	Штатив для фотоаппарата	223	227	227	АРИЗ. ИКР. Геометрические эффекты. Динамизация
43.	6.29	Чемодан	233	234	234	АРИЗ. Логика АРИЗ
44.	6.30	Кастрюля	234	235	235-237	То же
45.	6.31	Защита от проникновения в компьютер	238	239	240-241	То же
46.	6.32	Игольное ушко	241	241, 249	242, 350	То же
47.	6.33	Создание пассажирского самолета	243	244	245	То же
48.	6.34	Увеличение скорости судна	245	246	246	То же
49.	6.35	Лифт в многоэтажном доме	246	247	247	То же
50.	6.36	Перекачка газа	247	248-249	250	То же
51.	6.37	Баллоны с кислородом	250	251	252	То же
52.	6.38	Испытание образца	257	258	258	АРИЗ. Конфликтующая. пара
53.	6.39	Газопровод	270	270-323	308, 323	АРИЗ. АРИЗ-85-В
54.	6.40	Наблюдение микрочастиц	276	276	277	То же
55.	6.41	Детали	300	300	301	То же
56.	6.42	Золотая цепочка	310	311	311	То же
57.	6.43	Перекачка нефти	311	312	312	То же
58.	6.44	Холодильный костюм	312	312	313	То же
59.	6.45	Видео	318	318	318	То же
60.	6.46	Испытание обшивки космического корабля	323	324-332	332	То же
61.	6.47	Работа программы	334	352	353	АРИЗ. Логика АРИЗ
62.	6.48	Радиолокационная станция	334	354	354	То же
63.	6.49	Лавина в горах	334	355	355	То же
64.	6.50	Интегральная микросхема	334	355	356	То же
65.	6.51	Запайка ампул	335	357-464	465	АРИЗ. Практический АРИЗ
66.	6.52	Растяжение арматуры	335	466-470	471	То же
67.	7.1	Футбольный стадион	338	338	339	Информационный фонд. Приемы устранения ТП
68.	7.2	Алгоритм архивирования	340	340	340	То же
69.	7.3	Туман в аэропорту	341	341	341	То же
70.	7.4	Робин Гуд	347	347	348	То же
71.	7.5	Защита общедоступной программы	348	348	349	То же
72.	7.6	Стрельба по летающим тарелкам	354	354	354	Информационный фонд. Физические эффекты
73.	7.7	Измерение температуры младенца	364	365	365	Информационный фонд. Ресурсы
74.	7.8	Конкуренция программных компаний	365	365	366	То же

№ п/п	№ зад.	Наименование задачи	№ страницы			Инструмент
			Усл.	Разб.	Решение	
75.	7.9	Шасси самолета	366	366	366	Информационный фонд. Ресурсы
76.	7.10	Программа «червь»	366	366	367	То же
77.	7.11	Бокс	368	368	368	То же
78.	7.12	Окраска изделия	379	379	379	Информационный фонд. Стандарты
79.	7.13	Растяжение арматуры	380	380	380	То же
80.	7.14	Запайка ампул	381	381	381	То же
81.	7.15	Пайка проводов	382	382	382	То же
82.	7.16	Паяльник	383	383	384	То же
83.	7.17	Обнаружение новой звезды	385	386	386	То же
84.	7.18	Программа вычисления произвольного полинома	389	—	—	Информационный фонд ТРИЗ. Приемы

Список иллюстраций

№ п/п	№ рис.	Наименование рисунка (схемы)	№ прим. задачи	№ стр.
1.	1.1	Процесс решения известного типа задачи	—	14
2.	1.2	Процесс решения неизвестного типа задачи	—	15
3.	1.3	Метод «проб и ошибок»	—	15
4.	1.4	Первый пароход (2 рис.)	П.1.8	20
5.	1.5	Шагающий паровоз	П.1.9	21
6.	1.6	Первый автомобиль	П.1.10	21
7.	1.7	Слепцы	—	22
8.	—	ТРИЗ	—	24
9.	—	Фото Г. С. Альтшуллера	—	25
10.	2.1	Уровни изобретений	—	28
11.	2.2	Структурная схема ТРИЗ	—	31
12.	2.3	Структурная схема ТРИЗ для функции решение задач	—	32
13.	2.4	Решение стандартных задач	—	36
14.	3.1	Функция	—	45
15.	3.2	Иерархия функций	—	53
16.	3.3	Структура системности	—	54
17.	3.4	Структура закона повышения степени системности	—	56
18.	3.5	Системный оператор	—	57
19.	3.6	Системные уровни	—	57
20.	3.7	Системный оператор	П. 3.36	59
21.	3.8	Системный оператор	П. 3.37	61
22.	3.9	Последовательность этапов системного синтеза	—	62
23.	3.10	Последовательность этапов системного анализа	—	63
24.	3.11	Последовательность этапов системного анализа для выявления недостатков	—	63
25.	3.12	Наружный блок кондиционера	П. 3.42	65
26.	3.13	Внутренний блок кондиционера	П. 3.42	65
27.	3.14	Функционально-структурной схема кондиционера	П. 3.43	66
28.	3.15	Принцип работы кондиционера в режиме охлаждения	П. 3.43	66
29.	3.16	Функциональная схема	П. 3.45	73
30.	—	Структурная схема ТРИЗ для функции решение задач	—	77
31.	4.1	S -образная кривая роста	—	79
32.	4.2	Скачкообразное развитие систем	—	81
33.	4.3	Огибающая кривая	—	81
34.	4.4	Развитие электроники	—	82
35.	4.5	Схема законов развития технических систем	—	83
36.	4.6	Структура законов организации систем	—	83

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

№ п/п	№ рис.	Наименование рисунка (схемы)	№ прим. задачи	№ стр.
37.	4.7	Структура законов эволюции технических систем	—	84
38.	4.8	Основные элементы системы	—	85
39.	4.9	Основные элементы системы	—	90
40.	4.10	Одевание автомобильных шин (2 рис.)	П.4.28	97
41.	4.11	Структура законов эволюции технических систем	—	106
42.	4.12	Общая тенденция увеличения степени управляемости	—	107
43.	4.13	Уменьшение участия человека в работе технической системы	—	108
44.	4.14	Переход от неуправляемой системы к управляемой	—	109
45.	4.15	Система управления по разомкнутому контуру	—	109
46.	4.16	Система управления с обратной связью	—	110
47.	4.17	Система управления с отрицательной обратной связью	—	111
48.	4.18	Схема инвертора	П. 4.49	111
49.	4.19	Схема генератора	П. 4.50	112
50.	4.20	Структура законов эволюции технических систем	—	114
51.	4.21	Линия увеличения степени динамичности	—	116
52.	4.22	Структура законов эволюции технических систем	—	119
53.	4.23	Структура законов эволюции технических систем	—	120
54.	4.24	Тенденция объединения систем	—	121
55.	4.25	Схема механизма тенденции перехода МОНО-БИ-ПОЛИ	—	122
56.	4.26	Общая схема объединения систем	—	123
57.	4.27	Свернутый карандаш со сдвинутыми характеристиками (2 рис.)	П.4.81	126
58.	4.28	Структура законов эволюции технических систем	—	127
59.	4.29	Структура законов эволюции технических систем	—	134
60.	4.30	Зубная щетка на пальце	П.4.103	135
61.	4.31	Зубная щетка – ионы	П.4.104	135
62.	4.32	Гибридизация ложки и вилки	П. 4.112	140
63.	4.33	Зубные щетки (5 рис.)	П. 4.114	141
64.	4.34	Структура законов эволюции технических систем	—	143
65.	4.35	Виды прогнозирования	—	147
66.	4.36	Анализ уровня развития системы	—	148
67.	4.37	Уровень развития систем	—	148
68.	4.38	Схема выявления уровня развития системы	—	149
69.	4.39	Обобщенная диаграмма развития системы	—	150
70.	4.40	Анализ системы «Детский радар» по ЗРТС	—	152
71.	4.41	Прогноз системы «Детский радар»	—	154
72.	—	Структурная схема ТРИЗ для функции решение задач	—	157
73.	5.1	Обнаружение затонувшего объекта	П. 5.7	165
74.	5.2	Схема поперечного разреза ствола дерева	З. 5.1	169
75.	5.3	Введение низкотемпературного припоя	З. 5.4	172
76.	5.4	Очистка железнодорожных путей	З. 5.5	174
77.	5.5	Измерение глубины реки	З. 5.6	175
78.	5.6	Уплотнение снега	З. 5.6	176
79.	5.7	Определение скрытых дефектов	З. 5.7	178
80.	5.8	Разлив жидкого металла	З. 5.8	179
81.	5.9	Вращение жидкого металла	З. 5.8	180
82.	5.10	Циклон	П. 5.10	182
83.	5.11	Электрофильтр	П. 5.10	183
84.	5.12	Тенденция устранения вредных связей между веществами	—	184
85.	5.13	Тенденция устранения вредных связей между полем и веществом	—	184
86.	5.14	Тенденция устранения вредных связей между веществом и полем	—	184
87.	5.15	Подводные крылья	З. 5.9	185
88.	5.16	Подводное крыло, покрытое волосками	З. 5.9	186
89.	5.17	Подводный аппарат с клейкой массой	П. 5.11	187
90.	5.18	Трубопровод	П. 5.12	187
91.	5.19	Грелка	З. 5.10	188

№ п/п	№ рис.	Наименование рисунка (схемы)	№ прим. задачи	№ стр.
92.	5.20	Грелка	З. 5.10	189
93.	5.21	Подводное крыло с дополнительным крылом	П. 5.14	190
94.	5.22	Подводное крыло с дополнительным потоком воды	П. 5.15	190
95.	5.23	Подводное крыло с дополнительным потоком воды	П. 5.15	191
96.	5.24	Подводное крыло с канавками	П. 5.15	191
97.	5.25	Подводное крыло с паровой каверной	П. 5.16	191
98.	5.26	Подводное крыло, покрытое коркой льда	П. 5.17	192
99.	5.27	Видоизмененное подводное крыло	П. 5.18	192
100.	5.28	Суперкавитирующее подводное крыло	П. 5.18	193
101.	5.29	Снижение гидродинамического сопротивления	П. 5.19	194
102.	5.30	Установка для получения искусственной шаровой молнии	З. 5.11	195
103.	5.31	Создание центробежных сил с помощью пылесоса	З. 5.11	196
104.	5.32	Шарик, завальцованный в корпус	З. 5.12	197
105.	5.33	Введение капли жидкости под шарик	З. 5.12	198
106.	5.34	Общая тенденция развития веполей	—	203
107.	5.35	Тенденция изменения структуры веполя	—	203
108.	5.36	Тенденция изменения комплексного веполя	—	203
109.	5.37	Тенденция изменения сложного веполя	—	203
110.	5.38	Тенденция изменения форсированного веполя	—	203
111.	5.39	Схема тенденции увеличения степени дробления	—	205
112.	5.40	Последовательность увеличения управляемости полей	—	205
113.	6.1	Структурная схема ТРИЗ	—	208
114.	6.2	Графическое представление промежутка	—	214
115.	6.3	Изображение ФП	—	214
116.	6.4	Принцип работы дуговой лампы	З. 6.18	222
117.	6.5	Свеча Яблочкова (2рис.)	З. 6.18	224
118.	6.6	Принтер Stack	З. 3.9	225
119.	6.7	Логическая схема АРИЗ	—	231
120.	6.8	Логическая схема АРИЗ	—	232
121.	6.9	Кастрюля	З. 6.31	235
122.	6.10	Кастрюля с ручками из теплоизоляционного материала	З. 6.31	236
123.	6.11	Кастрюля с изолированными ручками	З. 6.31	236
124.	6.12	Крышка кастрюли	З. 6.31	236
125.	6.13	Кастрюля с теплоизолирующими стенками	З. 6.31	237
126.	6.14	Кастрюля с электронагревателем	З. 6.31	237
127.	6.15	Защита компьютера	З. 6.32	238
128.	6.16	Виртуальный компьютер	З. 6.32	240
129.	6.17	Гибкое ушко иголки	З. 6.33	242
130.	6.18	Гибкое ушко иголки дизайнера Woo Moon-Hyung	З. 6.33	243
131.	6.19	Нитковдеватель	З. 6.33	243
132.	6.20	Создание самолета	З. 6.34	244
133.	6.21	Создание самолета (2 рис.)	З. 6.34	244
134.	6.22	Создание самолета (2 рис.)	З. 6.34	245
135.	6.23	Перекачка газа	З. 6.37	248
136.	6.24	Перекачка газа (решение)	З. 6.17	250
137.	6.25	Анализ по логике АРИЗ	—	253
138.	6.26	Изображение ФП (2 рис.)	З. 6.18	253
139.	6.27	Структурная схема АРИЗ-85-В	—	262
140.	6.28	Функция 1 части АРИЗ-85-В	—	266
141.	6.29	Функция 1 части АРИЗ-85-В	—	267
142.	6.30	Анализ задачи	—	268
143.	6.31	Шаг 1.1 первой части АРИЗ-85-В	—	269
144.	6.32	Шаг 1.2 первой части АРИЗ-85-В	—	271
145.	6.33	Графическое представление ТП (2 рис.)	—	274
146.	6.34	Шаг 1.3 первой части АРИЗ-85-В	—	275
147.	—	Графическое представление ТП	—	275

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

№ п/п	№ рис.	Наименование рисунка (схемы)	№ прим. задачи	№ стр.
148.	—	Графическое представление ТП	—	276
149.	6.35	Шаг 1.4 первой части АРИЗ-85-В	—	277
150.	6.36	Шаг 1.5 первой части АРИЗ-85-В	—	279
151.	6.37	Шаг 1.6 первой части АРИЗ-85-В	—	280
152.	—	Графическое представление ТП	—	280
153.	—	Графическое представление ТП	—	281
154.	—	Графическое представление ТП	—	281
155.	—	Графическое представление ТП	—	281
156.	6.38	Шаг 1.7 первой части АРИЗ-85-В	—	282
157.	6.39	Функция 2 части АРИЗ-85-В	—	287
158.	6.40	Вторая часть АРИЗ-85-В	—	287
159.	6.41	Функция 3 части АРИЗ-85-В	—	290
160.	6.42	Третья часть АРИЗ-85-В	—	290
161.	6.43	Функция 4 части АРИЗ-85-В	—	297
162.	6.44	Анализ задачи	—	298
163.	6.45	ММЧ	—	299
164.	6.46	ММЧ	—	299
165.	6.47	ММЧ	—	300
166.	6.48	ММЧ	—	300
167.	6.49	ММЧ	—	300
168.	6.50	Функция 5 части АРИЗ-85-В	—	304
169.	6.51	Пятая часть АРИЗ-85-В	—	305
170.	6.52	Огнепреградитель в разрезе	З. 6.40	308
171.	6.53	Функция 6 части АРИЗ-85-В	—	309
172.	6.54	Шестая часть АРИЗ-85-В	—	310
173.	6.55	Газотеплозащитный костюм для горноспасателей	З. 6.45	313
174.	6.56	Функция 7 части АРИЗ-85-В	—	313
175.	6.57	Седьмая часть АРИЗ-85	—	314
176.	6.58	Функция 8 части АРИЗ-85-В	—	316
177.	6.59	Восьмая часть АРИЗ-85	—	317
178.	6.60	Функция 9 части АРИЗ-85-В	—	321
179.	6.61	Девятая часть АРИЗ-85	—	322
180.	6.62	Испытание обшивки космического корабля	З. 6.47	323
181.	—	Графическое представление ТП	З. 6.47	324
182.	—	Графическое представление ТП	З. 6.47	325
183.	—	Графическое представление действия икс-элемента	З. 6.47	325
184.	6.63	Оперативная зона	З. 6.47	327
185.	6.64	ФП	З. 6.47	329
186.	6.65	Разделение противоречивых свойств в пространстве	З. 6.47	329
187.	6.66	Разделение противоречивых свойств в пространстве	З. 6.47	330
188.	6.67	Разделение противоречивых свойств в пространстве	З. 6.47	330
189.	6.68	ММЧ	З. 6.47	332
190.	6.69	ММЧ	З. 6.47	332
191.	6.70	ММЧ	З. 6.47	332
192.	6.71	Запаивание ампул	З. 6.51	335
193.	6.72	Растяжение арматуры	З. 6.52	335
194.	—	Структурная схема ТРИЗ	—	337
195.	7.1	Схема приемов разрешения противоречий	—	338
196.	7.2	Выдвижное футбольное поле	З. 7.1	339
197.	7.3	Многоцелевой самолет	П. 7.2	341
198.	7.4	Алгоритм быстрой сортировки	П. 7.5	344
199.	7.5	Французское вино Шенс	П. 7.6	345
200.	7.6	Фрагмент таблицы приемов устранения ТП	—	345
201.	7.7	Хирургическая игла	З. 7.5	350
202.	7.8	Схема «черного ящика»	—	351

№ п/п	№ рис.	Наименование рисунка (схемы)	№ прим. задачи	№ стр.
203.	7.9	Схема эффекта	—	351
204.	7.10	Классификация эффектов	—	352
205.	7.11	Схема эффекта	—	352
206.	7.12	Стрельба по летающим тарелочкам	З. 7.6	354
207.	7.13	Мусор от разбитых тарелочек исчезает сам	З. 7.6	354
208.	7.14	Заделывание трещины (3 рис.)	П. 7.10	355
209.	7.15	Пчелы определяют взрывчатку (3 рис.)	П. 7.14	357
210.	7.16	Разборная оправка	П. 7.15	358
211.	7.17	Лента Мёбиуса	—	358
212.	7.18	Шлифовальная лента	П. 7.19	359
213.	7.19	Ленточная пила	П. 7.20	359
214.	7.20	Гиперболоид вращения		359
215.	7.21	Держатель электрода	П. 7.21	359
216.	7.22	Держатель электрода	П. 7.22	360
217.	7.23	Общий алгоритм выявления и использования ресурсов	—	361
218.	7.24	Классификация ресурсов	—	362
219.	7.25	Последовательность использования ресурсов	—	363
220.	7.26	Измерение температуры у младенца	З. 7.7	364
221.	7.27	Термометр Baby Temp	З. 7.7	365
222.	7.28	Термометр Lunar Baby Thermometer	З. 7.7	365
223.	7.29	Последовательность использования ресурсов	—	368
224.	7.30	Последовательность использования ресурсов	—	369
225.	7.31	Последовательность использования ресурсов	—	369
226.	7.32	Использование разности давления для движения	П. 7.35	370
227.	7.33	Резка труб	П.7.38	372
228.	7.34	Структура системы 76 стандартов на решение изобретательских задач	—	377
229.	7.35	Окраска баллончиков	З 7.12	379
230.	7.36	Растяжение арматуры	З. 7.13	380
231.	7.37	Запайка ампул	З. 7.14	381
232.	7.38	Фотография звездного неба	З. 7.17	385
233.	7.39	Обнаружение новой звезды (3 рис.)	З. 7.17	386
234.	7.40	Алгоритм применения системы 76 стандартов	—	387
235.	—	Структурная схема ТРИЗ	—	391
236.	8.1	Схема метода «золотая рыбка»	—	399
237.	8.2	Графит (2 рис.)	П. 8.6	404
238.	8.3	Нитрид бора (2 рис)	П. 8.7	404
239.	8.4	Нанесение покрытий на металл	З. 8.1	405
240.	8.5	Нанесение холодного раствора на горячее изделие	З. 8.1	406
241.	8.6	Горячий раствор вокруг изделия	З. 8.1	406
242.	8.7	Стенка ванной покрыты льдом	З. 8.1	407
243.	8.8	Циркуляция раствора соли через ванну	З. 8.1	407
244.	8.9	Перемещение или вибрация изделия	З. 8.1	408
245.	8.10	Совмещение всех процессов	З. 8.1	408
246.	8.11	Деталь во льду	З. 8.1	408
247.	8.12	Устройство и принцип работы дозатора жидкости	З. 8.2	411
248.	8.13	Модель задачи о дозаторе жидкости с помощью метода ММЧ (3 рис.)	З. 8.2	411
249.	8.14	Модель решения задачи о дозаторе (4 рис.)	З. 8.2	412
250.	8.15	Устройство усовершенствованного дозатора жидкости	З. 8.2	412
251.	8.16	Устройство и принцип работы саморазгружающейся баржи (9 рис.)	З. 8.3	413
252.	8.17	Модель исходной задачи о барже с помощью метода ММЧ	З. 8.3	414
253.	8.18	Модель решения задачи о барже с помощью метода ММЧ	З. 8.3	414
254.	8.19	Устройство усовершенствованной саморазгружающейся баржи	З. 8.3	415
255.	8.20	Подводная мина	З. 8.4	415
256.	8.21	Траление подводных мин	З. 8.4	416
257.	8.22	Схема прохождения тровов	З. 8.4	416
258.	8.23	Модель задачи	З. 8.4	417

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

№ п/п	№ рис.	Наименование рисунка (схемы)	№ прим. задачи	№ стр.
259.	8.24	Модель решения (5 рис.)	З. 8.4	417
260.	8.25	Схема решения	З. 8.4	417
261.	9.1	Алгоритм применения инструментов ТРИЗ для функции решения задач	—	428
262.	—	Схема ТП	—	440
263.	—	Схема ТП	—	441
264.	—	Схема ТП	—	442
265.	П2.1	Запайка ампул	З. 6.52	454
266.	—	Схема ТП	З. 6.52	455
267.	—	Схема ТП	З. 6.52	456
268.	—	Схема ТП	З. 6.52	457
269.	П2.2	Оперативная зона	З. 6.52	458
270.	П2.3	Линия разделения противоположных свойств	З. 6.52	461
271.	П2.4	Разделение противоположных свойств	З. 6.52	461
272.	П2.5	Решение задачи 8.40	З. 6.52	462
273.	П2.6	Растяжение арматуры	З. 6.53	462
274.	—	Схема ТП	З. 6.53	464
275.	—	Схема ТП	З. 6.53	464
276.	—	Схема ТП	З. 6.53	465
277.	П2.7	Растяжение арматуры	З. 6.53	466
278.	П2.8	Растяжение арматуры	З. 6.53	467
279.	П2.9	Растяжение арматуры	З. 6.53	468

Список таблиц

№ п/п	№ табл.	Наименование таблицы	Раздел	№ стр.
1.	2.1	Процесс изобретательского творчества	2.2	27
2.	2.2	Функции и структура ТРИЗ	2.5	35
3.	3.1	Матрица связей	3.5	64
4.	3.2	Функции элементов	3.5	64
5.	3.3	Взаимодействие элементов кондиционера	3.5	70
6.	3.4	Функции элементов кондиционера	3.5	71
7.	4.1	Анализ системы «Детский радар»	4.8	151
8.	4.2	Прогноз системы «Детский радар»	4.8	153
9.	6.1	Таблица взаимодействия элементов	6.8	257
10.	6.2	Таблица взаимодействия элементов	6.8	258
11.	6.3	Таблица взаимодействия элементов	6.10	272
12.	6.4	Таблица взаимодействия элементов	6.10	273
13.	6.5	Выявление ВПР	6.11	286
14.	6.6	Выявление ВПР	6.11	289
15.	6.7	Типовые преобразования – разрешение ФП	6.14	306
16.	6.8	Возможных взаимосвязей объекта (О), инструмента (И) и источника поля (П)	6.17	320
17.	6.9	Возможные взаимные расположения и взаимосвязи объекта (О), инструмента (И) и источника поля (П)	6.17	321
18.	6.10	ВПР	6.19	327
19.	—	Использование указателя физических эффектов	6.19	331
20.	—	Использование указателя химических эффектов	6.19	331
21.	7.1	Структура ресурсов	7.4	373
22.	8.1	Фантограмма	8.1	397
23.	П1.1	Таблица взаимодействий	Прил. 1	440
24.	П1.2	ВПР	Прил. 1	443
25.	П1.3	Типовые преобразования	Прил. 1	446
26.	П1.4	Задачи-аналоги	Прил. 1	447
27.	П2.1	Таблица взаимодействия элементов системы	Прил. 2	455
28.	П2.2	ВПР	Прил. 2	459
29.	П2.3	Таблица взаимодействия элементов системы	Прил. 2	463
30.	П2.4	ВПР	Прил. 2	466

Список формул

№ п/п	№ фор.	Наименование формулы	Раздел	№ стр.
1.	4.1	Степень идеализации системы	4.5.2	100
2.	4.2	Степень идеализации вещество	4.5.2	101
3.	4.3	Степень идеализации процесса	4.5.2	103
4.	4.4	Функциональность операции	4.5.2	103
5.	5.1	Веполь	5.1	158
6.	5.2	Веполь	5.1	159
7.	5.3	Веполь	5.1	159
8.	5.4	Веполь	5.1	159
9.	5.5	Обозначения веполей	5.2	160
10.	5.6	То же	5.2	160
11.	5.7	То же	5.2	160
12.	5.8	То же	5.2	160
13.	5.9	То же	5.2	160
14.	5.10	То же	5.2	160
15.	5.11	То же	5.2	160
16.	5.12	То же	5.2	161
17.	5.13	То же	5.2	161
18.	5.14	То же	5.2	161
19.	5.15	То же	5.2	161
20.	5.16	То же	5.2	161
21.	5.17	То же	5.2	161
22.	5.18	То же	5.2	161
23.	5.19	То же	5.2	161
24.	5.20	Виды вепольных систем. Генерирование поля веществом	5.3.1	162
25.	5.21	То же	5.3.1	162
26.	5.22	Виды вепольных систем. Преобразование поля веществом	5.3.1	163
27.	5.23	То же	5.3.1	163
28.	5.24	То же	5.3.1	163
29.	5.25	Виды вепольных систем. Видоизменение поля	5.3.1	164
30.	5.26	Виды вепольных систем для измерения и обнаружения	5.3.2	165
31.	5.27	То же	5.3.2	165
32.	5.28	То же	5.3.2	166
33.	—	То же	5.3.2	166
34.	5.29	То же	5.3.2	166
35.	5.30	То же	5.3.2	167
36.	5.31	Виды вепольных структур. Невепольная система	5.3.3	167
37.	5.32	То же	5.3.3	167
38.	5.33	То же	5.3.3	167
39.	5.34	Виды вепольных структур. Переход к веполю	5.3.3	168
40.	5.35	То же	5.3.3	168
41.	5.36	То же	5.3.3	168
42.	5.37	То же	5.3.3	169
43.	5.38	Виды вепольных структур. Внутренний комплексный веполь	5.3.3	170
44.	5.39	То же	5.3.3	170
45.	5.40	То же	5.3.3	170
46.	5.41	То же	5.3.3	171
47.	5.42	Виды вепольных структур. Внешний комплексный веполь	5.3.3	171
48.	5.43	То же	5.3.3	171
49.	5.44	То же	5.3.3	171
50.	5.45	То же	5.3.3	172
51.	5.46	То же	5.3.3	172
52.	5.47	Виды вепольных структур. Комплексный веполь на внешней среде	5.3.3	173
53.	5.48	То же	5.3.3	173
54.	5.49	То же	5.3.3	173
55.	5.50	То же	5.3.3	173

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

№ п/п	№ фор.	Наименование формулы	Раздел	№ стр.
56.	5.51	Виды вепольных структур. Комплексный веполь на измененной внешней среде	5.3.3	175
57.	5.52	То же	5.3.3	175
58.	5.53	То же	5.3.3	175
59.	5.54	Виды вепольных структур. Комплексный веполь на измененной внешней среде	5.3.3	176
60.	5.55	Виды вепольных структур. Сложные веполи	5.3.3	176
61.	5.56	То же	5.3.3	176
62.	5.57	Виды вепольных структур. Сложные веполи. Цепной веполь	5.3.3	177
63.	5.58	То же	5.3.3	177
64.	5.59	То же	4.3.3	178
65.	5.60	Виды вепольных структур. Сложные веполи. Цепной веполь	5.3.3	178
66.	5.61	Виды вепольных структур. Сложные веполи. Двойной веполь	5.3.3	179
67.	5.62	То же	5.3.3	180
68.	5.63	То же	5.3.3	180
69.	5.64	Виды вепольных структур. Сложные веполи. Смешанный веполь	5.3.3	181
70.	5.65	То же	5.3.3	181
71.	5.66	То же	5.3.3	181
72.	5.67	То же	5.3.3	181
73.	5.68	То же	5.3.3	182
74.	5.69	Тенденция устранения вредных связей. Введение B_3	5.4.2	184
75.	5.70	То же	5.4.2	185
76.	5.71	То же	5.4.2	186
77.	5.72	Тенденция устранения вредных связей. Введение $B_3 = B_1, B_2$	5.4.3	188
78.	5.73	То же	5.4.3	188
79.	5.74	То же	5.4.3	189
80.	5.75	Тенденция устранения вредных связей. Введение $B_3 = B'_1, B_2$ и поля $П_2$	5.4.4	193
81.	5.76	То же	5.4.4	194
82.	5.77	Тенденция устранения вредных связей. «Оттягивание» вредного действия	5.4.5	194
83.	5.78	Тенденция устранения вредных связей. Введение $П_2$	5.4.6	195
84.	5.79	То же	5.4.6	196
85.	5.80	То же	5.4.6	196
86.	5.81	Тенденция устранения вредных связей. Введение B_3 и $П_2$	5.4.7	197
87.	5.82	То же	5.4.7	197
88.	5.83	Тенденция устранения вредных связей. Введение B_3, $П_2$ и $П_3$	5.4.8	197
89.	5.84	То же	5.4.8	198
90.	5.85	То же	5.4.8	198
91.	5.86	Тенденция устранения вредных связей. Введение B_3 и $П_3$	5.4.9	199
92.	5.87	То же	5.4.9	199
93.	5.88	То же	5.4.9	199
94.	5.89	То же	5.4.9	199
95.	5.90	Тенденция устранения вредных связей. Замена B_1 на B_3 и введение $П_3$	5.4.10	200
96.	5.91	То же	5.4.10	200
97.	5.92	То же	5.4.10	200
98.	5.93	То же	5.4.10	201
99.	5.94	Нахождение нужного эффекта	5.5	201
100.	5.95	То же	5.5	201
101.	5.96	То же	5.5	202
102.	6.1	Неравенство	6.2.4	214
103.	6.2	Неравенство. ФП	6.2.4	214
104.	6.3	Причинно-следственные связи	6.2.4	215
105.	6.4	Путь к идее решения	6.5	227
106.	6.5	ТП-ИКР-ФП-Решение	6.6	233
107.	6.6	Неравенство	6.7	252
108.	6.7	Изобретательская ситуация	6.10	263, 266
109.	6.8	Модель задачи	6.10	267
110.	6.9	Конфликтующая пара	6.10	267

№ п/п	№ фор.	Наименование формулы	Раздел	№ стр.
111.	6.10	Веполь	6.10	282
112.	6.11	Веполь	6.10	283
113.	6.12	Веполь	6.10	283
114.	6.13	Веполь	6.10	283
115.	6.14	Веполь	6.10	283
116.	6.15	Веполь	6.10	284
117.	6.16	Веполь	6.10	284
118.	6.17	Веполь	6.10	284
119.	6.18	Веполь	6.10	285
120.	6.19	Веполь	6.12	295
121.	6.20	Веполь	6.12	296
122.	6.21	Веполь	6.12	296
123.	6.22	Оценка хода решения	6.18	321
124.	—	Веполь	6.19	326
125.	6.23	Веполь	6.19	326
126.	6.24	Веполь	6.19	326
127.	6.25	Веполь	6.19	326
128.	6.26	Веполь	6.19	326
129.	7.1	Стандарт 1.1.6	7.5	378
130.	7.2	То же	7.5	378
131.	7.3	Стандарт 1.1.7	7.5	379
132.	7.4	Стандарт 1.1.8 (1.1.8.1)	7.5	380
133.	7.5	Стандарт 1.1.8 (1.1.8.2)	7.5	381
134.	7.6	Стандарт 1.2.5	7.5	383
135.	7.7	То же	7.5	383
136.	П2.1	Веполь	Прил. 2	457
137.	П2.2	Веполь	Прил. 2	457
138.	П2.3	Веполь	Прил. 2	457
139.	П2.4	Веполь	Прил. 2	457
140.	П2.5	Веполь	Прил. 2	458
141.	П2.6	Веполь	Прил. 2	458
142.	П2.7	Веполь	Прил. 2	465
143.	П2.8	Веполь	Прил. 2	465
144.	П2.9	Веполь	Прил. 2	465
145.	П2.10	Удлинение	Прил. 2	468
146.	П2.11	Веполь	Прил. 2	468

Алфавитный указатель

Автоколебания.....111
Автоматизация.....98
Адаптивная система.....108, 112
Самонастраивающаяся система.112
Административное противоречие 212
Альтернативная (конкурирующая) система.....122
Альтернативные элементы.....126
Альтов, Генрих.....25
Альтшуллер, Генрих Саулович.....25
Альтов, Генрих.....25
ТРИЗ.....25
Анализ функций.....62
Антагонистические системы.....123
Антагонистические элементы.....121
Анти-система.....57
Антропогенная система.....42
Берталанфи, Людвиг фон.....40
Бесконтактная связь.....85
Бесполезная связь.....85
Бесполезная функция.....43, 69
Бесполезный поток.....48
Биологические эффекты.....29, 356
Бисистема.....120

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Закон перехода в надсистему.....120
Би-эффект.....353
Богданов, Александр Александрович.....40
Вектор психологической инерции..14
Психологическая инерция.....14
Веполь.....158
Вепольная система.....204
Вепольный анализ.....158
Двойной веполь.....180
Комплексный веполь.....170
Невепольная система.....204
Простой веполь.....204
Сложный веполь.....205
Форсированный веполь.....205
Цепной веполь.....179
Вепольная система.....204
Вепольный анализ.....30, 158
Виды вепольных систем
Вепольные модели для полей
Видоизменение поля.....*164*
Генерирование поля.....*162*
Преобразование поля.....*163*
Виды вепольных структур
Комплексный веполь.....*170*
Невепольная система.....*168*
Неполная вепольная система.....*167*
Сложный веполь.....*177*
Основные обозначения
Взаимодействие.....*160*
Вредное (нежелательное) действие.....*161*
Действие (воздействие).....*160*
Знак перехода.....*161*
Избыточное действие.....*161*
Неэффективное (недостаточное) действие.....*161*
Связь.....*160*
Понятия вепольного анализа
Веполь.....*158*
Вещество.....*158*
Отзывчивость.....*159*
Поле.....*158*
Устранение вредных связей.....184
Вещественно-полевые ресурсы (ВПР).....286, 362
Вещественные связи.....85
Вещественный поток.....47
Вещество.....158
Вепольный анализ.....158
Видоизменение информации.....164
Видоизменение поля.....164
Видоизменение информации.....164
Видоизменение энергии.....164
Видоизменение энергии.....164
Виды степеней идеализации системы.....93
Идеальная система - функция...93, 97
Самоисполнение.....93, 94
Система появляется в нужный момент в нужном месте.....93
Функция становится не нужной....93
Внешние связи.....85
Внешний комплексный веполь.....171
Внешний поток.....47
Внутренние связи.....85
Внутренний комплексный веполь 170
Внутренний поток.....47
Вредная связь.....85
Вредная функция.....43
Вредное действие.....161
Вепольный анализ.....161
Вредный поток.....48
Вредный эффект.....99
Временная связь.....85
Всеобщие законы развития систем.76
Закон S – образного развития.....76
Законы диалектики.....76
Вспомогательная функция.....50
Вторичные задачи.....317
Вытеснение человека из технической системы.....105
Генерерирование поля
Вепольный анализ.....162
Генетическое развитие.....57
Геометрические эффекты.....29, 358
Геометрический эффект....27, 224, 227
Гибридизация.....138
Главная полезная функция.....50
Главная функция.....50
Главная функция системы.....53
Главная цель системы.....53
Двойной веполь.....180
Диагностический анализ.....62
Диверсионный подход.....31
Метод выявления и прогнозирования аварийных ситуаций и нежелательных явлений.....31

Дизайн продукта.....**54**
Дизайн упаковки.....54
Динамическая связь.....85
Динамическая статичность системы.....117
Динамичная система.....113
Долговечность.....53
Дополнительные системы.....123
Достаточная функция.....44
Достаточный поток.....48
Достройка (*построение*) веполей..204
Доступность.....54
Европейская Ассоциация ТРИЗ (ETRIA).....37
Жизнеспособность.....53
Конкурентоспособность.....53
Работоспособность.....53
Задачи-аналоги.....30
Закон S – образного развития....76, 78
Закон Бернулли.....190
Закон минимального согласования.....82
Закон минимального согласования частей и параметров системы.....91
Законы организации.....91
Закон неравномерности развития частей системы.....144
Законы Альтшуллера.....144
Закон перехода с макроуровня на микроуровень.....145
Закон перехода сисетемы в надсистему
Тенденция объединения систем
4. Свертывание.....*120*
Закон перехода системы в надсистему.....119, 145
Тенденция объединения систем
1. Моносистема.....*120*
2. Бисистема.....*120*
3. Полисистема.....*120*
Закон перехода системы на микроуровень.....117
Закон полноты частей системы.....82, ***144***
Закон проводимости потоков.....82, 89
Закон полноты частей системы....89
Закон сбалансированного развития системы.....142, 143
Закон свертывания – развертывания.....133
Закон согласования ритмики частей системы.....144
Законы Альтшуллера.....144
Закон увеличения степени вепольности.....145, 203
Закон увеличения степени динамичности.....113
Закон увеличения степени идеальности.....93
Закон увеличения степени системности.....54
Закон увеличения степени согласованности.....127
Закон увеличения степени управляемости.....105
Закон энергетической проводимости системы.....144
Законы Альтшуллера:.....144
Закономерность исторического развития исследуемого объекта...54
Закономерность развертывания...134
Закономерность свертывания.....133
Законы
*Всеобщие законы развития систем*76
Законы изменения функций.....77
Законы развития потребностей.....77
Законы развития технических систем.....77
Общие законы.....76
Специальные законы.....76
Законы Альтшуллера.....144
1. Статика
1. Закон полноты частей системы *144*
2. Закон полноты частей системы *144*
3. Закон согласования ритмики частей системы *144*
2. Кинематика
4. Закон увеличения степени идеальности.....*144*
5. Закон неравномерности развития частей системы *144*
6. Закон перехода системы в надсистему *145*
3. Динамика

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

7. Закон перехода с макро- на микроуровень ... *145*
8. Закон увеличения степени вепольности ... *145*
4. Вне системы
9. Закон увеличения степени динамичности ... *145*
Законы диалектики ... 76
Законы изменения функций ... 77
Законы организации систем ... 82
Закон минимального согласования ... 82
Закон плотны частей системы ... 82
Закон проводимости потоков ... 82
Законы развития потребностей ... 77
Законы развития технических систем ... 77
Законы эволюции систем ... 92
Закон перехода системы в надсистему ... 119
Закон перехода системы на микроуровень ... 117
Закон сбалансированного развития системы ... 142, 143
Закон свертывания – развертывания ... 133
Закон увеличения степени динамичности ... 113
Закон увеличения степени идеальности ... 93
Закон увеличения степени согласованности ... 127
Закон увеличения степени управляемости ... 105
Идеальная система ... 93
Степень идеализации системы ... 99
Идеальная техническая система ... 220
Идеальная форма ... 101
Идеальное вещество ... 99
Степень идеализации вещества ... 99
Идеальный конечный результат (ИКР) ... 220
Идеальный процесс ... 101
Степень идеализации процесса ... 102
Идеальный ход решения задачи ... 323
Иерархическая структура ... 55
Избыточная функция ... 44
Избыточное действие ... 161
Избыточный поток ... 48
Изделие ... 255
Измерительная система ... 164
Вепольный анализ ... 164
Изобретательское мышление ... 429
Составляющие изобретательского мышления ... 429
ТРИЗное мышление ... 429
Икс-элемент ... 269, 280
Инверсные элементы ... 121
Инерция мышления ... 14
Психологическая инерция ... 14
Институт Альтшуллера (The Altshuller Institute) ... 37
Инструмент ... 83, 255
Рабочий орган ... 83
Интеллектуализация ... 96
Информационные связи ... 85
Информационный поток ... 47
Информационный фонд ТРИЗ ... 338
Исполнительный элемент ... 83
Рабочий орган ... 83
Источник вещества ... 83
Источник информации ... 83
Источник энергии ... 83
Кибернетизация ... 95, 96
Комплексный веполь ... 170
Внешний комплексный веполь 171, 205
Внутренний комплексный веполь ... 170, 205
Комплексный веполь на внешней среде ... 173
Комплексный веполь на внешней среде ... 205
Комплексный веполь на измененной внешней среде ... 175
Комплексный веполь на внешней среде ... 173
Комплексный веполь на измененной внешней среде ... 175
Компонентный анализ ... 62
Компьютеризация ... 95
Конкурентоспособность ... 53
Психологические параметры ... 54
Эстетические параметры ... 53
Конкурирующая (альтернативная) система ... 123
Контактная связь ... 85
Конфликтующая пара ... 255

Кривая роста (S – образная кривая) 78
Логиста (S – образная кривая).....**78**
Логистическая кривая (S – образная кривая).....**78**
Макси-задача.....210
Математические эффекты.....29, 358
Матрица Альтшуллера 346
Международная Ассоциация ТРИЗ (МА ТРИЗ).....37
Метод ассоциаций 398
Метод взгляда со стороны 400
Метод выявления и прогнозирования аварийных ситуаций и нежелательных явлений 31
Диверсионный подход.....31
Метод выявления скрытых свойств объекта.....399
Метод золотой рыбки 398
Метод разложения и синтеза фантастических идей.....398
Метод изменения системы ценностей 400
Метод моделирования маленькими человечками (ММЧ) 299, 409
Метод проб и ошибок.....13
Метод разложения и синтеза фантастических идей 398
Метод золотой рыбки 398
Метод ситуационного задания.....400
Метод тенденций 398
Метод фантограмм.....395
Фантограмма 395
Методы развития творческого воображения (РТВ).....32, 299, 392
Метод ассоциаций.....398
Метод взгляда со стороны.....400
Метод выявления скрытых свойств объекта.....399
Метод золотой рыбки 398
Метод изменения системы ценностей 400
Метод моделирования маленькими человечками (ММЧ) 409
Метод ситуационного задания.....400
Метод тенденций.....398
Метод фантограмм.....395
Оператор РВС 402
Приемы фантазирования.....393
Тест Ромшоха 401
Фантограмма.....395
Шкала Фантазия.....401
Механизация 95, 96
Мини-задача 210, 270
Модель задачи.....255
Моносистема.....120
Закон перехода системы в надсистему 120
Надежность.....53
Надсистема.....49
Научные эффекты.....30, 351
Технологические эффекты 30
Эффекты.....30
Невепольная система.....167, 204
Недостаточная функция 44
Недостаточный поток.....48
Нежелательное действие.....161
Вепольный анализ.....161
Нежелательный эффект (НЭ) 212
Необходимые функции.....51
Неоднородные элементы.....121
Неполная вепольная система.....167
Невепольная система.....167
Нестандартная задача 33
Неуправляемая система.....107
Неэффективное (недостаточное) действие
Вепольный анализ.....161
Нормативный прогноз 146
Обобщенная диаграмма развития системы.....149
Обратная связь 108
Отрицательная обратная связь...109
Общая тенденция развития веполей.....203
Общая теория систем.....40
Общие законы развития систем.....76
Законы изменения функций.....76
Законы развития потребностей.....76
Огибающая кривая.....79
Одинаковые элементы 121
Однородные элементы со сдвинутыми характеристиками 121
Оперативная зона.....259
Оперативное время 260

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Оперативный параметр 259
Оператор РВС 16, 402
Оператор Размер-Время-Стоимость (РВС) 402
Параматрический оператор 16
Основная линия увеличения степени динамичности 114
Основная функция 50
Основные части системы 82
Источник и преобразователь вещества, энергии и информации 82
Рабочий орган 82
Связи 82
Система управления 82
Отзывчивость 105, 159, 204
Вепольный анализ 159
Отношение 41
Отрицательная обратная связь 109
Оценка хода решения 323
Параметрический оператор 17, 403
Оператор РВС 17
Параметрическим оператором 403
Парные приемы 343
Переход
Вепольный анализ 161
Знак перехода 161
Пионерское решение 319
Подсистема 49
Поисковый прогноз 146
Поле 158
Вепольный анализ 158
Полевая связь 85
Полевой поток 47
Полезная связь 85
Полезная функция 43
Полезный поток 48
Полезный эффект 99
Полезный эффект формы 101
Полисистема 120
Закон переехода в надсистему 120
Полностью свернутая система 121
Закон перехода системы в надсистему 120
Положительная обратная связь 110
Положительный эффект 229
Постоянная связь 85
Построение новой системы 92
Законы организации системы 92
Постулаты ТРИЗ 25
Поток 47
Бесполезный поток 48
Вещественный поток 47
Внешний поток 47
Внутренний поток 47
Вредный поток 48
Избыточный поток 48
Информационный поток 47
Лишний поток 48
Недостаточный поток 48
Полевой поток 47
Полезный поток 48
Поток вещества 47
Поток информации 47
Поток поля 47
Потребность 53
Предназначение системы 53, 82
Преобразование информации 163
Преобразование поля 163
Преобразование информации 163
Преобразование энергии 163
Преобразование энергии ***163***
Преобразователь вещества 84
Преобразователь информации 84
Преобразователь энергии 84
Престижность 54
Привлекательность 54
Прием-антиприем 343
Приемы разрешения противоречий 339
40 основных приемов разрешения технических противоречий 339
Дополнительные приемы 339
Приемы устранения физических противоречий 343
Парные приемы (прием-антиприем) 343
Приемы, разбитые на группы 343
Способы разделения противоречивых свойств 343
Приемы фантазирования 393
Причинно-следственные связи 215
Прогноз 146
Нормативный прогноз 146
Поисковый прогноз 146
Простой веполь 204

Противоречие.....212
Процесс.....45
Психологическая инерция.....14
Вектор психологической инерции...14
Инерция мышления.....14
Параметрические представления..14
Принцип действия.....15
Психологический барьер.....14
Система ценностей.....15
Специальные термины.....14
Традиция.....15
Форма.....15
Психологические параметры.....54
Доступность.....54
Привлекательность.....54
Пристижность.....54
Психологический барьер.....14
Психологическая инерция.....14
Работоспособность.....53, 54, 82, 83
Долговечность.....53
Надежность.....53
Работоспособность рабочего органа.....83
Эргономические параметры.....53
Рабочий орган.....83
Инструмент.....83
Исполнительный элемент.....83
Реальный ход решения задачи.....323
Ресурс.....360
Ритмика.....131
Саммит разработчиков ТРИЗ.....37
Самовоспроизводящаяся система.....107, 112
Самонастраивающаяся система....111
Самообучающаяся система....107, 111
Самоорганизующаяся система.....61, 72, 107, 111
Самоприспосабливающаяся система.....111
Саморазвивающаяся система.....112
Саморазвивающаяся система.....107
Саморегулируемые вещества.....316
Свертывание.....120
Закон переехода в надсистему.....120
Свойство.....41
Связи.....85
Бесконтактная связь.....***85***
Бесполезная связь.....***85***
Вещественные связи.....***85***
Внешние связи.....85
Внутренние связи.....85
Вредная связь.....***85***
Временная связь.....***85***
Динамическая связь.....***85***
Информационные связи.....***85***
Контактная связь.....***85***
Полевая связь.....***85***
Полезная связь.....***85***
Постоянная связь.....***85***
Энергерические связи.....***85***
Сдвинутые характеристики.....122
Синергетический эффект.....41
Синергия.....41
Система.....40
Система с обратной связью....107, 108
Система управления.....87
Закон полноты частей системы....87
Системное мышление.....20, 39
Системность.....52
Закономерность исторического развития объекта.....54
Системные требования.....52
Системный анализ.....40
Системный подход.....20
Системный синтез.....40
Системный эффект.....40
Сложные веполи.....177
Двойной веполь.....180
Смешанный веполь.....181
Цепной веполь.....177
Сложный веполь.....205
Смешанный веполь.....181
Составляющие изобретательского мышления.....429
Мышление по моделям.....429
Мышление через противоречие.....429
Мышление через ресурсы.....429
Развитие творческого мышления.429
Системное мышление.....429
Эволюционное мышление.....429
Специальные законы развития систем.....76
Специальный термин.....270
Способы разделения противоречивых свойств.....344
Стандартная задача.....33

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Стандарты на решение изобретательских задач (стандарты) 376
Степени динамичности 114
Степень идеализации вещества....99
Степень идеализации процесса 102
Степень идеализации системы 99
Структура системы....54
Структура ТРИЗ....28
Структурная полнота 88
Структурное согласование 91
Структурный анализ 62
Структурный вещественно-полевой анализ....30
Таблица приемов устранения технических противоречий....346
Тектология....40
Тенденция объединения систем
1. Моносистема 120
2. Бисистема 120
3. Полисистема....120
4. Свертывание....120
Тенденция развития веполей
Общая тенденция развития веполей....203
Теория развития творческих коллективов....32, 420
Теория развития творческой личности 32
Теория развития творческой личности. 417
Тепловая труба 118
Тепловое расширение....353
Теполь....353
Тест Роршоха....401
Техническая система (ТС) 42
Техническое противоречие....212, 213
Технологические эффекты....29, 30, 351
Научные эффекты 30, 351
Эффекты....30, 351
Увеличение динамичности....114
Увеличение степени дробления....205
Умное вещество 100, 206, 316
Универсальные параметры Альтшуллера 346
Управление по разомкнутому контуру 107
Уровень решения....23
Уровень творчества....23
Устранение вредных связей 184
*Вредная связь между **веществом и полем***
Введение дополнительных вещества $\mathbf{B_2}$ и поля $\mathbf{П_2}$ *184, 199*
Замена имеющегося вещества $\mathbf{B_1}$ на $\mathbf{B_2}$ и введением дополнительного поля $\mathbf{П_3}$,....*184, 200*
*Вредная связь между **полем и веществам***
Введение второго поля $\mathbf{П_2}$..*184, 195*
Введение третьего вещества $\mathbf{B_3}$, которое генерирует $\mathbf{П_2}$ *184, 197*
Введение третьего вещества $\mathbf{B_3}$, которое генерирует $\mathbf{П_2}$ под воздействием $\mathbf{П_3}$ *184, 198*
*Вредные связи между **веществами***
Введение третьего вещества $\mathbf{B_3}$ *184, 185*
Введение третьего вещества $\mathbf{B_3}$=$\mathbf{B_1}$, $\mathbf{B_2}$ и поля $\mathbf{П_2}$ *184, 193*
Введение третьего вещества $\mathbf{B_3}$=$\mathbf{B_1}$, $\mathbf{B_2}$ или $\mathbf{B_3}$=$\mathbf{B'_1}$, $\mathbf{B'_2}$ *184, 188*
Фазовые переходы....353
Фазовый переход второго рода ...309, 353
Фазовый переход первого рода.....353
Физический эффект 354
Фантограмма....395
Метод фантограмм....395
Физические эффекты....29, 96, 353
Гидрофобный эффект 96
Капиллярный эффект....171
Кипение 169
Нагрев током высокой частоты..169
Применение взрывчатых веществ....333
Пьезоэлектрический эффект....202
Сегнетоэлектрический эффект ...202
Тепловая труба 118
Тепловое расширение....353
Ультразвуковой эффект 203
Фазовые переходы 354
Фазовый переход второго рода 309
Фазовый переход первого рода.....354

Фотокаталитический эффект....96, 141
Эффект Доплера....94
Эффект обратимой памяти формы....309, 354
Эффект памяти формы....101, 354
Эффект Пельтье....118, 353
Эффект Томса....186, 187, 188, 194
Эффект точки Кюри....316
Эффект точки памяти формы....309
Физическое противоречие....212, 213
Форсированный веполь....203, 205
Фотокаталитический эффект....96
Функции ТРИЗ....28
Функциональная полнота....51, 88
Закон полноты частей системы....88
Функциональная работоспособность....51
Функциональное согласование....91
Функционально-стоимостный анализ (ФСА)....31
Функционально-структурное согласование....91
Функция....42
Бесполезная функция....43
Вредная функция....43
Достаточная функция....43
Избыточная функция....43
Лишняя функция....43
Недостаточная функция....43
Полезная функция....43
Химические эффекты....29, 355
Вызывчатое вещество....333
Заделывание трещин....356
Целостность....41
Цепной веполь....177, 179
Частично свернутая система....120
Закон перехода системы в надсистему....120
Шаг назад от ИКР....301
Шкала «Фантазия»....401
эволюционное развитие....54
Эволюционное развитие....57
Эжекция....191
Экономический пузырь....143
Экспресс-прогноз....149
Эмерджентность....40
Энергетические связи....85
Эргономические параметры....53
Эстетические параметры....53
Дизайн продукта....54
Дизайн упаковки....54
Эффект обратимой памяти формы
Физический эффект....354
Эффект памяти формы....101, 354
Физический эффект....101, 354
Эффект Пельтье....353
Эффект Томса....186
Эффекты....30, 351
Биологичекие....29
Математические....29
Научные эффекты....30, 351
Технологические эффекты....30, 351
Физические....29
Химические....29

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Оглавление

Список сокращений **8**
Благодарности **9**
Введение **10**
Глава 1. ТРАДИЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ **13**
1.1. Введение ***13***
1.2. Метод «проб и ошибок» ***14***
1.3. Психологическая инерция ***16***
1.3.1. Употребление специальных терминов 17
1.3.2. Параметрические представления 18
1.3.3. Традиция 19
1.3.4. Система ценностей 19
1.3.5. Принцип действия 20
1.3.5. Форма 21
1.4. Отсутствие системного мышления ***22***
1.5. Самостоятельная работа ***23***
1.5.1. Контрольные вопросы 23
1.5.2. Темы докладов и рефератов 23
1.5.3. Выполните задания 23
Глава 2. ОБЗОР ТРИЗ **24**
2.1. Что такое ТРИЗ? ***24***
2.2. Уровни изобретений ***25***
2.3. Функции ТРИЗ ***30***
2.4. Структура ТРИЗ ***30***
2.5. Использование инструментов ТРИЗ ***34***
2.6. Изобретательское мышление ***37***
2.6.1. Качества изобретательского мышления 37
2.6.2. Способы развития изобретательского мышления 38
2.7. ТРИЗ в мире ***39***
2.8. Контрольные вопросы ***40***
Глава 3. СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД **41**
3.1. Основные определения системного подхода ***41***
3.1.1. Системное мышление 42
3.1.2. Система 42
3.1.3. Функция 44
3.1.4. Процесс 47
3.1.5. Поток 49
3.1.6. Иерархия 51
3.2. Системность ***54***
3.2.1. Общие понятия 54
3.2.2. Отсутствие системности 56
3.2.3. Эволюционное развитие 56
3.3. Системный оператор ***56***
3.4. Учет влияний ***61***

3.5. Системный подход при проектировании ***62***
3.5.1. Системный синтез 62
3.5.2. Системный анализ 63
3.5.3. Анализ выявления недостатков 63
3.6. Выводы ***74***
3.7. Самостоятельная работа ***74***
3.7.1. Контрольные вопросы 74
3.7.2. Темы докладов и рефератов 75
3.7.3. Выполните задания 75
Глава 4. ЗАКОНЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ (ЗРТС) **77**
4.1. Общие представления ***78***
4.2. Закон S–образного развития систем ***79***
4.2.1. Общие представления 79
4.2.2. Огибающие кривые 81
4.3. Структура законов развития технических систем ***82***
4.4. Законы организации систем ***84***
4.4.1. Общие соображения 84
4.4.2. Закон полноты частей системы 84
4.4.3. Закон проводимости потоков 91
4.4.4. Закон минимального согласования частей и параметров системы 93
4.4.5. Построение новой системы 94
4.5. Законы эволюции систем ***94***
4.5.1. Общие сведения 94
4.5.2. Закон увеличения степени идеальности 95
4.5.3. Закон увеличения степени управляемости 106
4.5.4. Закон увеличения степени динамичности 114
4.5.5. Закон перехода на микроуровень 118
4.5.6. Закон перехода системы в надсистему 120
4.5.7. Закон увеличения степени согласованности 127
4.5.8. Закон свертывания – развертывания ТС 133
4.5.9. Закон сбалансированного развития систем 142
4.6. Законы развития технических систем Г. С. Альтшуллера ***144***
4.7. Прогнозирование развития технических систем ***146***
4.7.1. Основные понятия прогнозирования 146
4.7.2. Прогнозирование с использованием ТРИЗ 147
4.7.3. Анализ уровня развития системы 147
4.7.4. Экспресс-прогноз 149
4.8. Пример экспресс-прогноза ***151***
4.8.1. Описание системы 151
4.8.2. Анализ уровня развития системы по законам развития технических систем 151
4.8.3. Прогнозирование с помощью системы законов 151
4.9. Самостоятельная работа ***154***
4.9.1. Вопросы для самопроверки 154
4.9.2. Темы докладов и рефератов 155
4.9.3. Выполните задания 155

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Глава 5. ВЕПОЛЬНЫЙ АНАЛИЗ 157
5.1. Понятия вепольного анализа 158
5.2. Основные обозначения 160
5.3. Виды вепольных систем 162
5.3.1. Вепольные модели для полей 162
5.3.2. Виды вепольных систем для измерения и обнаружения 164
5.3.3. Виды вепольных структур 167
5.4. Устранение вредных связей 183
5.4.1. Тенденции устранения вредных связей 183
5.4.2. Устранение вредных связей введением B_3 184
5.4.3. Устранение вредных связей введением B_3=B_1, B_2 или их видоизменений 188
5.4.4. Устранение вредных связей введением вещества B_3=B'_1, B'_2 и поля $П_2$ 193
5.4.5. «Оттягивание» вредного действия 194
5.4.6. Устранение вредных связей введением $П_2$ 195
5.4.7. Устранение вредных связей введением B_3 и $П_2$ 196
5.4.8. Устранение вредных связей введением B_3, $П_2$ и $П_3$ 197
5.4.9. Устранение вредных связей между веществом и полем введением B_2 и $П_3$ 198
5.4.10. Устранение вредных связей между веществом и полем заменой B_1 на B_2 и введением $П_3$ 200
5.5. Нахождение нужного эффекта 201
5.6. Закон увеличения степени вепольности 202
5.7. Самостоятельная работа 206
5.7.1. Вопросы для самопроверки 206
5.7.2. Темы докладов и рефератов 206
5.7.3. Выполните задания 206
Глава 6. АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ (АРИЗ) 208
6.1. Изобретательская ситуация и изобретательская задача 209
6.2. Понятие о противоречиях 211
6.2.1. Общие понятия 211
6.2.2. Административное противоречие 212
6.2.3. Техническое противоречие 213
6.2.4. Физическое противоречие 213
6.2.5. Способы разрешения физического противоречия 215
6.3. Идеальный конечный результат (ИКР) 220
6.4. Практика использования ИКР 222
6.4.1. Условие задач 222
6.4.2. Решение задач 223
6.5. Путь к идеи решения 227
6.6. Логика АРИЗ 229
6.7. Практика по логике АРИЗ 233
6.8. Понятия и определения АРИЗ-85-В 254
6.9. Структура АРИЗ-85-В 260
6.9.1. Общие сведения 260
6.9.2. Первая часть 262
6.9.3. Вторая часть 263

6.9.4. Третья часть 263
6.9.5. Четвертая часть 263
6.8.6. Пятая часть 264
6.9.7. Шестая часть 264
6.9.8. Седьмая часть 264
6.9.9. Восьмая часть 265
6.9.10. Девятая часть 265
6.10. Часть 1. АНАЛИЗ ЗАДАЧИ 266
6.10.1. Основные понятия и структура первой части АРИЗ 266
6.10.2. Формулировка мини-задачи 269
6.10.3. Определение конфликтующей пары 270
6.10.4. Формулировка технического противоречия 274
6.10.5. Выбор конфликтующей пары 277
6.10.6. Усиление конфликта 278
6.10.7. Формулировка модели задачи 279
6.10.8. Представление вепольной модели задачи 281
6.11. Часть 2. АНАЛИЗ МОДЕЛИ ЗАДАЧИ 285
6.11.1. Основные понятия и структура второй части АРИЗ 285
6.11.2. Определение оперативной зоны 287
6.11.3. Определение оперативного времени 288
6.11.4. Определение вещественно-полевых ресурсов 288
6.12. Часть 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИКР И ФП 290
6.12.1. Основные понятия и структура третьей части АРИЗ 290
6.12.2. Формулировка ИКР 291
6.12.3. Усиленная формулировка ИКР 291
6.12.4. Формулировка физического противоречия 292
6.12.5. Формулировка ИКР-2 294
6.12.6. Применение системы стандартов 295
6.13. Часть 4. МОБИЛИЗАЦИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ ВПР 297
6.13.1. Основные понятия и структура четвертой части АРИЗ 297
6.13.2. Применение метода ММЧ 298
6.13.3. Шаг назад от ИКР 300
6.13.4. Применение преобразованных ВПР 301
6.14. Часть 5. ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ФОНДА 304
6.14.1. Основные понятия и структура пятой части АРИЗ 304
6.14.2. Применение системы стандартов 305
6.14.3. Применение задач-аналогов 306
6.14.4. Применение типовых преобразований 306
6.14.5. Применение технологических эффектов 308
6.15. Часть 6. ИЗМЕНЕНИЕ И/ИЛИ ЗАМЕНА ЗАДАЧИ 309
6.16. Часть 7. АНАЛИЗ СПОСОБА УСТРАНЕНИЯ ФП 313
6.16.1. Основные понятия и структура седьмой части АРИЗ 313
6.16.2. Контроль решения 314
6.16.3. Оценка решения 315
6.16.4. Определение новизны и подзадач 316
6.17. Часть 8. ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛУЧЕННОГО РЕШЕНИЯ 316
6.17.1. Основные понятия и структура восьмой части АРИЗ 316
6.17.2. Согласование полученного решения 317

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

6.17.3. Использование полученной системы по новому назначению 318
6.17.4. Использование идеи решения....318
6.18. Часть 9. АНАЛИЗ ХОДА РЕШЕНИЯ 321
6.19. Практический АРИЗ.... 323
6.20. Самостоятельная работа.... 332
6.20.1. Вопросы для самопроверки 332
6.20.2. Темы докладов и рефератов....333
6.20.3. Выполните задания....334
Глава 7. ИНФОРМАЦИОННЫЙ ФОНД ТРИЗ 337
7.1. Приемы разрешения противоречий 338
7.1.1. Система приемов....338
7.1.2. Приемы устранения технических противоречий....338
7.1.3. Приемы устранения физических противоречий....342
7.1.4. Использование таблицы приемов устранения технических противоречий ..345
7.2. Технологические эффекты.... 350
7.2.1. Физические эффекты....352
7.2.2. Химические эффекты 355
7.2.3. Биологические эффекты....356
7.2.4. Математические эффекты....357
7.3. Ресурсы 360
7.3.1. Общие понятия....360
7.3.2. Классификация системы ресурсов 361
7.4. Применение системы по новому назначению 372
7.4.1. Общие понятия....372
7.4.2. Выявление свойств 373
7.4.3. Применение выявленных свойств....374
7.5. Стандарты на решение изобретательских задач.... 376
7.5.1. Обзор стандартов 376
7.5.2. Алгоритм применения стандартов....386
7.6. Самостоятельная работа.... 388
7.6.1. Вопросы для самопроверки 388
7.62. Темы докладов и рефератов....388
7.6.3. Выполните задания....389
Глава 8. МЕТОДЫ РАЗВИТИЯ ЛИЧНОСТИ И КОЛЛЕКТИВА.... 391
8.1. Методы развития творческого воображения (РТВ).... 392
8.1.1. Общие понятия....392
8.1.2. Обзор приемов и методов развития творческого воображения....393
8.1.3. Оператор РВС....402
8.1.4. Метод ММЧ....410
8.2. Теория развития творческой личности 417
8.2.1. Достойная Цель....418
8.2.2. Рабочие планы....419
8.2.3. Работоспособность 419
8.2.4. Техника решения задач 419
8.2.5. Умение держать удар....420
8.2.6. Результативность. 420
8.3. Теория развития творческих коллективов 420

8.4. Литература ***421***
8.4.1. Методы развития творческого воображения 421
8.4.2. Теория развития творческой личности 423
8.4.3. Развитие творческих коллективов 424
8.5. Самостоятельная работа ***424***
8.5.1. Вопросы для самопроверки 424
8.5.2. Темы докладов и рефератов 424
8.5.3. Выполните задания 424
Глава 9. Заключение **427**
9.1. Рекомендации по использованию инструментов ТРИЗ ***428***
9.2. Рекомендации по совершенствованию знаний ТРИЗ ***429***
9.3. Отработка навыков ***431***
ЛИТЕРАТУРА **433**
Приложения **437**
Приложение 1. Петров В. Практический АРИЗ (текст) ***437***
Приложение 2. Разбор задач ***449***
Разбор задач по ЛОГИКЕ АРИЗ 449
Разбор задач по ПРАКТИЧЕСКОМУ АРИЗ 453
Приложение 3. Сайты ТРИЗ ***469***
Сайты с материалами ТРИЗ 469
Сайты организаций ТРИЗ 469
Приложение 4. Список примеров, задач, иллюстраций, таблиц и формул ***470***
Список сокращений в таблице 470
Список примеров 470
Список задач 475
Список иллюстраций 477
Список таблиц 482
Список формул 483
Алфавитный указатель **485**

Copyright ©2000-2017 by Vladimir Petrov

Владимир Петров

ТРИЗ

Теория решения изобретательских задач

Учебник по дисциплине
АЛГОРИТМЫ РЕШЕНИЯ НЕСТАНДАРТНЫХ ЗАДАЧ

Ответственный за выпуск: **В. Митин**
Верстка: **В.М. Петров**
Обложка: **СОЛОН-Пресс**

ООО «СОЛОН-Пресс»
123001, г. Москва, а/я 82
Телефоны:(495) 617-39-64, (495) 617-39-65
E-mail: ***avtor@solon-press.ru,***
www.solon-press.ru

По вопросам приобретения
обращаться:
ООО «ПЛАНЕТА АЛЬЯНС»
Тел: (499) 782-38-89,
www.alians-kniga.ru

ООО «СОЛОН-Пресс»
115142, г. Москва, Кавказский бульвар, д. 50
Формат 60×88/16. Объем 31,25 п. л. Тираж 100 экз.