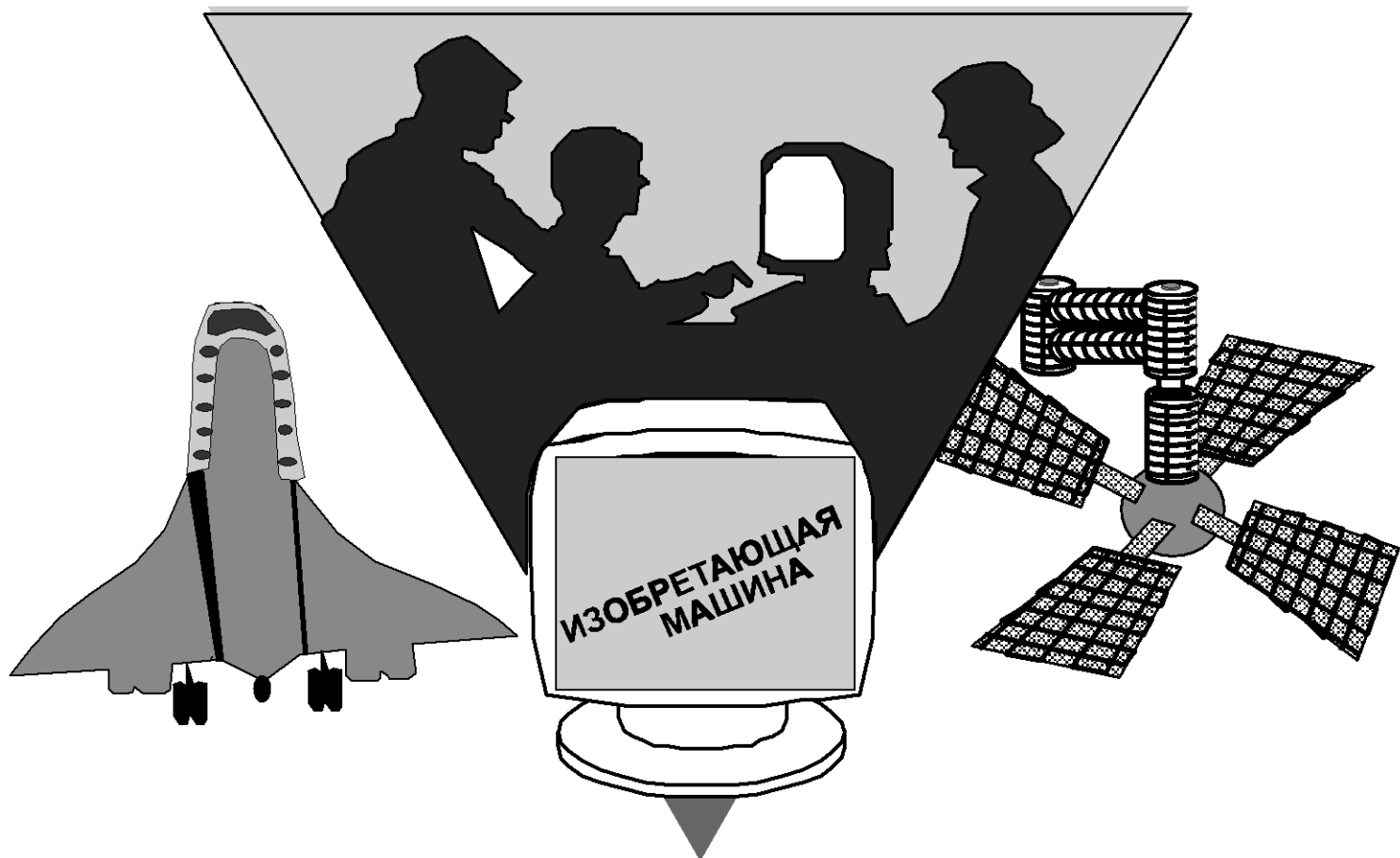
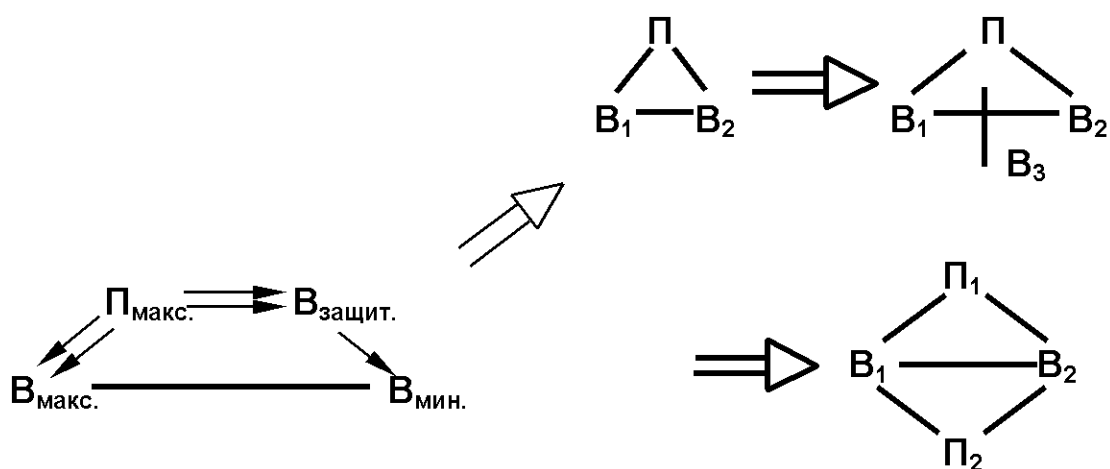


Ю.П.Саламатов

# КАК СТАТЬ ИЗОБРЕТАТЕЛЕМ



## О книге и ее авторе

Первое издание книги “Как стать изобретателем” вышло в 1990 г. в издательстве “Просвещение” (Москва) тиражом 100 тысяч экземпляров. В то время это был обычный тираж, и его даже не хватило для свободной продажи в книжных магазинах страны. Тираж разошелся по библиотекам и по целевым заказам школ, институтов, техникумов и многочисленных участников существовавшего тогда “незримого колледжа” ТРИЗ (теории решения изобретательских задач) - что-то около двухсот региональных, мелких и крупных групп, кружков и университетов научно-технического творчества. Книга сразу стала библиографической редкостью.

Необходимость в ее повторном издании очевидна - автору удалось совместить почти несовместимое: четкое и полное изложение новой, во многом парадоксальной, научной теории с ясным и достаточно популярным изложением всех ее правил, законов и приемов решения изобретательских задач. Все положения теории иллюстрированы множеством примеров (изобретений) и снабжены методическим аппаратом для самостоятельной тренировки в решении творческих проблем - реальных изобретательских задач.

Автор, Саламатов Юрий Петрович, доцент, кандидат технических наук, автор 50 изобретений и многочисленных публикаций, в том числе трех книг по ТРИЗ. Занимается изучением и развитием теории более 20 лет. С 1980 г. является членом ОЛТИ - общественной лаборатории теории изобретательства (руководитель Г.С.Альтшуллер). В 1982-1991 гг. обучал инженеров и научных работников в Красноярском университете научно-технического творчества при краевом совете НТО (научно-технических обществ). С 1989 г. директор Красноярского филиала лаборатории изобретающих машин, а с 1998 г. - организатор и директор Института инновационного проектирования (INSTITUTE OF INNOVATIVE DESIGN).

Созданная при участии автора в 1995 г. лаборатория ТРИЗ-педагогики в Красноярском Центре развития образования планирует в ближайшее время выпустить оригинальный набор книг и пособий, которые составят цельный учебно-методический комплекс по обучению теории изобретательства и развитию творческого воображения.

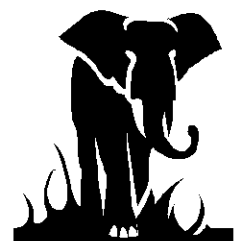
Эта книга - первая в серии, она посвящена “классической” ТРИЗ - творческому решению задач в технике, откуда и произросла теория. Следующие выпуски - пособия по РТВ (развитию творческого воображения), ТКЛ (творческим качествам личности), программа формирования и развития творческих способностей школьников, методические разработки учителей школ и лицеев города по применению творческих приемов ТРИЗ практически во всех школьных дисциплинах, а также методические материалы - в помощь учителю.

**ЖИЗНЬ ЕЖЕДНЕВНО, ЕЖЕЧАСНО СТАВИТ ВСЕ  
НОВЫЕ ЗАДАЧИ, ВСЕ НОВЫЕ ПРОБЛЕМЫ.  
ОНА ВСЕ ВРЕМЯ ХОЧЕТ "ЗАГНАТЬ НАС В УГОЛ".**

**ПОЭТОМУ СТРЕМИТЕЛЬНО МЕНЯЮЩИЙСЯ МИР  
ТРЕБУЕТ ОТ ЧЕЛОВЕКА НЕСТАНДАРТНОГО,  
 ГИБКОГО МЫШЛЕНИЯ.**

**КАК НАУЧИТЬСЯ ЭТОМУ?  
МОЖНО ЛИ СОЗДАТЬ СИСТЕМУ ПРОСТЫХ,  
ПОСТЕПЕННО УСЛОЖНЯЮЩИХСЯ ТРЕНИРОВОК ПО  
РЕШЕНИЮ РЕАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ, НАПРИМЕР, В  
ТЕХНИЧЕСКОМ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВЕ?**

**ПЕРЕД ВАМИ КНИГА О ТВОРЧЕСТВЕ: О ТЕОРИИ,  
ПРИЕМАХ И СПОСОБАХ ПОЛУЧЕНИЯ НОВЫХ ИДЕЙ.**



Ю.П.Саламатов

# **КАК СТАТЬ ИЗОБРЕТАТЕЛЕМ**

50 часов творчества

Книга для учителя

*Пособие для самостоятельного изучения  
теории решения изобретательских задач*

Издание 2-е исправленное и дополненное

**Саламатов Ю.П.**

Как стать изобретателем. 50 часов творчества. Книга для учителя.

Красноярский региональный Центр развития образования (Управление образования Администрации Красноярского края).

Лаборатория ТРИЗ-педагогике.

Научно-исследовательская лаборатория изобретающих машин (Красноярский филиал).

Красноярск, 1996 г.

Как изгнать скуку ученичества? Один из путей - новый, творческий стиль обучения. Стремительно меняющийся мир требует от человека нестандартного, гибкого мышления, и здесь нужны не призывы к техническому (и любому другому) творчеству - нужно само творчество, сотворчество учителя и учащегося.

Перед Вами книга, в которой изложена система простых, постепенно усложняющихся тренировок по решению настоящих изобретательских задач, она поможет Вам организовать это сотворчество.

1-е издание вышло в 1990 г. в издательстве "Просвещение" (Москва).

© Саламатов Ю.П., 1996 г.

## К ЧИТАТЕЛЮ

Генерация идей - единственный надежный способ продвижения вперед, не раз уже спасавший человечество. "Производством" идей занимаются изобретатели: в широком смысле - это люди, создающие новое в любой области жизни общества. Если у них есть приемы и правила получения новых, оригинальных идей, эти приемы должен знать каждый.

Как работает "промышленность изобретений" и какова ее эффективность? Удивительно, но это единственная "отрасль" в нашем организованном мире, которая сохранила кустарный, почти неуправляемый способ производства. Общество вынуждено ждать милости от стихии изобретательства. Захотел кто-то придумать нечто новое - общество получает идею, не захотел - не получает. Но драма изобретательства заключается еще и в том, что можно очень хотеть изобрести, потратить годы, а то и жизнь, и... не решить поставленной задачи. И происходит это чаще всего потому, что большинство изобретателей пользуются традиционным методом проб и ошибок. Вспомните героев книг и фильмов в момент решения трудной задачи: "А если сделать так?. Нет, так не получается, попробуем иначе... А может быть зайти с другой стороны?. И так не получается. Попробуем еще раз..." Продолжаются эти поиски до тех пор, пока "яркая вспышка озарения" не высветит искомое решение. Это может произойти после двадцатой, сотой, тысячной пробы. А может и вообще не произойти - не хватит жизни. Эпоха собирательства случайно появляющихся идей подходит к концу, пора переходить к новой технологии творчества.

***ТАКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ТВОРЧЕСТВА СОЗДАНА! МЫ ПРЕДЛАГАЕМ ВАМ ПОЗНАКОМИТЬСЯ С ЭТОЙ ПАРАДОКСАЛЬНОЙ НАУКОЙ, ЗАКОНОМЕРНО ПОЯВИВШЕЙСЯ В НАШЕ ВРЕМЯ.***

Цель книги - дать систематизированное изложение основных идей ТРИЗ - теории решения изобретательских задач. Все положения, выводы и рекомендации теории основаны на анализе больших массивов патентной информации и проверены в процессе практического применения. Многолетний опыт преподавания ТРИЗ показал возможность резкого повышения творческого потенциала специалистов - это оказалось, вопреки бытующему и поныне скепсису приверженцев "творческого озарения", задачей посильной и вполне осуществимой. Причем занятия посещались зачастую не только техниками (инженерами, научными работниками и студентами), но и специалистами гуманитарных профессий.

***МЫ ПРИШЛИ К УБЕЖДЕНИЮ, ЧТО ЗНАЧЕНИЕ ВРОЖДЕННЫХ КАЧЕСТВ НЕ СТОЛЬ ВЕЛИКО (ИЛИ ВО ВСЕ НЕ ИМЕЕТ ЗНАЧЕНИЯ), КАК ЭТО ОБЫЧНО ПРИНЯТО СЧИТАТЬ. ПРАКТИЧЕСКИ ЛЮБОЙ ЧЕЛОВЕК, ЕСЛИ ОН САМ ТОГО ТВЕРДО ЖЕЛАЕТ, МОЖЕТ СТАТЬ АКТИВНЫМ НОВАТОРОМ, ИЗОБРЕТАТЕЛЕМ, НАУЧИТЬСЯ ТВОРЧЕСКИ МЫСЛИТЬ.***

Под творческим мышлением мы понимаем сильное, хорошо организованное мышление с использованием определенного набора приемов, правил и программ. Вместо спонтанного, случайного, плохо организованного мышления, вместо интуиции и "вспышек озарения", вместо деления людей на "избранных" творцов ("гениев") и "толпу", вместо якобы существующего неравенства способностей в изобретательстве, мы предлагаем предельно демократизированное творчество доступное каждому.

## **ЧТО МОЖЕТ ДАТЬ КНИГА ЛИЧНО ВАМ?**

Здесь возможны несколько уровней восприятия материала. Самое простое - рассматривать книгу как сборник интересных фактов, примеров и приемов, которые можно использовать в своей практической работе. Это не очень выгодный путь: обойма примеров будет быстро израсходована, а умение самостоятельно находить задачи и решать их не будет приобретено. Гораздо полезнее разобраться в основных идеях теории творчества, овладеть методом решения, а затем и постановки творческих задач -

**- ВОТ ТОГДА ВЫ СТАНЕТЕ СИЛЬНОЙ ТВОРЧЕСКОЙ ЛИЧНОСТЬЮ!**

Отсюда вытекает и структура книги - краткое, по возможности популярное изложение теоретических вопросов и обилие примеров и задач. Краткость изложения вынужденная - современная ТРИЗ, даже если брать только основные ее разделы, не вмещается в рамки такой книги. Расчет - на активность читателя в освоении материала и использовании дополнительной литературы, на самостоятельную работу с изобретательской информацией. Кроме того, лаборатория изобретающих машин регулярно проводит семинары по обучению основам теории и навыкам работы с компьютерной системой "Изобретающая машина".

## **КАК ПОЛЬЗОВАТЬСЯ КНИГОЙ?**

Прежде всего она рассчитана на тех, кто заинтересован в получении основательных знаний по изобретательскому творчеству - для них она представляет собой эффективное и простое пособие. Вначале к читателю предъявляются минимальные требования, а по мере вхождения в материал стратегия изменяется и нагрузки возрастают - кое-где они могут показаться читателю перегрузками. Это сделано умышленно: научиться по настоящему можно только на трудных задачах, легкие задачи могут служить лишь разминкой - они несколько не наращивают силу творческого воображения. Каждый раздел, каждая задача предназначены для добросовестной проработки. В идеале читатель решает самостоятельно примерно треть задач и еще для трети задач находит решение, хотя бы в общем виде. Причем при первом чтении количество решенных задач может быть еще меньше. Важнее не получение ответа, а честная попытка решения задач во всю силу собственного воображения с последующим анализом возможных расхождений с предлагаемыми в книге ответами. Изобретательские задачи могут иметь несколько ответов, поэтому самое ценное - выработка навыков оценки и выбора лучшего решения.

При повторном чтении книги задачи, естественно, отойдут на второй план. Здесь самое важное - работа с конспектом: нужно записать разборы решения задач, идеи, попутные мысли и более глубокие размышления о тех или иных элементах теории и способах их применения. Это наиболее эффективный путь освоения методологии творчества.

В основу книги, кроме собственных авторских разработок, положены материалы исследований автора ТРИЗ - изобретателя, инженера, писателя-фантаста Г. С. Альтшуллера, опубликовавшего в Советском Союзе и за рубежом за многие годы работы над теорией целый ряд книг.

Всякая развивающаяся наука нуждается в энтузиастах. Поэтому автор приглашает всех желающих к сотрудничеству по организационным, методическим и исследовательским вопросам в развитии идей, изложенных в книге, и будет благодарен за любые замечания, предложения и советы, позволяющие открыть новые пути применения ТРИЗ.

### ПОПРОБУЙТЕ РЕШИТЬ ПРОСТУЮ ЗАДАЧУ МЕТОДОМ ПРОБ И ОШИБОК.

Задача действительно простая, для ее решения вполне достаточно школьных знаний, если уметь ими пользоваться.

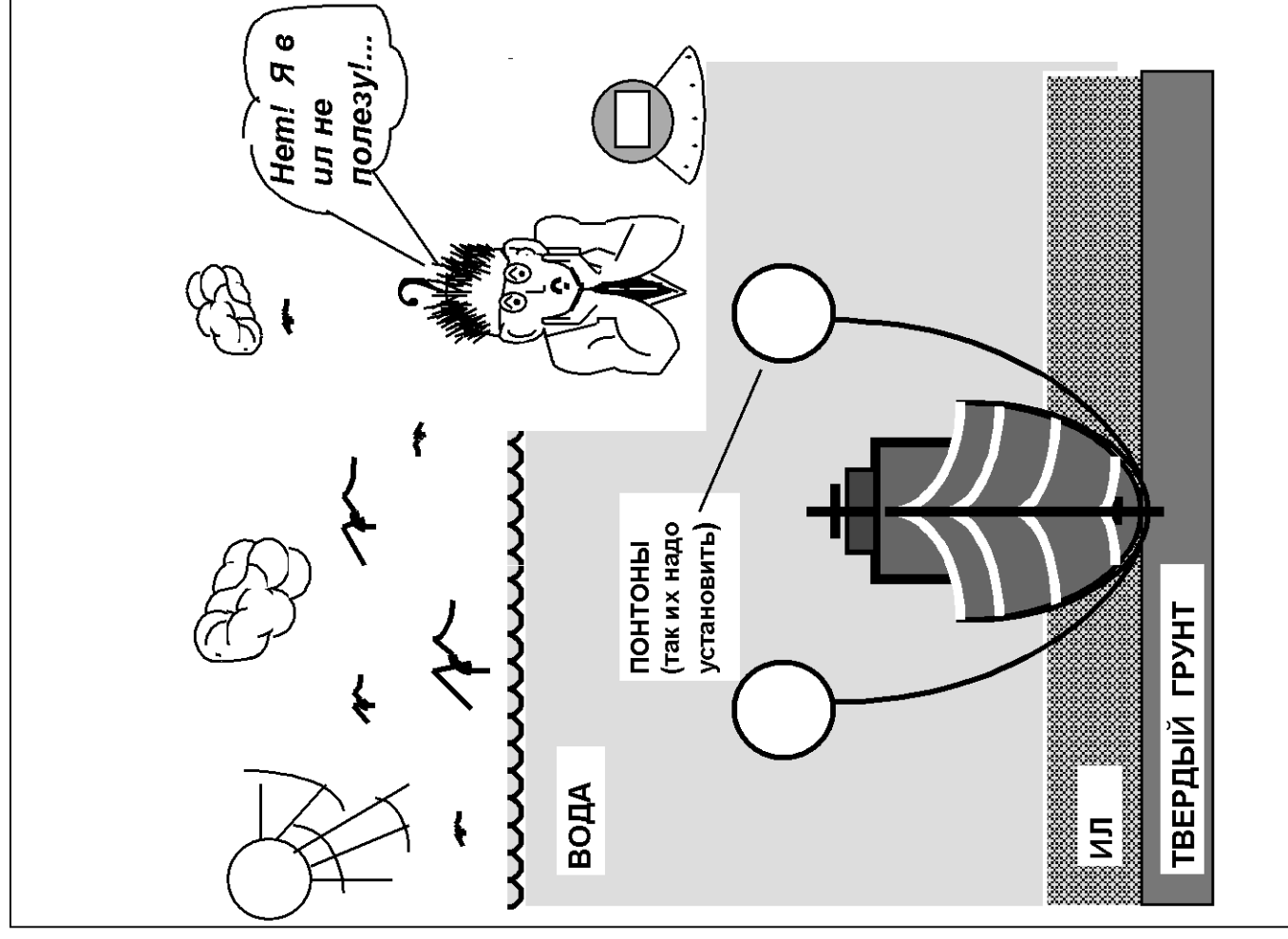
При подъеме затонувших кораблей применяют понтоны - пустые емкости ("бочки"). Их заполняют водой, опускают вниз, и водолазы крепят их к кораблю. Потом воду из понтонов вытесняют сжатым воздухом, понтоны всплывают, поднимая корабль.

Одна из главных трудностей состоит в том, что часто корабль удерживается на дне толстым слоем вязкого ила. Ил мешает работе водолазов, а главное - держит корабль.

Обычно пытаются размывать ил с помощью брандспойтов или откачивают насосами. Это очень трудоемко. Как быть?

Назовем эту задачу "Сокровища погибших кораблей". Нужно найти универсальный способ подъема кораблей, лежащих в глубоком слое ила. Глубину до твердого грунта примем 50 - 60м.

Для решения задачи достаточно школьных знаний.



## **ВНИМАНИЕ: ПОЖАР!**

В патенте США 4 084 157 описано устройство тревожной противопожарной сигнализации, которое реагирует на повышение температуры в помещении и включает звуковой сигнал. Это устройство состоит из сжатой пружины, удерживаемой легкоплавким веществом (например, сплав Вуда, парафин и т.п.).

В случае пожара вещество плавится, пружина распрямляется и освобождает клапан на баллоне со сжатым воздухом, воздух поступает в звуковую сирену - раздается сигнал тревоги.

Не очень надежная система: пожар ведь может не случиться много лет, за это время пружина может потерять упругость, вещество может испортиться (например, окислиться, разложиться).

Кроме того, после срабатывания устройства необходимо тщательно подготовить его к следующему циклу работы - поставить новый баллон со сжатым воздухом, взвести пружину, залить ее легкоплавким веществом...

Подумайте, что можно упростить в этой системе, повысить надежность работы, сократить количество элементов; короче говоря - нужно пройти как можно дальше по пути совершенствования этой системы или придумать абсолютно новую.

Здесь может быть множество красивых решений - ведь надо использовать бесплатный ресурс - тепловое поле, возникающее при пожаре. Пусть оно само и сигнализирует!...

Что бы вы предложили?

## 1. МИЛЛИОН ПРОБ И ОДНА ЖИЗНЬ.

Каждая новая машина, каждая новая технология начинается с новой идеи. Весь окружающий нас мир - это изобретенный человеком мир, так как любой предмет нашей жизни, будь то пища, одежда, здания, книга, очки, стол, бумага, средства передвижения, связь, лекарства, появился и проявился под воздействием человека как результат его изобретательности. Все, что создано человеком, когда-то не существовало уже потому, что было неизвестно. Делать неизвестное известным - творческий процесс.

С творческими задачами человек сталкивается всю жизнь, но решает их далеко не всегда на творческом уровне. Что это такое - творческий уровень? Если сказать очень коротко, это простое решение задачи, кажущейся обыденному сознанию предельно сложной. Часто такие решения называют остроумными, изобретательскими. Парадокс процесса создания нового состоит в том, что сложное новое сделать просто, а простое новое - чрезвычайно сложно. Иными словами, не всякое новое является продуктом творчества.

Проиллюстрируем это на примерах из самого материального вида творчества - технического. Сейчас на острие научно-технического прогресса вышли робототехника и микроэлектроника. Вот несколько простых задач из этой области техники.

**Задача 1.** В цех привезли робота, собрали его, настроили и поставили к станку. Пожилой рабочий, много лет проработавший на этом станке, с удивлением наблюдал, как "железный человек" молниеносно выполняет все рабочие операции. Но уже через полчаса робот остановился. Теперь пришла очередь удивляться группе инженеров-электронщиков, что случилось? Все вроде бы в порядке... Оказалось, что в остановке виновата стружка, попавшая в движущуюся часть станка. Рабочий бы смахнул ее щеткой и продолжил работу, а для робота это совершенно непредусмотренная тупиковая ситуация. Инженеры почистили щеткой станок и снова включили, результат тот же - робот опять остановился. Как быть? Не ставить же рабочего со щеткой.

Обычно предлагают сложные решения: поставить систему смыва стружки водой или сдува воздухом, приделать роботу третью руку-щетку и т.д. Вот если бы стружка с обрабатываемой детали **сама** падала только на пол, не попадая на станок. Как это сделать? Это возможно лишь в том случае, если между деталью и полом не будет станка. Простое остроумное решение - перевернуть станок вместе с роботом - приходит в голову далеко не сразу. Это и есть изобретательское решение, здесь удалось сломать стереотип мышления (робота, в отличие от рабочего, можно перевернуть "вверх ногами").

**Задача 2.** При пуске роботизированной линии на швейной фабрике возникли большие трудности с выкройкой и обработкой деталей одежды. Детали из ткани не имеют жесткой формы, поэтому захваты роботов сминали их и из-за этого сшивали детали "гармошкой", делали множество других ошибок. Не помогли прижимы, следящие системы с фотодатчиками и телекамерами. Кто-то предложил смачивать ткань, в таком виде она хорошо прилипала к конвейеру, но и это не помогло - детали при сшивании слипались, мялись, деформировались. Как быть?

Шаблонный стиль мышления будет подталкивать к усложнению - сделать роботов с возможностями человека. Но до этого роботам еще очень далеко. Даже в таком показателе как поднятие тяжести, они намного отстают от человека: например, демон-

стрировавшийся на "ЭКСПО-85" чемпион мира среди роботов двурукий "Фанук Мэн" поднимает 110 кг при собственном весе...25г! Менять скорее всего надо не роботов, а ткань - это намного выгоднее (по средствам и по времени). Но нельзя же делать одежду из ткани, подобной жести, скажете вы. Конечно, нельзя. Такой как жель, она должна быть только во время обработки, а потом - становиться обычной тканью. Изобретательское решение: заморозить ткань. Поддерживать на конвейере температуру ниже нуля особенно просто зимой, ведь роботы не мерзнут.

**Задача 3.** Для предохранения пластинки с микросхемами и другими радиодеталями от вредных воздействий ее покрывают лаком и сушат при повышенной температуре. При этом из пластинки в некоторых местах выделяются микропузырьки газа (от оставшегося после пайки флюса) и прокалывают еще не просохшую пленку лака. Целостность защитного слоя нарушается. Как быть?

Теперь вы уже знаете, что предлагать сушку в вакуумной камере (для быстрого отсоса газов из-под жидкого еще слоя лака) и прочие громоздкие установки - изобретательское решение. Предложена предельно простая и остроумная идея: покрыть пластинку вспененным лаком - микропузырьки газа становятся при сушке частью пены, не нарушая герметичности покрытия.

И еще о роботах.

**Задача 4.** При массовом применении роботов участились случаи их "бунта". В Англии робот, вывозивший остатки ядерного горючего на склад АЭС, вдруг завертелся на одном месте в опасной близости от бетонной стены, техник не растерялся - успел перерубить кабель. В Болгарии манипулятор стукнул по спине своего создателя, а потом стал исправно работать по программе. В США робот для погрузо-разгрузочных работ внутри реактора вдруг начал беспорядочно бить стальной рукой по собственной станине и через несколько минут развалился на части. На радиозаводе в Англии после вспышки блиц-лампы фоторепортера сработали инфракрасные глаза-датчики робота-пожарного и весь запас пены был выплеснут на группу приглашенных гостей... Ложные срабатывания датчиков, внезапные неисправности в "мозгах" роботов - вот причина опасных для людей ситуаций. Допустим, человек заметил, что назревает явная авария. Как с безопасного расстояния усмирить взбунтовавшегося робота - мгновенно остановить его, изменить программу или вовсе выключить?

Опять нужно решение. И только изобретательское.

Совсем недавно такие задачи не стояли перед изобретателями. Будущее приходит быстро: сегодня это робототехника, микроэлектроника, биотехнология, космотехнология, завтра - проблемы колонизации космоса, биоэлектроника и т.д.

Роботизация - революционный процесс. Но такие технические потрясения происходили и раньше: 70 лет назад тракторы заменили лошадь в сельском хозяйстве и миллионы крестьян освободились от тяжелого труда, еще раньше в промышленности началась электрификация - не менее грандиозный процесс, а до этого был переворот в технике, связанный с изобретением паровой машины и т.д. Собственно, вся история человечества - это история изобретений. Техника всегда активно влияла на судьбы людей.

Возникла техника одновременно с образованием человеческого общества, она порождена человеком, она служила ему средством освобождения от рабской

зависимости от природы и средством удовлетворения его биологических и социальных потребностей. Но одновременно техника и формировала нового человека, создавала предпосылки для появления новых потребностей. В этом и состоит диалектическая сущность неразрывного единства техники и человеческого общества.

Изобретение - это не игра ума; изобретение - необходимый фактор выживания человека. Человек был вынужден изобретать, чтобы не исчезнуть из этого мира. Он единственное существо в живой природе, которое сумело в жестокой конкурентной борьбе за жизнь приобрести новое качество - способность мыслить. Зачатки мышления были и у обезьяны, но только у человека оно стало главным средством борьбы за существование. Для первобытных людей (австралопитеков 2 млн. лет назад) смысл этой борьбы сводился, главным образом, к добыванию пищи. Растительная пища добывалась руками, иногда с помощью камней и палок, удлиняющих руку. С ростом населения стал ощущаться недостаток этого вида пищи и человек вынужден был начать охотиться и разделывать туши убитых животных. Но для этого ему не хватало естественной силы органов. Появилась потребность в орудиях, увеличивающих возможности человека. Так были найдены в окружающей среде предметы, у которых обнаружились нужные для человека функции: заостренные палки, осколки камней с острыми краями. Но эти предметы ломались, тупились, терялись. Необходимо было искать, запасать, подправлять естественные орудия - возник процесс изготовления средств труда. Это и есть первый момент возникновения техники.

С ростом потребности росло количество используемых человеком орудий труда, простых технических систем, а затем и более сложных, и в процессе развития техники возникало множество проблем и противоречий. Все проблемы решались единственным способом - **методом проб и ошибок (МППО)**. Этот метод известен человечеству с древнейших времен, но был сформулирован и получил название лишь в 1898 г.

Американский психолог Э.Торндайк обосновал и применил МППО в своих исследованиях по обучению. Он считал, что главное в решении задачи - это приобретение мыслительных навыков, которые появляются в результате множественного повторения хаотичных попыток. Так, доказывал он, кошка, посаженная в "проблемную клетку" и лишенная пищи, сначала начинает метаться по клетке, а потом случайно находит выход и получает пищу. Если же такой опыт повторить многократно, то животное научится открывать клетку сразу, т.е. приобретает мыслительный навык, обучается.

Но если сменить клетку или способ ее открывания? - то кошке не поможет никакое предыдущее обучение; она опять начнет метаться, ведь для нее это абсолютно новая задача!

#### **ИЗОБРЕТЕНИЕ В ПОЭМЕ "ВАСИЛИЙ ТЕРКИН"**

**Решение задачи 1 - прием "сделать наоборот" - один из самых распространенных в изобретательстве. Вот как использовал его А.Т.Твардовский в поэме "Василий Теркин" Обычно в военных отчетах пишут, что "военные действия шли вдоль реки". Но написать в поэме строчку "война шла вдоль реки" было бы слишком тривиально. А.Т.Твардовский находит остроумное решение:**

**У лесной глухой речушки,  
Что катилась вдоль войны...**

А изобретатель? Может быть решив десяток-другой задач, он приобретает навык изобретательства? Вот типичный случай использования МПиО - история изобретения Ч.Гудьиром способа вулканизации каучука (получения резины). Купив однажды каучуковый спасательный круг, он решил усовершенствовать клапан, через который в круг накачивается воздух. с новым клапаном он пришел в фирму, выпускающую круги. Но там ему сказали, что, если он желает разбогатеть, пусть ищет способ улучшения свойств каучука. К этому времени каучук использовался только для пропитки тканей, например были популярны непромокаемые плащи Ч.Макинтоша (патент 1823 г.). Сырой каучук имел массу недостатков: он отслаивался от ткани, а вещи, сделанные целиком из него, таяли на солнце и теряли эластичность на холоде. Гудьир "заболел" идеей улучшения каучука. Он начал опыты наугад, смешивая сырую смолу с любым попадавшимся под руку веществом: солью, перцем, сахаром, песком, касторовым маслом, даже с супом, - полагая, что рано или поздно он перепробует все, что есть на земле, и наткнется на удачное сочетание. Гудьир влез в огромные долги, семья его перебивалась на картофеле и диких кореньях. Чудом ему удалось открыть лавку, на полках которой красовались сотни пар галош. Но в первый же жаркий день они растаяли и превратились в дурнопахнущее месиво. Говорят, что на вопрос, как разыскать Гудьира, жители городка отвечали: *"Если вы увидите человека в каучуковых пальто, ботинках и цилиндре и с каучуковым кошельком в кармане, в котором нет ни одного цента, то можете не сомневаться - это Гудьир"*. Обыватели считали его сумасшедшим. Но он упорно продолжал поиски и однажды, обработав каучук парами кислоты, увидел, что свойства материала намного улучшились. Это был первый успех. Но потребовалось еще множество "пустых" проб, прежде чем он случайно обнаружил второе условие полной вулканизации - подогрев. Это было в 1839 г., год изобретения резины. Но лишь в 1841 г. Гудьир смог подобрать оптимальный режим получения резины. Изобретателя засыпали предложениями о покупке патента, и он, согласившись, но не имея опыта, слишком занизил причитающуюся ему долю прибыли с компаний. Умер он в 1860 г., оставив после себя 200 тыс. долларов долгу. К этому времени в мире уже работали 60 тыс. человек на мощных фабриках, изготавливающих 500 видов резиновых изделий на сумму 8 млн. долларов в год.

Гудьир решил всего одну задачу, для приобретения "изобретательского навыка" у него просто не хватило жизни. В сущности, ему при решении даже этой задачи невероятно повезло, так как многим изобретателям, решающим эту и подобные задачи, не хватило жизни и они так и остались в неизвестности.

К концу XIX в. сложился вполне определенный тип изобретателя самоучки (сохранившийся и поныне), незнакомого иногда и с основами наук (а то и презирающего их, подобно Эдисону), вооруженного лишь МПиО и безоглядно бросающегося на штурм трудной задачи. Их упорство и энтузиазм, питаемый надеждой на успех, создавали им, в случае победы, ореол гениальности. Всюду господствовал МПиО в чистом виде. Но уже в то время можно было заметить, что часть изобретателей применяли, хотя и не вполне осознанно, некоторые простейшие приемы изобретательства, например: *копирование природных прототипов* (махолет, когти для лазания на столбы, висание мосты - подобие паутины); *увеличение размеров и числа одновременно действующих объектов* (царь-колокол, царь-пушка, сложное парусное снаряжение); *объединение разных объектов в одну систему* (пароход - судно плюс паровой двигатель, тачанка 1918 г. - повозка плюс станковый пулемет). Однако никто эти приемы не систематизировал и не знакомил с ними изобретателей.

Одновременно начал формироваться и другой тип изобретателя, ставший в XX в. преобладающим, - изобретателя опирающегося на научные знания.

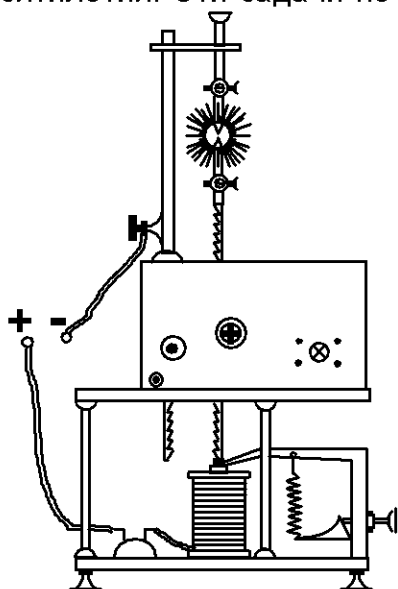
В течение тысячелетий техника развивалась без поддержки естествознания - его тогда практически не существовало. Медленно развивающаяся наука далеко отставала от техники и не могла предложить ей новые решения, указать новые пути прогресса. Лишь в середине XIX в. наука догнала технику в своем развитии и дала ей новые знания: например, обоснование КПД паровой машины, электричество, химию. А в XX в. наука перегнала технику, накопила множество эффектов и явлений, часть которых до сих пор не воплощена в технические изобретения. Возникла даже иллюзия, что изобретательство в технике - это всего лишь прямое применение научных знаний. Если бы было все так просто... Но об этом мы еще будем говорить. Здесь же отметим только, что наука действительно помогла изобретательству, сократив число явно пустых, нарушающих основные законы проб (т.е. появился первый фильтр, отсеивающий абсурдные идеи).

В XIX в. были предприняты также первые научные попытки разгадать секреты творчества (хотя, вообще говоря, еще в древнейшем мире появилось понятие об *эвристике* - науке о том, как делаются открытия). Пока люди не имели ясного представления о механизмах творчества, они объясняли все это точно так же, как и явления природы, - "волей божьей". С этого начинали и исследователи творчества, объясняя, например, как появляется идея изобретения: *"Этот небесный огонь слетает на голову избранника даже независимо от его усилий и зачастую не по заслугам. Наилучшие мысли возникают нередко за пустым разговором, за ежедневным делом, даже во сне"* (Изобретатель и рационализатор. -1981. - N7. - с.29). Это высказывание Петра Климентьевича Энгельмейера, одного из первых теоретиков творчества, из его книги "Изобретения и привилегии. Руководство для изобретателей со вступительным письмом графа Л.Н.Толстого", вышедшей в 1897г. в Москве. Но уже в этой книге он указывал на то, что "...только трезвое отношение к своей работе, только ясное знание всех условий своей задачи" могут привести к "дельному изобретению". В последующих книгах и статьях он твердо указывал на необходимость создания универсальной научной теории творчества, "... которая охватывает все явления творчества, как то: художественное созидание, техническое изобретение, научное открытие, а также и практическую деятельность, направленную на пользу или на добро, или на что угодно" (Теория творчества. - СПб, 1910); и далее: "... оказывается, что гениальность вовсе не такой божественный дар, что она... составляет удел всякого, кто не рожден совсем идиотом".

Достижения МПиО на конец XIX в. впечатляющи: электродвигатели генераторы, электролампа и трансформатор, горные проходческие машины, центробежные насосы, двигатель внутреннего сгорания, буровые установки, конвертер, мартеновские печи, крекинг-процесс, железобетон, автомобиль, метрополитен, испытания первых самолетов, телеграф, телефон, радио, кинематограф и многое-многое дру-

гое. Чем же объясняется такой стремительный прогресс? Несмотря на низкую эффективность МПиО, этот метод пока еще справлялся с творческими задачами по следующим причинам: возник союз науки и техники, возрос приток исследователей и разработчиков в техническое творчество, продолжалось открытие очевидных (не требующих глубинных исследований) природных эффектов и явлений и их прямое использование в технике, технические системы были относительно просты. Однако все чаще появлялись изобретательские задачи, на решение которых уходили десятилетия. Эти задачи не обязательно были сложными, МПиО спотыкается и на простых задачах.

Вот одна из таких задач.



**Задача 5.** Пытаясь использовать вольтову дугу для освещения, изобретатели Европы, Америки и России в течение 30 лет искали надежный способ регулирования расстояния между подгорающими угольными электродами в дуговой лампе. Нужно было обеспечить постоянный зазор между электродами до полного их сгорания. Одна хитроумная конструкция сменялась другой, были перепробованы сотни вариантов. Однако все эти поиски ничего не дали. Устройства получались громоздкими и ненадежными. П.Н.Яблочков видел тщательность этих попыток. Его решение было предельно простым и остроумным... Как бы вы решили эту задачу?

МПиО - предельно неэффективная технология творчества в условиях современной НТР. Потери времени и сил от несовершенства МПиО страшнее потерь от стихийных бедствий.

### ПОПРОБУЙТЕ САМИ...

**Плутарх писал о изобретениях Архимеда: "Если бы кто-либо попробовал разрешить эти задачи, он ни к чему не пришел бы, но если бы он познакомился с решениями Архимеда, у него тотчас бы получилось такое впечатление, что это решение он смог бы найти и сам - столь прямым и кратким путем ведет нас к цели Архимед". Напомним его главные изобретения: способ определения центра тяжести тел, закон рычага, закон Архимеда, блоки, лебедки, зубчатые передачи, военные метательные машины, архимедов винт, домкрат.**

**Предложите своим знакомым решить задачи 1-3, наблюдайте за их попытками и ходом рассуждений.**

А для вас - следующие две задачи.

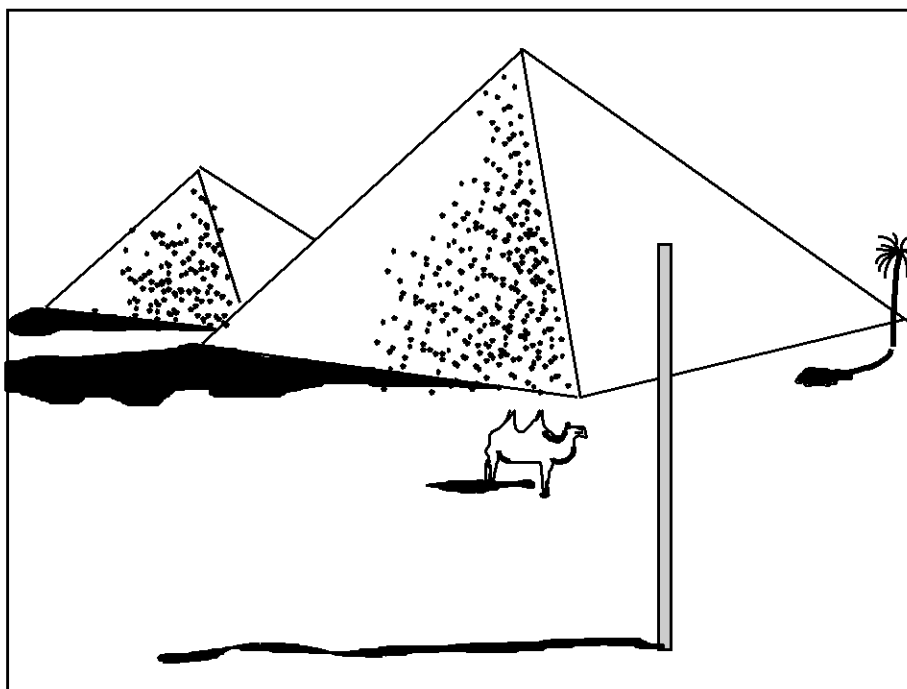
### КАК ИЗМЕРИТЬ ВЫСОТУ ПЕЩЕРЫ,

до свода которой не доходит даже свет фонарика, а вскарабкаться по стене невозможно? Нужен простейший способ, причем вес "прибора" должен быть близок к нулю (спелеологи, как и альпинисты, очень не любят лишний вес).



### ЗАДАЧА О ПИРАМИДЕ ХЕОПСА.

У специалистов вызвало удивление, что основание пирамиды - 4,5 га. - имеет абсолютно ровную горизонтальную поверхность. Как древние египтяне, не имея современных точных приборов и способов выравнивания поверхностей, могли хорошо выполнить эту работу?



### ПРИМЕР ОСТРОУМНОГО РЕШЕНИЯ.

Изобретение Фалесом из Милета (625 - 547 гг. до н.э.) способа определения высоты пирамиды - одно из лучших творческих решений того времени: "...когда тень от палки станет равной ее длине, длина тени пирамиды будет равна ее высоте" (Кликс Ф. Пробуждающееся мышление - М. Прогресс, 1983 - С 253).

## ДИЛЕТАНТЫ И ПРОФЕССИОНАЛЫ: ДИАЛЕКТИКА ОТНОШЕНИЙ

"Мой отец, несмотря на то что был академиком, говорил мне, что новое и в науке и в искусстве чаще всего открывают любители, потому что у нового нет профессии. Паровозник вряд ли изобретет электровоз. Он все время будет улучшать отдельные части парового двигателя, а любитель догадается воткнуть электромотор. Станиславский - любитель, и Эдисон, и Циолковский, и Форд. В общем, профессионал, выросший из любительства, чаще всего новатор" (Образцов С.В. По ступенькам памяти // Новый мир 1984. - N11. - С.40).

"Дилетантизм имеет одну хорошую сторону и одну дурную. Хорошая его сторона, т.е. сила дилетантизма, состоит в том, что его мысли свободны для новых комбинаций, не будучи заранее парализованы традицией школы. А слабость дилетантизма сказывается в плохом отстаивании своих идей, так как ему недостает той эрудиции, которая необходима для прочного обоснования идей" (Энгельмейер П.К. Теория творчества. - СПб, 1910. - С.204).

"Так вот, чтобы убедиться в том, что Достоевский - писатель, неужели же нужно спрашивать у него удостоверение? Да возьмите вы любые пять страниц из любого его романа, и без всякого удостоверения вы убедитесь, что имеете дело с писателем. Да я полагаю, что у него и удостоверения-то никакого не было!" (Булгаков М. Мастер и Маргарита. - М.: Современник. -1986. - С.329).

Отсутствие у дилетанта диплома о специальном образовании не означает отсутствия знаний. Как ни парадоксально, но основы большинства наук были заложены дилетантами: теплотехника (врач Р.Мейер, пивовар Д.Джоуль, врач Г.Гельмгольц); математика (юристы П.Ферма и Г.Лейбниц, биолог Л.Эйлер, врач Д.Аламбер, цирюльник С.Пуассон, военный Р.Декарт); в астрономии - юрист Э.Хаббл (теория разбегания галактик), в физике - лингвист Ч.Таунс (один из авторов лазера), в кибернетике - врач Р.Эшби и т.д.

## МОЗГОВОЙ ШТУРМ:

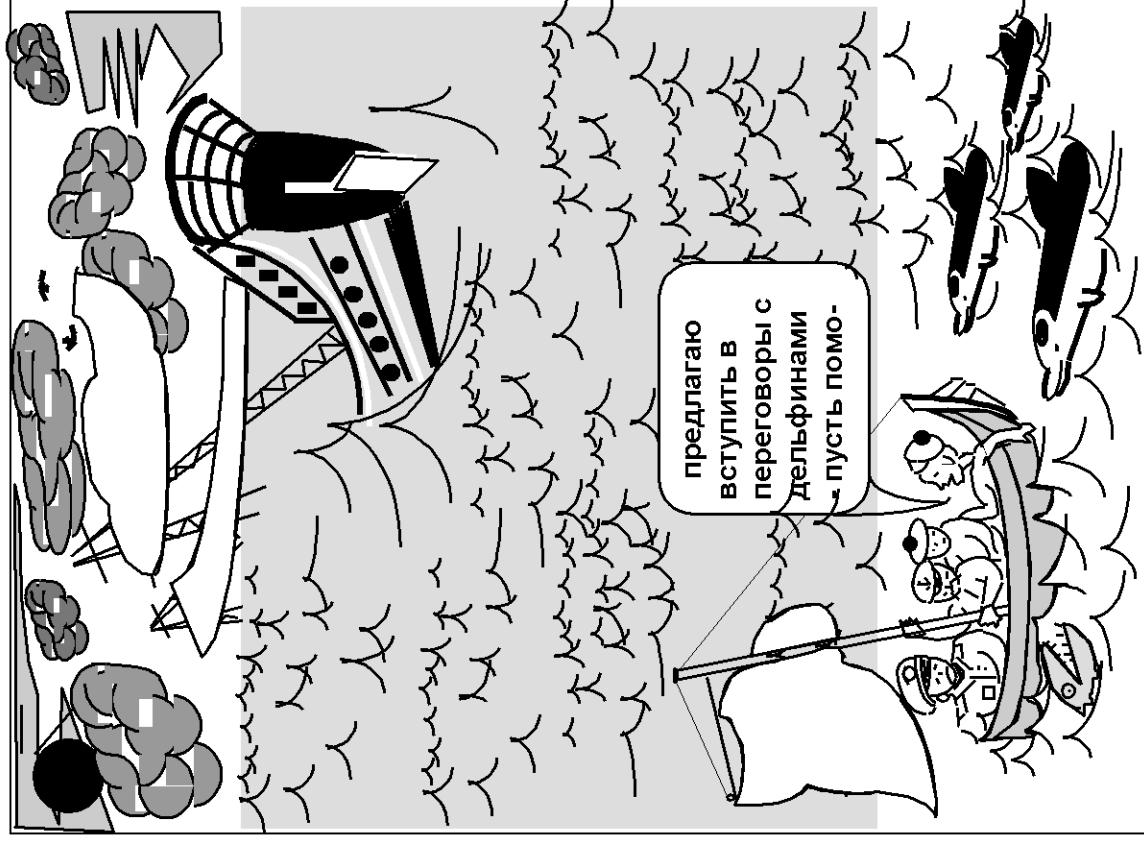
### НЕСБЫВШИЕСЯ НАДЕЖДЫ УЛУЧШИТЬ МППО

Более 50 лет назад А.Осборн (США) сделал попытку повысить эффективность МППО, предложив мозговой шторм (МШ).

Основная идея МШ - отделить процесс генерирования идей от их анализа и критики.

С появлением МШ связывались большие надежды, но длительная практика показала, что мозговой шторм годен преимущественно для решения организационных задач (поиск нового применения выпускаемых изделий, создание новых видов рекламы и т.д.). Сложные технические задачи мозговой шторм не берет.

Один из предшественников МШ - корабельный совет. Чтобы не было боязни критики, сначала выступал самый младший - юнга, потом - матросы, после них - боцман и т.д.



## САНОБРАБОТКА ХОЛОДИЛЬНИКОВ

В рассказе Р.Шекли “Квидак” из-за небрежной дезинфекции прибывшего с Марса корабля на нашу планету проник, под видом небольшого паука, супермозг - страшное существо погубившее миллион лет назад марсианскую цивилизацию и ждавшее все это время встречи с новой жертвой...

Большие рефрижераторы (вагонные, автомобильные) для перевозки овощей и фруктов тоже требуют тщательной дезинфекции перед каждым рейсом, хотя, конечно, цена ошибки здесь не столь велика. И все-таки, чем лучше будет проведена санобработка, тем меньше испортится груза во время пути и меньше будет проблем с нашим здоровьем.

Однако в горячий период уборки урожая теряется много времени на обработку каждого холодильника. В дверь холодильника просовывают шланг с соплом на конце и включают распылитель. Внутренний объем холодильника заполняется дезинфицирующим туманом, который долго не оседает на стенки.

Холодильник через 2-3 часа все же проветривают - это загрязняет окружающую среду и требует повышенного расхода дезинфицирующей жидкости, т.к. приходится поливать с избытком (“с гарантией”).

Как ускорить оседание абсолютно всех микрокапелек и обеспечить равномерное их распределение по всей внутренней поверхности? Жидкость должна распыляться именно до туманообразного состояния, крупные капли не обеспечат хорошую обработку - а мелкие проникнут в самые укромные уголки и щели.

Итак, типичная противоречивая ситуация: большие капли быстро оседают, но плохо обрабатывают, а микрокапельки хорошо обрабатывают, но долго не оседают. Как сделать, чтобы туман осел за несколько минут, еще лучше - секунд?

## 2. МОНОПОЛИЯ НА ТВОРЧЕСТВО? ЕЕ ПРОСТО НЕТ

### СОПЕРНИЧАЯ С ЭДИСОНОМ

Метод, которым пользовались большинство изобретателей в XIX в. можно назвать **слепым МПиО** - перебор вариантов вели буквально наугад. Правил выдвижения идей не было, в принципе могла быть принята любая идея. Часто не было и субъективных критериев, приходилось ставить эксперименты, определять на опыте пригодность того или иного варианта. Совершалась своеобразная обменная операция: **незнание обменивалось на время** (*"чем меньше знаем, тем дольше ищем"*). Так П.Эрлих (основоположник современной химиотерапии), поставив задачу "химически прицеливаться в микроба - возбудителя болезни", твердо верил в успех и не остановился после 300, 400, 500 .. неудачных опытов. 606-й препарат - знаменитый сольварсан - принес ему триумф...914-й (новарсенол) - оказался еще более эффективным...

Так же начинал и Т.А.Эдисон. Подхватив эстафету по созданию электрической лампы накаливания от А.Н.Лодыгина (1873 г. вакуумная лампа с угольными стержнями), он приступил в 1878 г. к решению этой задачи. В первых опытах нить накала из обугленной бумаги светилась 8 мин., из платины - 10 мин. Затем испытывались нити из сплава титана с иридием, из бора, хрома, молибдена, осмия и никеля, дающие плохие результаты. Следует новая серия проб: образцы нитей из 1600 различных материалов. Снова неудача. Наконец, обугленная хлопчатобумажная нить светиться 13,5 ч, а через 14 месяцев экспериментов нить из обугленного картона - 170 ч, из обугленного бамбука (от футляра японского веера, который он выпросил у дамы на балу) - 1200 ч! Это был 1879г. - позади около 6 тыс. опытов. А уже в 1880 г. он создает систему электроосвещения (генераторы тока, провода, выключатели, предохранители, патроны для ламп). **Перебор огромного числа вариантов (главный недостаток МПиО)** - характерная черта многих из 1093 изобретений Эдисона. Изобретая, например, щелочной аккумулятор, Эдисон получил положительный результат, проделав 50 тыс. опытов! И все это за короткое время - поразительно! Как же удалось ему обменять незнание на время без проигрыша? В этом и состоит *главное изобретение Эдисона*: он изобрел *научно-исследовательский институт*. 50 тыс. проб он поделил на 1000 сотрудников. Столь простая идея дала ошеломляющие результаты: казалось, что с главным недостатком МПиО покончено навсегда.

Но наступил XX век, количество и сложность задач резко возросли. А так как не решать их было нельзя, то начался стремительный рост числа научно-исследовательских лабораторий в США (1920 г. - 300, 1930 г. - 1600, 1940 г. - 2200, 1967 г. - 15000) и во всем мире. Пока были свободные людские ресурсы и экономика выдерживала беспрецедентный рост ассигнований на научно-технические разработки, *принцип "больше людей - больше идей"* вполне оправдывал себя. Но к 70 - 80-м годам во всех развитых странах материальные и людские ресурсы были исчерпаны, рост отпускаемых обществом средств на науку и технику замедлился и, наконец, остановился на уровне своего "потолка" - темпов роста национального дохода. Теперь рост эффективности научно-технического творчества может быть обеспечен только интенсификацией процесса решения творческих задач.

Недостатки МПиО беспокоили ученых и инженеров давно: с задачей "ценой" в миллион проб часто не справлялись и крупные НИИ. Поэтому **интенсификация МПиО** шла в двух направлениях: увеличение скорости производства идей (чем больше идей выдвинуто до начала эксперимента, тем больше вероятность появления удачной идеи) и увеличение степени фильтрации вариантов (чем больше идей отбросят на предварительном обсуждении, тем меньше нужно будет ставить опытов). Оба направления удачно (как показалось вначале) сочетались в методике проведения *мысленных экспериментов*: ведь результат большинства проб можно заранее предсказать, используя огромный объем накопленных человечеством знаний, а главное, такие эксперименты идут намного быстрее и почти не требуют затрат. Но оказалось, что им присущи два крупных недостатка, сводящие на нет все достоинства: субъективность отбора вариантов (незащищенность от ошибок) и отсутствие неожиданных побочных открытий (нет "эффекта Колумба" - искал Индию, открыл Америку).

Значительная часть открытий была именно побочным следствием вещественных экспериментов, тому множество примеров в истории науки и техники. Тот же Эдисон открыл принцип работы фонографа, занимаясь опытами с автоматическим телеграфным аппаратом. Зато в другой раз он совершил поразительную ошибку, не обратив внимания на эффект движения электрических зарядов в вакууме и не запатентовав, по своему обыкновению, эту "безделицу" (впоследствии этот эффект привел к открытию электрона, созданию электронной лампы и радиоэлектроники).

Другой пример. Разным группам инженеров и научных работников мы давали одну и ту же задачу на проведение мысленных экспериментов. Вот она.

**Задача 6.** При бурении глубоких скважин надо точно знать состояние зубьев вгрызающегося в породу инструмента (не сломался ли зуб?). Не зная этого, приходится работать вслепую, время от времени заменяя (на всякий случай) инструмент на новый; для этого из скважины достается вся, иногда длиной в несколько километров, колонка труб - чрезвычайно трудоемкая и длительная операция! Нужна идея простого способа контроля состояния инструмента.

Вместе с задачей давались различные варианты направлений поиска: десяток обычных (сделать зубья не ломающимися, самозаменяющимися, спроектировать автомат по скоростному демонтажу труб, поставить систему электронных датчиков и др.) и несколько "диких" (посоветоваться с парфюмером, изучить систему бытового газоснабжения, заглянуть в раздел химии сложных эфиров). Результаты мысленных экспериментов были всегда одни и те же: сходу отметались "дикие" идеи (нелепые) и разгорались споры об автоматике, микропроцессорах и бегающих внутри трубы микророботах...

Между тем только "дикие" идеи могли вывести на правильный ответ (авторское свидетельство СССР на изобретение (далее - а.с.) 163 559): использовать микрокапсулы, вделанные в зубья и наполненные душистыми (парфюмерия, сложные эфиры) или дурнопахнущими веществами (в бытовой газ подмешивают метилмеркаптан - вещество с отвратительным запахом уже при концентрации 1 мг на 10 тыс. м<sup>3</sup> воздуха!).

Итак, *изобретательские задачи бывают простые и сложные*. С первыми справится любой. Давайте убедимся в этом.

**Задача 7.** Все знают, что такое инкубатор. Но вот потребовалось вывести цыплят в космосе. На орбитальной станции для этого есть все условия (нормальная атмосфера, тепло), кроме одного - нет силы тяжести. Из-за этого цыплята никак "не хотят" выводиться. Нужна идея космического инкубатора. Что бы вы предложили для создания искусственной силы тяжести?

Скорее всего идея ответа у вас возникла, когда вы еще не дочитали условия до конца. Правильно, нужно закрутить инкубатор или яйца вокруг оси. Просто? Может быть, это не изобретение? Нет, это *самое настоящее изобретение*, на него выдано авторское свидетельство 1 020 098 в 1983 г. Решили бы вы эту задачу несколько лет назад, и именно вы были бы признаны изобретателем.

Попробуем решить еще одну задачу - задачу Эдисона.

**Задача 8.** Эдисон любил давать "хитрые" технические задачи принимаемым на работу сотрудникам, особенно теоретикам. Однажды он пригласил в свою лабораторию математика Эптона и предложил ему срочно вычислить объем колбы лампы. Эптон провозившись более часа с измерениями и сложными вычислениями, справился с задачей и гордо подал листок с ответом. Тогда Эдисон за несколько секунд продемонстрировал изумленному математику простейший (и более точный) способ измерения колбы лампы.

А вы выдержите экзамен Эдисона? Для этого, кстати, достаточно элементарных знаний школьной физики.

Эту задачу мгновенно решали школьники средних классов, хуже - старших, совсем плохо - студенты. Тут хорошо видна закономерность: чем дальше по возрасту, испытуемые отстояли от закона Архимеда, который они когда-то проходили, тем хуже шло решение. В группе инженеров всегда находились 1-2 человека, которые тоже мгновенно решали эту задачу, так как этот закон был для них почему-то самым ярким воспоминанием о школьной физике.

Чтобы вы убедились в существовании такой закономерности, решите еще одну задачу.

**Задача 9.** Голландская фирма "Филипс" рекламирует свое устройство для прямолинейных микроперемещений (на сотые доли микрометра), применяемое в микроскопах. Устройство довольно сложное: электродвигатель, червячная передача, двухступенчатый фрикционный механизм и т.д., причем все детали прецизионной (особой, эталонной) точности, из специальной твердой стали. Фирма подчеркивает достоинства: отсутствие люфта, мертвого хода и смазки.

Предложите идею простейшего устройства, принцип действия которого известен из первой части школьного курса физики: также без смазки, мертвого хода, но с большей точностью.

Чем же тогда отличаются сложные задачи от простых, спросит читатель, если и там и здесь достаточно всего лишь школьных знаний?

### УНИЗИТЬСЯ ИЛИ ПОЙТИ НА КОСТЕР?

Художник Л.Кранах-младший получил заказ написать портрет кардинала А.Бранденбургского - одного из страшнейших людей своего времени. Кардинал должен был быть изображен в своем кабинете с Библией и распятием (фигурой Христа на кресте). Написать кардинала таким, каков он есть, нельзя, но и пойти против своей совести - тоже нельзя. Как быть?



### МПиО В ИСКУССТВЕ

"Поиск идет ощупью, как в годы войны ночной полет авиации" (поэт Е.Винокуров).

"Для нашего дела необходим период страстных поисков, возникновения, проверки, отрицания рабочих гипотез. "Перегибаешь палку, с хода влетаешь в тупик, расшибаешь лоб в кровь, отчаяние от собственной бездарности, тупости, неумения... И после тысячи неудачных опытов вдруг начинает сплетаться ниточка художественной мысли (режиссер Г.Казинцев).

## **"ЗЕБРА" ИЛИ "ВОЛНА"?**

**Одну из площадей города превратили в детский городок, но прекратить автомобильное движение по прилегающей к площади улице не было возможности. Встала проблема: как заставить абсолютно всех водителей проезжать этот участок с малой скоростью? Обсуждались две идеи: нанести на весь участок пешеходную "зебру" или сделать эту часть дороги волнистой. Первое решение было дешевым, но малоэффективным, второе - дорогим, но надежным. Хотелось бы, естественно, чтобы достоинства идей сочетались, недостатки исчезли. Ваше предложение?**

### **ИСКРА СЛУЧАЯ МОЖЕТ И НЕ ВСПЫХНУТЬ**

На этот вопрос (чем отличаются сложные задачи от простых) приверженцы МПиО отвечали просто: количеством проб. А раз так, то увеличив скорость последовательного перебора вариантов, можно ускорить процесс решения сложных задач. Этот принцип и был заложен в первых поколениях ЭВМ. Но довольно быстро (к концу 50-х годов) стало ясно, **сплошной перебор вариантов** - даже при огромном быстродействии - не годится для решения творческих задач.

Член-корреспондент АН СССР Г.Р.Иваницкий (Природа научного открытия - М.: Наука, 1986 - С. 73-74) указывает на неприменимость этого метода для исследования даже простых, с его точки зрения, систем (синтез химических веществ, выведение новых сортов растений, создание машин и произведений искусства). А для решения задач в биологии требуется перебор столь колоссального числа вариантов (например, для построения модели простого белка лизоцима -  $10^{120}$ , модели бактериальной клетки -  $10^{20\ 000}$ ), что использование метода становится принципиально невозможным ни на сегодняшних, ни на будущих ЭВМ.

В 60-е годы возникла идея *эвристического программирования*: пусть машина не перебирает все варианты, а по определенным правилам отберет небольшое их количество, достаточное для решения. Программы получили громкие названия (например, *"Общий решатель проблем"*), но под новой ("кибернетической") терминологией скрывалась старая идея: создать метод решения творческих задач на основе недиалектической логики ("жесткой", математической).

Как отмечает проф. Ю.А.Шрейдер (Природа - 1986 -N10 - С.14-22) проверка программ в СССР показала их бесполезность даже для таких задач, где было абсолютно достаточно данных для построения модели; например, известна химическая структура соединения и вся информация о нем, нужно было предсказать его лекарственные свойства - ничего не получилось...

Попытки справиться с перебором вариантов были перенесены на *машины 3-4-го поколений*. Основные идеи этого этапа: *математическое моделирование* и разделение океана проб на отдельные реки и ручейки с их *параллельной обработкой*. Математические модели не отменяют вещественные эксперименты, они лишь дополняют их - машины досчитывают все промежуточные результаты или на основе натурных данных рассчитывают варианты, для которых эксперименты поставить невозможно (аварийный режим работы ядерного реактора, изменения в климате Земли и в экологических системах и т.д.). Например, в 1967 г. было рассчитано, а затем подтверждено в эксперименте новое физическое явление в плазме - так называемый Т-слой. Здесь налицо получение новых знаний с помощью ЭВМ. Но мож-

но ли говорить о *творческом уровне решения задач на ЭВМ*? Академик Г.С.Поспелов, председатель научного совета "Искусственный интеллект", отвечает: "Она как будто, я подчеркиваю, - как будто - работает творчески... лишь следует составленной человеком программе, слепо подчиняясь ей. Ведь не говорим же мы о скрипке, что умны слагающие ее детали. Так почему вдруг "поумнели" микросхемы?" (НТР: проблемы и решения. -1986. - N8. - С. 6). Вот пример задачи, решенной с помощью вычислительного эксперимента.

**Задача 10.** Идея закалки металла лазерным лучом в атмосфере азота состояла в том, что под действием высокой температуры азот будет проникать в поверхностный слой металла и образовывать с ним высокопрочное соединение (нитрид). Но в опытах под действием высокой температуры металл испарялся и "улетал" из зоны закалки, не успев образовать соединение. Вначале процесса испарение было небольшим, затем скорость испарения росла и достигала максимума к концу закалки. Поэтому эксперименты стали вести в камере под давлением 100 атм. Однако для промышленности такое давление оказалось неприемлемым и внедрение способа застопорилось. Как быть?

Попробуйте представить себе изобретательское решение этой задачи. На основе предыдущих примеров у вас, наверное, возникло ощущение, что в решении должна быть *какая-то "хитрость"*, например, давления нет совсем, а процесс закалки идет нормально. Вы правы, это было бы творческое решение. С точными критериями оценки и правилами их получения вы познакомитесь в следующих разделах. А пока оцените решение, полученное на ЭВМ.

Задача решалась двумя институтами АН СССР (Вестник АН СССР. - 1985. - N3. - С.57-69) с использованием сложных математических моделей в два этапа (только на первом из них решалась система из 15 уравнений), при этом отмечалось, что "по степени сложности находится на грани возможностей современной вычислительной математики". Несмотря на это, решение все же было получено: поддерживать давление 30 атм, мощность лазерного луча дать максимальной только в первый момент, а затем снизить ее (к концу процесса в 10 раз)... Далее следует примечательный вывод: "Задачи технологии (как правило, многопараметрические) часто оказываются сложнее даже задач ядерной физики, физики плазмы, космонавтики".

*Но почему трудно решать трудные задачи на ЭВМ?* Только ли из-за огромного количества вариантов? Главная причина в том, что "машины абсолютно логичны, в то время как для творчества во многих случаях требуется, наоборот, алогичность". (Орфеев Ю. Такие разные АСУ // Техника и наука.- 1983 - N12. - С.23). Т.е. для решения творческих задач нужна не традиционная формальная логика (основа современных ЭВМ), а логика диалектическая - умение выявлять и разрешать противоречия: 100 атм. - хорошо для закалки, но плохо для производства, 1 атм. (нет избыточного давления) - хорошо для производства, но плохо для процесса закалки; ЭВМ выбирает среднее - 30 атм, а нужно бы разрешить противоречие так, чтобы при 1 атм. хорошо шла закалка. Старой логике не помогает и коллектив высококвалифицированных экспертов, привлеченных для составления моделей задач: *"Усредняя мнения гениев, мы в лучшем случае получим мнение посредственности.* Убирая противоречивые мнения - обедним модель экспертных знаний. Остается один путь - искать логику работы с противоречиями, что, конечно, не так-то просто" (Шрейдер Ю.А. ЭВМ как средство представления знаний // Природа. -1986. - N10. - С.20).

В США, где бум "творчества" на ЭВМ давно прошел, ищут "новые" способы гальванизации МПиО. Например, в фирме ИБМ появилось 45 "вольных сотрудников" -

"мечтателей, еретиков, возмутителей спокойствия, чудаков и гениев". "Нас меньше, чем вице-президентов корпорации, - сказал один из них. - Вольный сотрудник получает, в сущности, полную свободу действий на пять лет. У него совсем простая роль: сотрясать систему. И он сотрясает" (Лит. газета. - 1986. - 5 февраля). Шанс поймать хорошую идею очень мал, поэтому главная заповедь гласит: "Вы должны быть готовы к неудаче... Вы не можете быть новатором, если не готовы мириться с ошибками". *Все верно, МПиО и есть на 99,99% ошибки, и неизвестно, когда вспыхнет искра случая...* Круг замкнулся, "вольные сотрудники" - это те же "вольные изобретатели" XIX в., но работающие на фирму.

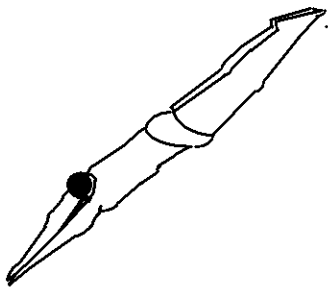
От МПиО общество несет огромные материальные потери. Эффективность научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ чрезвычайно низкая - и у нас и на Западе. В ведущих капиталистических странах 50% начатых разработок вскоре закрываются как бесперспективные, из оставшихся половина не выдерживает требований производства, и только пятая часть разработок приносит фирмам успех (Изобретатель и рационализатор. - 1981.-N8.- С.37). В нашей стране не доходят до производства две трети разработок, остальные внедряются на одном-двух предприятиях, и только 2% - на пяти и более предприятиях. (Социалистическая индустрия. - 1982.- 26 июня).

Но МПиО связан не только с бесполезными потерями времени и сил. Большой ущерб он наносит, не давая возможности своевременно увидеть новые задачи. Тут потери могут измеряться десятилетиями и столетиями. Так, менисковый телескоп, по признанию его изобретателя Д.Д.Максутова, мог быть создан еще во времена Декарта и Ньютона. Была потребность и была возможность изобретения такого телескопа. Задачу просто не видели до середины XX в. По мнению Ч.Таунса, лазеры могли появиться в конце 20-х годов, тогда для этого уже были теоретические основы. Советский ученый В.А.Фабрикант высказал идею лазера в 1939 г., в 1951 г. он подал заявку на изобретение и... получил отказ - экспертиза сочла идею неосуществимой. Только в 1964 г. решение экспертизы было пересмотрено. Но если о потребности общества в тех или иных технических системах можно спорить, то острая потребность в таком лекарстве, как пенициллин, спасшем многие миллионы жизней, не вызывает и тени сомнений. Поражает даже не то, что открытый А.Флемингом в 1929 г. пенициллин стал широко использоваться лишь во время второй мировой войны. Нет, история этого лекарства более трагична и нелепа: пенициллин исследовали и применяли задолго до Флеминга - в 1871 г. опубликовали результаты опытов русские ученые В.А.Манасеин и А.Г.Полотебнов, в 1906 г. - болгарин С.Григоров, и как оказалось, даже в древней Греции знали о свойствах плесневых грибов.

МПиО ответствен и за отсутствие критериев оценки новых идей: нет ни одного крупного изобретения, по поводу которого в свое время не было бы сказано - "это невозможно". Годы, а то и десятилетия ждали своего признания крупнейшие изобретения нашего времени: диффузионная сварка в вакууме (И.Ф.Казаков. 1951г.), эффект памяти формы в сплавах (Г.В.Курдюмов, Л.Г.Хандрос, 1948 г.), электрогидравлический эффект (Л.А.Юткин, Л.И.Гольцова, 1950 г.), гидроэкструзионная обработка металлов (1958 г.) и др.

### ЗА ГОД ДО ИЗОБРЕТЕНИЯ ТЕЛЕФОНА.

Из американских газет за 1875 г.: "Вчера был арестован некий человек по обвинению в попытке получить в банке кредит под фальшивым предлогом. Он заявил, что может сделать устройство, состоящее из двух небольших аппаратов и длинной проволоки. С помощью этого устройства один человек будет разговаривать с другим, находящимся от него на расстоянии нескольких миль. Безусловно, этот человек явный мошенник и бессовестный аферист, которому надо показать, что американцы - народ достаточно умный, чтобы не попасться на такой дешевый трюк. Даже если эта сумасшедшая идея и может быть осуществлена, все равно она никакого практического применения не найдет. Разве что для показа фокусов на цирковой арене..."



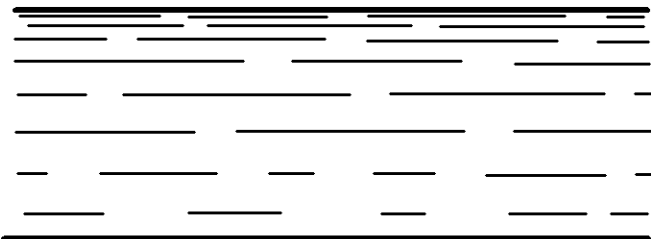
### НУЖНА МЯГКАЯ ВОДА

Прыжки в воду становятся все сложнее, от спортсмена требуется виртуозное их исполнение.

На тренировках бывает множество неудачных прыжков. Как исключить травмы при ударе о воду?

Представьте себе: спортсмен прыгнул, тренер видит, что прыжок не получился...

Что надо сделать?



### КАК ВЫРАЗИТЬ ДУШУ?

Проектируя здание правительства в Кувейте, финский архитектор Р.Пиэтиле захотел "выразить финскую душу в этой земле". Но финская архитектура - прямые линии, резкие углы - никак не сочеталась с арабским стилем - плавным, закругленным, извилистым... Как быть?

$$(\text{خط منحنى}) + (\text{خط مستقيم}) = ?$$

## **НАДЕЖДЫ, КОТОРЫЕ НЕ ОПРАВДАЛИСЬ.**

Когда стало ясно, что накопление знаний само по себе утратило прежнюю ценность и на первый план выдвинулась способность к их обновлению и что **новые идеи (научные, технические, гуманитарные, социальные)** составляют основное богатство страны, в значительной мере определяют ее экономический, культурный и военный потенциал, то во всех развитых странах начались активные поиски путей интенсификации притока новых идей. Возникла мысль как-то упорядочить изобретательский процесс, найти правила выхода из тупика, создать методы решения творческих задач.

Постепенно накапливались наблюдения над творческими процессами, стали развиваться научные исследования в этом направлении, появилась надежда на отыскание каких-то универсальных правил решения творческих задач. Развитие науки укрепляло уверенность в этом: люди научились управлять грозными силами природы, познали глубинные тайны материи, заглянули в самые далекие уголки Вселенной, так почему бы не познать секреты творчества и не научиться сознательно управлять ими? Поначалу все шло более или менее гладко: появилось множество работ психологов (*"О ранних умственных способностях 300 гениев"*, *"Исследование гениальности"*, *"Психология изобретательства"* и т.п.), а историки науки воссоздали все мельчайшие детали обстановки, в которой гениев посещали великие "озарения", что они говорили при этом, видели во сне накануне... Но "всеобщие" правила творчества так и не были найдены, и изобретатели продолжали работать по старому.

Тогда психологи еще глубже погрузились в исследование тончайших механизмов работы мозга (стали искать секреты изобретательства в голове изобретателя), историки же продолжали тщательно собирать факты из прошлого науки и техники, располагать их на шкале времени, производить анализ эпох и научно-технических революций в связи с социальными изменениями в обществе.

Безусловно, все эти исследования были необходимы. Но их разобщенность (в силу узкой специализации научных дисциплин) не позволяли выработать практически действенные рекомендации: психологи полностью игнорировали закономерности исторического развития техники (да и любых других систем, будь то художественные или социальные), а историки совсем не учитывали психологические особенности творческого процесса. *Между тем современная научно-техническая революция вовлекла в свою орбиту миллионы людей - изобретательство стало массовым движением.* Резко возросла потребность в ответе на вопрос: **"как изобретать?"**. Именно поэтому прорыв к тайнам творчества был сделан в технике: была разработана одна из первых методик решения творческих задач, рассчитанная на практическое применение, - **мозговой штурм (МШ)**. При этом основной упор делался, как это видно из названия, на психологические особенности изобретательства. Несмотря на свои слабости, просчеты и принципиальные недостатки (непонимание объективного характера развития систем), методика сыграла определенную роль в раскрытии некоторых механизмов творчества, привлекла интерес к проблеме создания теории творчества.

В основе МШ лежит четкая мысль: процесс генерирования идей необходимо отделить от процесса их оценки. При обсуждении задачи многие не решаются высказывать смелые, неожиданные идеи, опасаясь насмешек, ошибок, отрицательного отношения руководителей и т.д. Если же такие идеи все-таки высказываются, их за-

частую подвергают уничтожающей критике другие участники обсуждения: идеи гибнут, не получив развития. А. Осборн предложил вести генерирование идей в условиях, когда критика запрещена и, наоборот, всячески поощряется каждая идея, даже шуточная или явно нелепая. Для этого отбирают небольшую и, по возможности, разнородную группу (6-8 человек) генераторов идей. В эту группу не включают руководителя, а сам процесс генерирования ведут в непринужденной обстановке. Высказанные идеи записывают на магнитофон или в виде стенограммы. Полученный материал передают группе экспертов для оценки и отбора перспективных идей.

Создание благоприятных условий для группы "фантазеров" делает возможным набрать за полчаса штурма 50-100 идей, из которых затем выбирается несколько "не лишенных смысла". В пиковые минуты "коллективного вдохновения" возникает своего рода ажиотаж, идеи выдвигаются как бы произвольно, прорываются и высказываются смутные догадки, предположения. Именно такие идеи считаются наиболее ценной продукцией МШ. *"Мысли мчатся лавиной. Группа приходит в состояние "творческого озарения"...Решается задача: как быстро, прочно и просто соединить два провода. - Надо зажать две проволоки зубами и дело с концом! - крикнул кто-то. Это на первый взгляд абсурдное предположение и легло в основу клещевидного зажима, способного производить холодную сварку проводов..."*<sup>1</sup>

Философская основа МШ - фрейдизм. Абсурдные иррациональные идеи прорываются, по З.Фрейду, сквозь тонкий и непрочный слой сознания из бушующей стихии подсознания. Обычное мышление контролируется сознанием, оно сдерживает нас от нелогичных поступков, налагает массу запретов. Но каждое изобретение - это преодоление привычных представлений о возможном и невозможном. Поэтому раскрепощенный, освобожденный от гнета сознания, мозг способен выдавать неожиданные идеи.

Мозговой штурм, появившись в США, попал на хорошо подготовленную фрейдизмом почву. В первые 10-20 лет с ним связывались большие надежды, метод казался неограниченно сильным. Постепенно выяснилось, что МШ хорошо "берет" разного рода организационные, рекламные и т.п. задачи, однако современные изобретательские задачи штурму не поддаются.

Сравним три задачи.

**Задача 11.** Вот формула изобретения по а.с. 1 011 460: "устройство для упаковки сосок, отличающееся тем, что с целью улучшения товарного вида упаковки путем одинакового расположения в ней сосок оно снабжено ориентирующим механизмом, состоящим из транспортера с гнездами, установленного над ним поворотного на 180 град. кантователя со сквозными гнездами и закрепленными на нем захватами для удержания неправильно ориентированных сосок и смонтированного под транспортером соосно с гнездами кантователя с возможностью возвратно-поступательного движения в вертикальной плоскости толкателя".

Не беда, если формула показалась вам сложной и вы плохо представляете себе сущность этого изобретения - в данном случае подробности не нужны. Считайте, что придуман робот - дорогой и громоздкий - для укладки сосок ровными рядами в коробки (для придания упаковке товарного вида). Нужно значительно упростить эту

---

<sup>1</sup> Пекелис В. Твои возможности, человек! - М.: Знание, 1984.- С.245

техническую систему, повысить производительность, обеспечить мгновенную ориентацию всех сосок. Т.е. требуется новая идея.  
Ваше предложение?

**Задача 12.** Одна из зарубежных фирм, выпускающая ножи для чистки картофеля, начала испытывать трудности со сбытом продукции. Ножи делались из прочной стали, были красивыми, с удобной пластмассовой ручкой, и быстро завоевали популярность. Но через несколько лет спрос резко упал: ножи не ломались, медленно стачивались - домохозяйкам не нужен второй нож. Фирма не желая терпеть убытки, обратилась к специалистам по творческому решению задач: как повысить спрос на эти ножи, не снижая их высокого качества и без затрат на новую рекламу? Сойдет любой способ, но желательно бесплатный...

**Задача 13.** Служащие в новом здании фирмы стали все чаще жаловаться на плохую работу лифтов, особенно в часы пик: долгое томительное ожидание, нарастающее раздражение... Перед руководством фирмы встала проблема - либо увеличить число лифтов, либо заменить лифты на скоростные, либо установить компьютерный центр, который бы следил за работой лифтов. Все это было слишком дорого, поэтому пригласили консультанта по творческому решению задач<sup>1</sup>  
Как разрешить эту проблему простым средством?

В группах, имеющих даже небольшой опыт "штурма" задач, подобных задачам 12, 13, довольно быстро находят более или менее остроумные решения. Эти решения часто не уступают по простоте тем, которые были "внедрены" в фирмах: по задаче 12 было предложено выпускать ножи с ручкой под цвет картофельных очисток (ножи стали чаще попадать в мусорные бочки), по задаче 13 - рядом с кабинами лифтов предложили повесить большие зеркала, так как причина жалоб не в действительном времени ожидания, а скуке ожидания (кажущееся время), поэтому надо человека чем-то занять и это занятие должно доставлять ему удовольствие.

Сложнее с задачей 11. Обычно предлагают не менее сложные и ненадежные решения: ориентация сосок на вибростенде, в воде, в струе воздуха, с помощью вакуумных присосок, скатыванием по наклонной плоскости и т.д. Часто кажется, что вот-вот выскажут простое и абсолютно надежное решение - ввести в соску или в пластмассовое колечко феррочастицу (мельчайший кусочек магнита) и ориентировать в магнитном поле, но в этот момент кто-то выдвигает другую идею, мысль перескакивает - и все повторяется сначала.

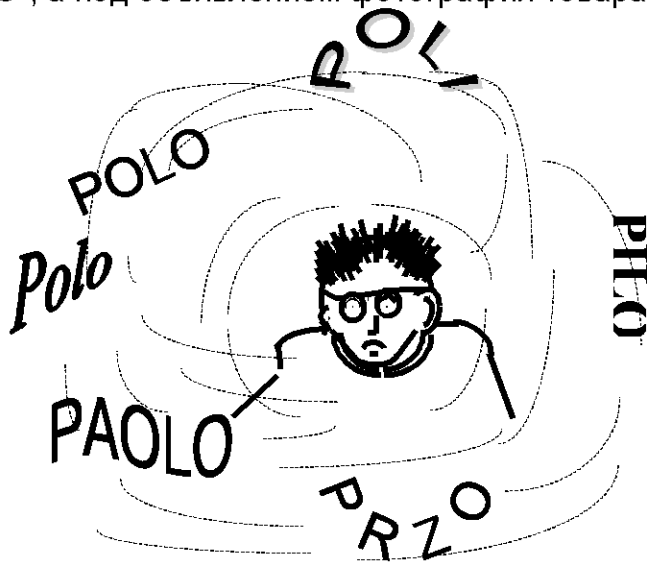
Попробуйте дать группе "подопытных" эту задачу и вы увидите всю бестолковость, нерациональность поисков, возведенную, однако, в принцип.

---

<sup>1</sup> См.: Акофф Р. Искусство решения проблем. - М.: Мир, 1982. -С. 57-58.

## ИЗОБРЕТАТЕЛЬНАЯ РЕКЛАМА.

Существует много способов "вбивания" в голову покупателя нужного названия. Одна из табачных фирм ФРГ поместила в газетах объявление: "Запомните название: "PILO", а под объявлением фотография товара с надписью... "POLO".



Сразу же последовали сотни писем читателей, заметивших ошибку. Газеты немедленно опубликовали: "Просим извинение, "PILO" было явной ошибкой, правильное название "POLI". В следующие дни появились опечатки: "PRZO", "PAOLO" и т.д. В конце концов газеты сообщили, что "наборщик, ответственный за ошибки, уволен, а новый товар, действительно называется "POLO". После исправления всех опечаток табачная фирма перечислила крупную сумму рекламному бюро (Вокруг света. - 1971. - N10. - С.78).

### ОБ АВТОРЕ МОЗГОВОГО ШТУРМА.

*А.Осборн родился в Нью-Йорке, добывал деньги на обучение, работая на стройке, потом посыльным и клерком в отделе. В 21 год стал полицейским репортером в газете, работал продавцом, одновременно преподавал в вечерней школе. Затем служил помощником управляющего небольшого завода. И наконец, вошел одним из компаньонов в рекламную фирму. Мозговой штурм был разработан Осборном в 1937 г., а публикация о нем появилась лишь в 1957 г., после того как фирма "Баттон, Бартон и Осборн" успешно использовала его в течение 20 лет. После войны фирма имела уже 14 отделений и 1800 служащих.*

*В настоящее время существует более десяти разновидностей МШ: индивидуальный, парный, многостадийный, поэтапный, конференция идей, кибернетическая сессия, "совещание пиратов" и т.д. Все они слабее чистого МШ, поскольку попытки управлять стихийным процессом губят самый ценный механизм штурма - создание условий для проявления иррациональных идей.*

## СНИМЕМ ПОКРОВ ТАИНСТВЕННОСТИ

Сейчас кажется странным, что тогда (100-50 лет назад) никто из исследователей творчества не обратил внимания на главную особенность - **объективность развития техники**. Находки археологов (очень похожие, а то и идентичные, каменные орудия из разных частей света), исследования историков, многочисленные примеры независимых "параллельных" открытий и изобретений (в разных странах на протяжении всей истории) - все эти бросающиеся в глаза факты должны были привести к одному очевидному выводу: **технические системы (как и любые другие - социальные, научные, художественные и т.д.) развиваются по своим, не зависящим от желания человека законам**. Но сила старых представлений о природе творчества, о единственно возможной, как тогда считалось технологии решения творческих задач (МПиО), оказалась столь колоссальной, что путь к пониманию этого основополагающего для теории творчества положения растянулся на многие десятилетия.

Система регистрации технических изобретений с почти одинаковыми во всем мире правилами описания новых идей дает уникальную возможность проследить всю историю развития любой технической системы начиная с момента ее возникновения. Потребность в решении той или иной задачи ощущается одновременно многими изобретателями, но патент выдается только первому, кто решил ее. Так, Александр Белл, преподаватель школы для глухонемых, подал в патентное бюро заявку на телефон 14 февраля 1876 г. и получил через 3 недели патент, а аналогичная заявка физика И.Грея, поданная всего лишь на один час позже, была отклонена. После этого А.Белл выиграл еще около 600 судебных процессов по спорам о приоритете на изобретение телефона.

Именно патентные эксперты чаще всего сталкиваются с одинаковыми идеями, поступившими в одно время из разных концов страны: "По собственному опыту работы экспертом (а я провел государственную экспертизу свыше 400 заявок), - сообщает Н.Патрахальцев, - могу отметить, что идентичные решения одной и той же задачи от разных авторов приходят очень часто и в течение сравнительно короткого времени. Очевидно, сама жизнь, наука, производство, промышленные запросы стимулируют изобретательскую мысль на такие решения. Более того, было бы удивительно, если бы в массе решений не появились идентичные". (Изобретатель и рационализатор. - 1979. - N11. - С.33).

На объективность процесса развития техники почти не влияют государственные границы и различия в социальных системах. Академик В.В.Струминский рассказал об удивительном на первый взгляд совпадении. Во время войны в Корее, развязанной США, наша страна помогла КНДР авиацией. Был впервые испытан в деле новый советский истребитель МиГ-15 - он произвел ошеломляющее впечатление на американских военных. "После того, как МиГи покорили небо Кореи, американцы выпустили новинку - первый свой реактивный истребитель со стреловидными крыльями F-86 "Сейбр". Делались оба самолета в разных странах, каждый в обстановке большой секретности. Но едва начались сражения в небе, выяснилось, что самолеты эти удивительно похожи, а их данные на редкость близки... И вот что значит наука! Серьезные исследования разных ученых, разных инженеров, проведенные совершенно независимо друг от друга, привели к чрезвычайно близким результатам."<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Арлазаров М. Винт и крыло. - М.: Знание. 1980. - С.140

В сущности, речь идет о том, чтобы признать, что техника материальна, а ее развитие диалектично. Казалось бы, в этом не может быть ни малейших сомнений. Материальность технических систем очевидно и столь же очевиден факт их развития, подчиняющегося, как и всякое развитие, законам диалектики. Отсюда со всей определенностью вытекает решающий для методологии изобретательства вывод: ***существуют объективные законы развития технических систем, эти законы можно познать и использовать для сознательного решения изобретательских задач без перебора вариантов.***

Однако на протяжении целого столетия - с тех пор как началось более или менее регулярное изучение творчества - внимание исследователей было сосредоточено на психологии изобретательства. Считалось (да и считается по сей день), что главное - это процессы, происходящие в голове изобретателя. Этому в немалой степени способствовали и сами изобретатели и ученые, которые за редким исключением не обходятся в рассказах о своем творчестве без ссылок на "интуицию", "догадку", "прозрение", "мгновенное озарение в потемках мыслей" (Т.А.Эдисон), "свободное творение разума" (А.Эйнштейн) и т.д. и т.п. Подобных, ничего не объясняющих высказываний накопилось столь много, что они стали вызывать раздражение и превратились в "коллекцию хлама, куда мы сваливаем все интеллектуальные механизмы, о которых не знаем, как их проанализировать или даже как их точно назвать, либо такие, анализ или наименование которых нас не интересует"<sup>1</sup>. Поэтому большая часть из современных исследователей творчества сходится в том, что "интуиция", "озарение" и прочее - это плоды идеалистического мышления. Но отрицательные высказывания об интуиции, типа "бесплодная надежда лентяев... наивное дитя познания, чей бессвязный лепет лишен всякого смысла..."<sup>2</sup>, также ничего не объясняют.

Возникает вопрос: как же рождались и в наши дни продолжают появляться изобретения, требующие перебора огромного количества вариантов (сотен тысяч, миллионов)? Этот парадокс объясняется тем, что любое открытие или изобретение является всеобщим трудом, который обуславливается частью кооперацией современников, частью использованием труда предшественников. Т.е., вопреки видимости, будто счастливые решения принадлежат гениям, на самом деле они плод усилий целой кооперации современников и эстафеты поколений. Обычно 90, а то и 99% проб выполнено другими, на долю же счастливицы остается лишь небольшое количество проб. "Открывательский марафон" чем-то напоминает соревнование золотоискателей: поле разбивается на тысячи участков, каждый "добытчик" копается на своем "застолбленном" квадрате. Одни упорно, несмотря ни на что, копают вглубь, другие, устав возиться с "пустой породой", переходят на свободные участки. Через какое-то время незанятых участков становится все меньше и меньше. В этот момент и появляется человек, который занимает счастливый участок: он попадает к нему случайно (просто не осталось других) или этот участок выбирается осознанно с учетом результатов проб по всему полю (вверх или вниз по реке чаще попадаются золотые песчинки?). Но и на этом участке самородок не сразу дается в руки, нужен труд, иногда и везение, чтобы открыть наконец-то золотую жилу. Тут-то и появляются корреспонденты и психологи: "Это гениально! Как вам удалось?! Как вы работаете?.."

<sup>1</sup> Бунге. М. Интуиция и наука. - М.: Наука. 1967. - С. 123.

<sup>2</sup> Кармин А.С. Природа научного открытия. - М.: Наука. 1986. -С. - 156 - 170

Таким образом, роль отдельной личности в науке и технике будет тем больше, чем глубже эта личность постигает объективную потребность общества в решении той или иной задачи и чем точнее деятельность личности совпадает (осознанно или случайно) с объективным развитием конкретной научной или технической системы.

Вот редкое признание одного из авторов идеи поезда на магнитной подвеске: "Часто спрашивают, как возникает новая идея? Было бы, конечно, очень романтично, если бы мысль отказаться от колеса в транспортном средстве возникла, например, в момент, когда из-за поломки колеса автомобиль вместе с автором идеи проделывал очередной кульбит в воздухе. Однако решение отказаться от колеса возникло в результате длительных раздумий о том, как увеличить скорость движения"<sup>1</sup>

Но означает ли это, что для того, чтобы сделать крупное открытие или великое изобретение, достаточно выявить объективную закономерность развития какой-либо системы? Конечно, нет. Скажи изобретателю: "Выдели закономерность развития системы сделай следующий шаг" - и... ничего не получится. Здесь дело не только в том, что трудно определить, куда развивается система, но неизвестно и как обойти препятствие, которое обязательно (иначе не было бы задачи) лежит на пути ее развития. Поэтому **теория творчества** должна содержать не только **стратегию** (*общие закономерности развития*), но и **тактику** - *методы и приемы обхода препятствий*. Кроме того, нужно учитывать особенности применения "орудия", которым пользуется изобретатель, а это "орудие" весьма своеобразное - мозг человека. *Традиционное мышление чрезвычайно консервативно*, тысячелетиями в сознании закреплялся единственный метод - МПиО, лишь очень небольшая часть людей обладает склонностью к *диалектическому мышлению*, всегда направленному на новые идеи; необходимо сделать его доступным каждому - для этого в теории творчества должны быть *правила применения диалектики*. При правильной организации творческой работы должны также максимально использоваться сильные стороны человеческого мышления (*воображение, фантазия*) и учитываться - во избежание ошибок - слабые стороны мышления (*психологическая инерция*). И наконец, для решения современных изобретательских задач в технике нужны знания, т.е. изобретателю необходимо иметь под рукой *информационный фонд*.

Сложно? Ничуть не сложнее, чем обучение езде на автомобиле. Можно, конечно, идти к цели пешком, долго блуждая и уповая на "небесный огонь", который, может быть, и "озарит" когда-нибудь путнику дорогу... Но насколько эффективнее (и современнее!) промчаться нехожеными тропами с захватывающей дух скоростью!

---

<sup>1</sup> Зеленкин Г.Г. Летящие экспрессы. - Минск: Вышэйшая школа, 1984. - С. 4.

### **ЧТО БЫЛО БЫ, ЕСЛИ БЫ НЕ РОДИЛСЯ...**

**И.Ньютон, Д.К.Максвелл, М.Планк, Д.И.Менделеев? Эти вопросы могут быть темой интересной дискуссии о роли личности в науке (материалы можно собрать в специальной литературе; см., например: Методологические и философские проблемы химии. - Новосибирск: Наука, 1981. - С.262-293). Эпиграфом к дискуссии могли бы стать слова А.Эйнштейна: "Я совершенно не понимаю, почему меня превозносят как создателя теории относительности. Не будь меня, через год это сделал бы Пуанкаре, через два года сделал бы Минковский, в конце концов, больше половины в этом деле принадлежит Лоренцу. Мои заслуги здесь преувеличены" (Зелинг К. Альберт Эйнштейн. - М.: Наука, 1964). Не менее интересна дискуссия об авторах крупных изобретений в технике: лазера, ядерного реактора, голографии, космических кораблей и т.д.**

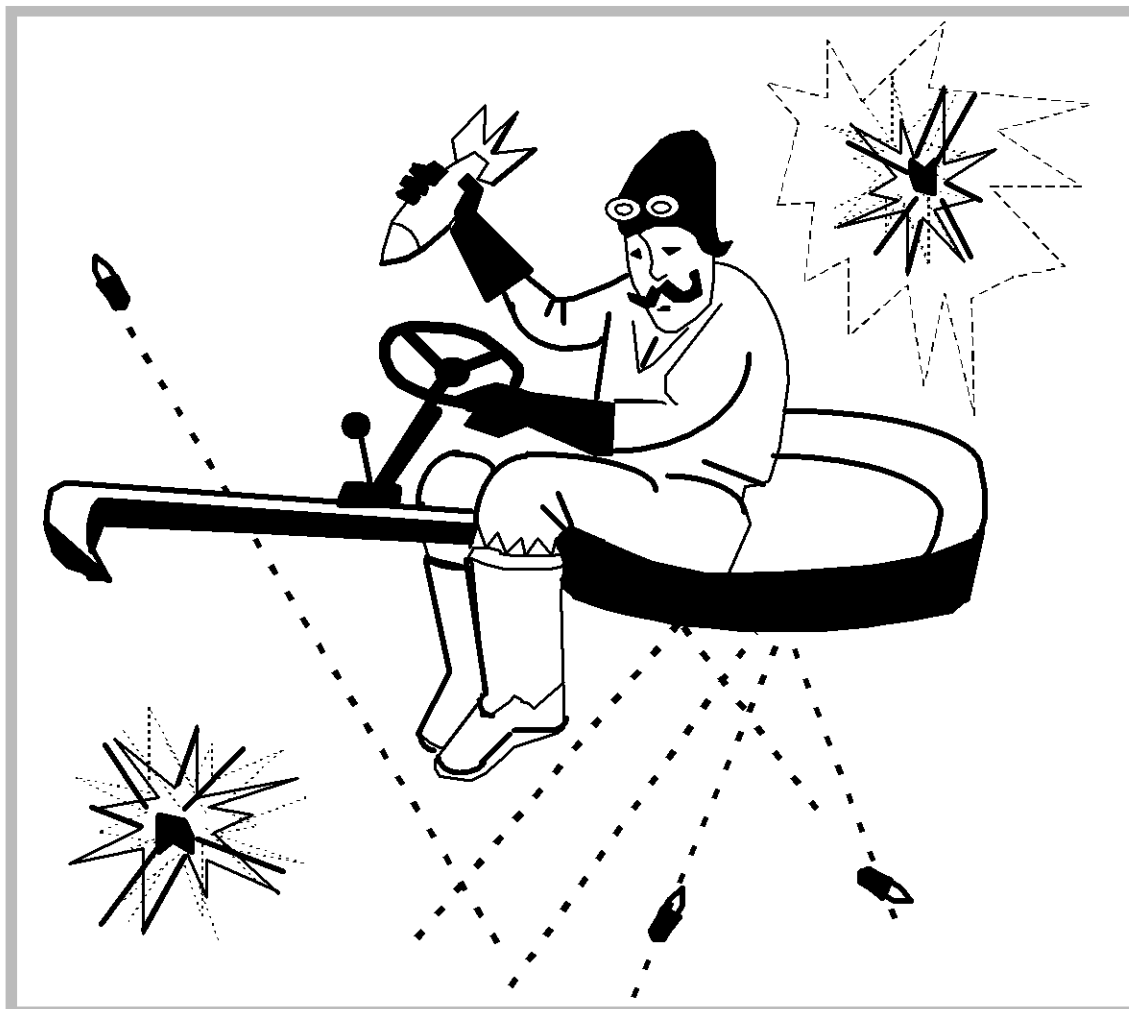
**А в искусстве? Что было бы, если бы не родились авторы таких изобретений, как научная фантастика (Ж.Верн), симфонии (И.Гайдн), пейзаж (Брейгель), воздушная перспектива (Л. да Винчи), художественная документалистика (С.Алексиевич), опера, поэма, комедия, мюзикл и т.д.?**

### **ТАБУ НА СЛАБОЕ РЕШЕНИЕ**

В изобретательских задачах никогда и нигде нет недостатка, так как применение и развитие техники связано с решением многочисленных и разнообразных задач. Обычно решение этих задач начинают с поиска и применения уже известных технических средств и знаний. Однако часто эти средства и знания оказываются непригодными.

**Задача 14.** С появлением в начале века нового вида оружия - танков возникла острая потребность в их нейтрализации. Чем? Самолетами. Но в дуэли танк - самолет последний явно уступал, его легко было поразить пулеметом, которым оснащались танки. Как быть? Конструкторам многих стран одновременно пришла мысль о защите, бронировании самолета. Попытки предпринимались многими, но самолеты получались тяжелыми и тихоходными (например, "Ю-1" немецкой фирмы "Юнкерс") - легкая добыча для наземного стрелкового оружия. Поэтому в первую мировую войну многие летчики вынуждены были подкладывать под сиденье... чугунные сковороды. После войны пять лет безуспешно решали эту задачу американцы: пробовали множество вариантов бронирования, ставили мощные двигатели, снимали лишние грузы, ослабляли вооружение. Велись такие работы и у нас (в КБ А.Н.Туполева, Н.Н.Полякова) - тоже неудачно.

Создалась парадоксальная ситуация: броня жизненно необходима в короткие мгновения боя, а все остальное время она мертвый груз, т.е. броневой щит должен быть, чтобы защитить экипаж и самолет от поражения, и его не должно быть, чтобы не увеличивать вес самолета.



С началом Великой Отечественной войны проблема приобрела особо важное значение - сама обстановка накладывала запрет на слабые решения. Как быть?

Итак, в системе "самолет - броня" с улучшением защитных свойств ухудшаются ее скоростные свойства. И наоборот: для увеличения скорости надо уменьшить толщину брони или вовсе ее убрать, т.е. ухудшить защитные свойства. Подобные **конфликты между частями или свойствами системы называют техническими противоречиями (ТП).**

Задача, содержащая ТП, может быть решена либо поиском компромисса между противоречивыми характеристиками системы (*сколько допустимо проиграть в одних свойствах, чтобы выиграть в других?*), либо поиском путей устранения противоречия (*как выиграть, ничего не проиграв?*) Первый путь типичен для конструкторских решений, второй - для решений изобретательских.

Советский авиаконструктор С.В.Ильюшин блестяще разрешил ТП в системе "самолет - броня": он понял, что броня должна быть одновременно и несущей конструкцией самолета, она должна не только защищать машину, но и взять на себя силы, возникающие в полете; она должна работать на прочность, тогда в самолете не будет "мертвого веса". Знаменитый штурмовик "Ил-2" (а с 1944 года - "Ил-10"), "ле-

тающий танк", стал лучшей боевой машиной в своем классе самолетов. Выигрыш, полученный от изобретения С.В.Ильюшина, был велик (превосходство наших самолетов в воздухе, приближение победы!), а проигрыш - несоизмеримо мал (изменения в конструкции самолета, в технологии изготовления). ***Изобретательское творчество как раз и состоит в том, чтобы найти такое техническое решение, "плата" за которое или вообще бы не требовалась, или она была бы непропорциональна мала, по сравнению с полученным результатом.*** Об этом соотношении надо постоянно помнить, решая изобретательские задачи. Сравним, например, два решения следующей задачи.

**Задача 15.** Особенно опасно попадание снарядов и пуль в бензобак самолета - взрыв, казалось бы, неминуем. На самом деле вспышка возможна только в бензино-воздушной смеси, когда часть бака уже свободна и в воздушном пространстве скапливаются пары бензина. Как не допустить образование такой смеси и тем самым значительно снизить вероятность взрыва?

Очевидная идея: предотвратить попадание воздуха в бак при его опорожнении. Но без доступа воздуха бензин не будет вытекать из бака. ТП: воздух должен быть, чтобы бензин свободно вытекал из бака, и его не должно быть, чтобы не образовалась опасная бензино-воздушная смесь. Разрешение ТП: в 1942 г. было предложено заполнять бак по мере его опорожнения инертным газом азотом (воздух на 4/5 - это азот, т.е. воздух как бы есть и его нет - в обычном смысле). Задача решена, но какой ценой: баллоны с азотом, клапаны, трубки, система контроля и управления - все это весило десятки килограммов. Возможно в то время это было единственное приемлемое решение. (К 1942 г. было найдено более простое решение - заполнение охлажденными выхлопными газами двигателя.) А вот современное решение. Оно основано на разрешении другого ТП: бензин должен быть в баке, чтобы обеспечить работу двигателя, и его не должно быть, чтобы не образовались бензиновые пары. Бензин в баке, конечно, есть (иначе не будет выполняться полезная функция системы), но он в гелеобразном состоянии (гель - то же, что желе, студень). Этот процесс превращения топлива (в современных самолетах - керосин) в почти безопасное вещество называется "стабилизация топлива": достаточно ввести в топливо мизерную добавку (0,3-3%) специального полимера, и оно перестанет испаряться. Другие качества топлива не меняются (в том числе текучесть). Стабильное топливо не вспыхнет, например, при неудачной посадке самолета (Изобретатель и рационализатор.- 1982. -N9. -С.37), а в гоночных автомобилях бак можно вообще заменить каким-либо легким мешком (Химия и жизнь.- 1980. -N11. -С 729). Горсть порошка полимера заменила громоздкую систему по заполнению бака азотом. Вещество системы (топливо) стало само обладать нужным свойством, без дополнительных технических устройств. Понятно, что такой эффект (резкое снижение испарения при переводе жидкости в гелеобразное состояние) должен быть сначала известен в науке, а потом уж применен в технике. Использование в технике какого-либо эффекта, открытого наукой, может быть потом многократным - до тех пор пока применение не станет очевидным для всех. Но первое использование эффекта в технике всегда изобретение; оно обогащает технику новой идеей. Например, науке давно известен эффект исчезновения магнитных свойств вещества при нагреве выше точки Кюри, но он и сейчас активно используется в изобретательской практике.

**Задача 16.** В крупу иногда попадают личинки и яйца вредителей. Естественно, их надо обезвредить до расфасовки крупы. Лучшее средство - нагрев до 65°C. Но выше 68-70°C крупу нагревать нельзя. Обеспечить же точную температуру при высо-

кой производительности никак не удавалось: толстый слой крупы на противне не прогревался (или подгорал снизу), а тонкий слой, т.е. нагрев малых порций крупы, сильно снижал производительность установки. Пробовали применять и другие способы нагрева больших объемов крупы, в том числе продувку горячим воздухом слоя крупы через сито снизу, - все равно крупа портилась из-за местного перегрева. Нужен предельно надежный и высокопроизводительный способ.

Абсолютную точность температурного режима обеспечили ферромагнитные дробинки, смешанные с крупой и имеющие точку Кюри  $65^{\circ}\text{C}$ . Если такие дробинки попадут в переменное магнитное поле, то они, как и любые ферромагнетики, нагреваются за счет индукции, но только до  $65^{\circ}\text{C}$ . При этой температуре у них исчезнут магнитные свойства и они перестанут нагреваться. Как только температура дробинки упадет хотя бы на чуть-чуть ниже  $65^{\circ}\text{C}$ , они снова сами включаются. После обработки крупы отделить дробинки не трудно - они магнитны. Какое ТП было в задаче? - Крупа должна обрабатываться большими объемами (высокая производительность) и одновременно малыми (точность температурного режима).

Таким образом, ***изобретательская задача - это такая техническая задача, которая содержит техническое противоречие, неразрешимое известными техническими средствами и знаниями, причем условия задачи исключают компромиссное решение. Если техническое противоречие преодолено - изобретательская задача решена, получено изобретение.***

Иногда ТП, содержащееся в задаче, отчетливо видно. Таковы, например, задачи, приведенные в этом разделе. Иногда противоречие незаметно, оно как бы растворено в условиях задачи. Тем не менее изобретатель всегда должен помнить о техническом противоречии, которое ему предстоит преодолеть. Легче выделить противоречия в задачах типа: "Улучшить такой-то объект, чтобы получить такие-то результаты", труднее, если формулировка задачи половинчатая: "Улучшить то-то" или "Достичь такого-то результата".

### **ИЗОБРЕТЕНИЕ П.Н.ЯБЛОЧКОВА**

*Техническое противоречие в задаче 5 можно сформулировать так: расстояние между углями должно регулироваться, чтобы оно всегда было постоянным и уголи сгорали одновременно, и не должно регулироваться, чтобы не было сложного механизма. П.Н.Яблочков остроумно решил задачу: электроды поставил вертикально рядом и изолировал их друг от друга каолином (вид глины). Угли сгорали одновременно, расстояние между ними не менялось.*

*Л.КРАНАХ-МЛАДШИЙ (с.23) столкнулся с сильнейшим противоречием и преодолел его. Кардинал изображен с обычным лицом. Он смотрит на распятие. Фигура Христа на распятии нарисована такой затравленной, перепуганной, жалкой, что становится ясно - на нее смотрит очень злой человек.*

*И "ЗЕБРА" И "ВОЛНА" - так было разрешено противоречие, содержащееся в задаче на с.24. На обычной дороге нарисована "зебра" такой, какой бы она виделась на волнистой дороге. У водителей четко срабатывает рефлекс: они сбавляют скорость, прежде чем успеют разобраться, что это обман зрения, а не волнистая дорога.*

*ЧТОБЫ "ВЫРАЗИТЬ ФИНСКУЮ ДУШУ" (с. 28), архитектор не пошел на компромисс (сделать здание не очень прямым и не очень круглым) - это был бы проигрыш. Изобретение состоит в том, что здание построено из прямолинейных ("финских") элементов, расположенных зигзагообразно, - общий контур извилистый, "арабский".*

**СФОРМУЛИРУЙТЕ ПРОТИВОРЕЧИЕ** и вы получите изобретательскую задачу. Например, какое ТП было разрешено с изобретением солнечных очков типа "хамелеон" (изменяющих прозрачность в зависимости от освещения)? Любой предмет из вашего окружения можно улучшить. Составьте ТП для карандаша, иголки, ножниц и т.д.

## ВЕПОЛЬНЫЙ АНАЛИЗ: ИСКУССТВО СТРОИТЬ ВЕПОЛИ

Часто в задачах приходится вводить вещество для разрушения вредных связей между  $B_1$  и  $B_2$ .

Вводимое вещество должно быть и не должно быть.

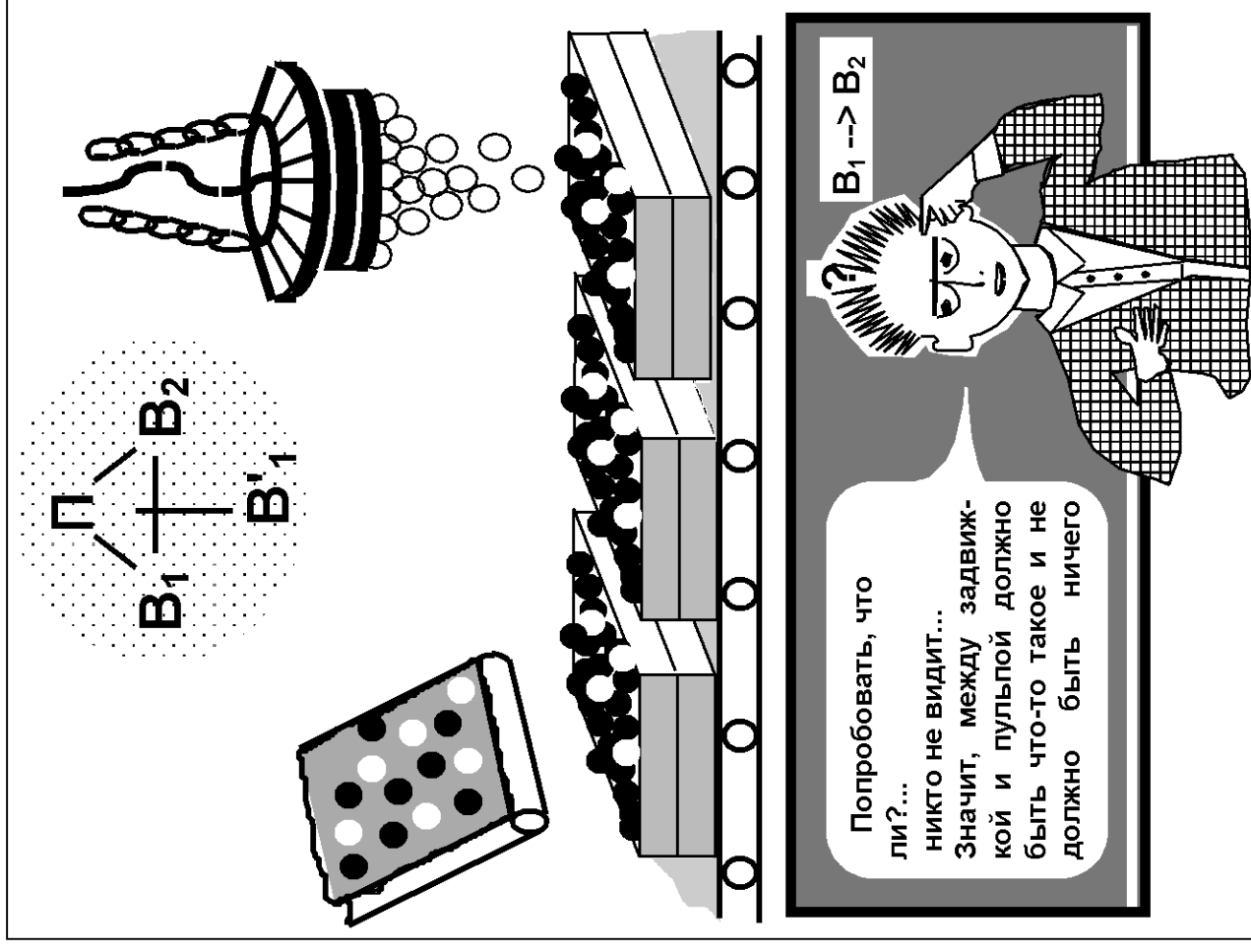
В этом случае используют видоизменение уже имеющихся веществ:  $B'_1$  или  $B'_2$ .

### ПРИМЕР

Персики поступают в ящики по наклонному лотку. Чтобы персики не бились о дно и друг о друга, в ящики насыпают мягкие шарики (псевдоперсики). Благодаря вибрации шарики всегда находятся сверху персиков и принимают на себя удар падающих плодов. Для удаления из заполненного ящика шарики снабжены ферромагнитными вставками.

### ЗАДАЧА

По трубопроводу движется железорудная пульпа (взвесь руды в воде). Частицы руды быстро истирают задвижку. Как быть?



## СОРТИРОВКА ЯИЦ

На птицефабрике поставили установку по сортировке яиц. Вот как она работает: яйца движутся на конвейере (предварительно их выстраивают в один “пунктирный” ряд), “проплывают” между источником света и экраном.

По тени на экране определяется размер, а значит и сортность яиц. Экран сделан в виде электронного видеодатчика - он состоит из множества светочувствительных элементов (точек). Чем больше тень, тем больше точек загорожено от света. Сигнал от экрана поступает в микропроцессор и тот высчитывает объем яйца.

Яйца нужно разделить на пять категорий:

| Категории | Объем, см <sup>3</sup> | Масса, г |
|-----------|------------------------|----------|
| 1         | более 59,33            | более 64 |
| 2         | 52,67-59,33            | 57-64    |
| 3         | 46,02-52,67            | 50-57    |
| 4         | 38,41-46,02            | 42-50    |
| 5         | менее 38,41            | менее 42 |

Опытная установка получилась капризной, давала ошибки (особенно - при загрязнении экрана), видеодатчик требовал постоянного ухода.

Поэтому-то фабрика и объявила конкурс: как упростить систему, сделать ее надежной?

Если вы помните, однажды Эдисон “проучил” математика Эптона - за несколько секунд определил объем лампы без сложных расчетов...

Но окунание каждого яйца, конечно же, не годится - это только усложнит процесс. Надо сделать проще. Как?

### 3. КВАНТЫ ТЕОРИИ

#### ЗАДАЧИ БЕЗ ПРОТИВОРЕЧИЙ? ПОЖАЛУЙСТА...

Путь к решению и простой и сложной задачи лежит через преодоление противоречий. Но в чем причина возникновения противоречий? Изобретатель стремится улучшить окружающий нас мир, поэтому он предъявляет повышенные требования к техническим объектам. Это закономерно: постоянный рост потребностей требует увеличения полезной (или уменьшения вредной, лишней) функции любой технической системы (ТС)<sup>1</sup>.

Таким образом, часть изобретательских задач связана с улучшением существующих ТС - мы вовлекаем их в процесс развития и тут же наталкиваемся на ТП.

Но не всегда возросшая потребность может быть удовлетворена за счет совершенствования существующей ТС. Тогда возникает вполне законный вопрос: "Разве нет задач, не связанных с преодолением противоречий?".

**Задача 17.** При реконструкции спичечной фабрики поставили высокопроизводительное оборудование, позволяющее увеличить выпуск продукции в два раза. Но все портила заключительная операция - укладка спичек в коробки. Старые машины не справлялись с таким объемом, а удвоить их количество невозможно - нет свободных площадей, поэтому их убрали совсем. Кроме того, они были "слепые" - укладывали в коробки брак (спички без головок), ошибались в количестве спичек. Нужен новый способ безошибочной укладки спичек в миллионы коробков.

Противоречия не видно, но задача есть, можно ее решать. Собственно говоря, идея ответа вам уже наверняка пришла в голову - использовать тот же прием, что и в задаче 11. Подмешав в зажигательный состав небольшую дозу ферропорошка, мы сделаем головку каждой спички чуть-чуть магнитной. Этого достаточно, чтобы точно и с высокой скоростью укладывать спички в магнитное поле (например, к магниту определенной площади прилипнет строго определенное количество спичек).

Проанализируем задачу и ее решение подробнее.

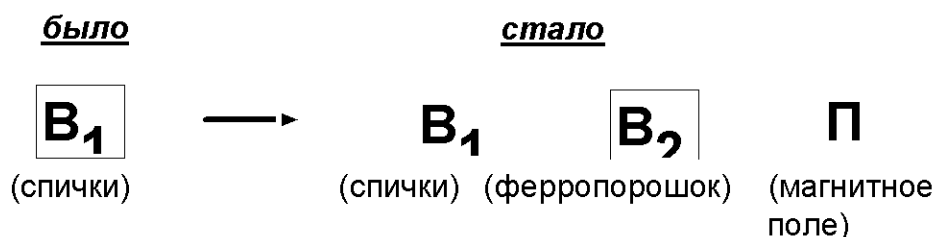
Во-первых, в условиях задачи было ясно сказано, что усовершенствовать нечего - старую ТС демонтировали. Надо создавать новую ТС.

Есть спички, но неизвестно, как их обрабатывать (ориентировать, отсчитывать, укладывать). Затем мы решили задачу известным нам приемом - ввели в спички ферропорошок и использовали магнитное поле, получилась легко управляемая система.

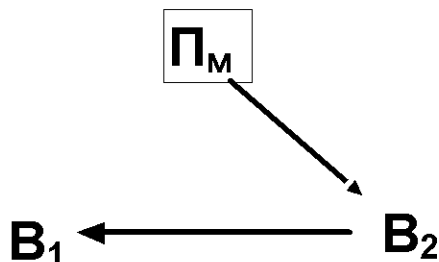
Было одно вещество (спички), стало два вещества (спички и ферропорошок) и одно поле - магнитное. Запишем это:

---

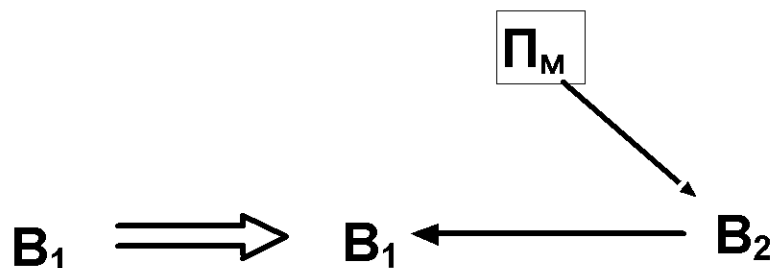
<sup>1</sup> Техническая система - это совокупность взаимосвязанных элементов, обладающая свойствами, не сводящимися к свойствам отдельных элементов, и предназначенная для выполнения определенных полезных функций. Например, болт (винт плюс гайка) обладает свойствами зажимать и удерживать какие-либо детали, но этого свойства нет у отдельно взятых гайки и винта.



Теперь разберемся, как работает полученная система. Магнитное поле (П) действует на ферропорошок (B<sub>2</sub>), который в свою очередь действует на спички (B<sub>1</sub>). Изобразим это так:



Итак, чтобы решить задачу, мы перешли от не-системы (было только B<sub>1</sub>) к системе взаимодействующих элементов (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, П). Обозначим этот переход двойной стрелкой (чтобы не путать ее со стрелками - взаимодействиями между элементами) и запишем преобразование полностью:

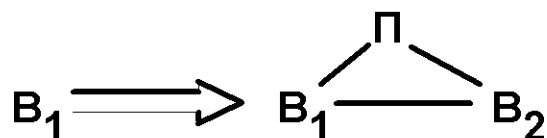


Не правда ли, чем-то похоже на запись химических реакций? Возьмем два вещества, например, кислород и водород, нагреем их (т.е. введем внешнее тепловое поле), они начнут взаимодействовать, получим молекулу. Но стоит убрать из молекулы воды хотя бы один атом, и вода исчезнет...

А что, если полученный в правой части формулы "технической реакции" треугольник - это своего рода "молекула" технической системы? Проверим это: уберем одно (любое) вещество - будет работать система? Нет, система сразу разваливается, перестает быть системой. То же и с полем. Выходит, что только при наличии трех элементов система становится работоспособной? Все верно. Это условие вытекает из основного принципа материализма: изменение вещества может быть вызвано только материальными факторами, т.е. веществом и энергией (полем). Применительно к техническим системам этот принцип будет выглядеть так: изменение вещества может быть вызвано непосредственным действием второго вещества (например, удар - механическое поле), или полевым действием другого вещества (например, магнитом), или внешним полем. Отсюда следует, что минимально необходимое количество элементов в технической системе равно трем: два вещества и поле. Это понятие о минимальной ТС получило название **вепольная система** или **веполь** (от слова "вещество" и "поле").

**Веполь** - это модель минимальной, работоспособной, управляемой технической системы.

Понятие о веполе сразу подсказывает направление решения задачи. Возьмем, например, задачу об измерении высоты пещеры (с.15). Есть  $V_1$  - потолок пещеры, т.е. только один элемент системы. Значит надо построить систему до полного веполя. Запишем формулу такого преобразования:



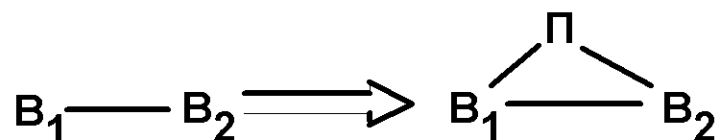
Формула та же, что и в задаче 17, но веполь записан в общем виде ( без стрелок), нам неизвестен характер взаимодействия между элементами. Зато теперь известно, чего в системе недостает - второго вещества и поля. Эта пара ( $V_1$ ,  $P$ ) и будет тем самым измерительным инструментом. Но условия задачи накладывают сильное ограничение: вес прибора должен быть почти равен нулю. Усилим противоречие: прибор есть, но он ничего не весит! Кстати, прием усиления противоречия очень часто помогает быстрее решить задачу: чем сильнее (невозможнее) противоречие, тем, как это ни парадоксально, легче его разрешить. Попробуем еще больше усилить ТП: прибор есть, но он с минус-весом (это уж и вовсе "страшное" ТП - антигравитация какая-то!). Но не будем забывать, что все материально: чтобы вес прибора стал равен нулю, этот вес надо чем-то компенсировать, например, подъемной силой. Тут-то и приходит идея ответа: использовать воздушный шарик на ниточке! Тогда и идея о минус-весе не кажется такой "страшной" - ведь подъемная сила шарика может быть намного больше веса катушки с нитками.

Как видим, в этой задаче мы встретились с сильным ТП, а в предыдущей его не было. Как же все-таки быть с ТП - искать его в любой задаче или нет? При синтезе ТС (достройке веполя) оно может не возникать, если ничего не мешает введению в систему недостающих элементов. Это единственный случай решения изобретательских задач без ТП. Во всех остальных случаях синтеза ТС (когда условия задачи содержат какие-то ограничения) ТП обязательно возникает. Не говоря уже о следующем, после синтеза, шаге развития ТС - улучшении созданной системы, любое развитие идет только через возникновение - обострение - разрешение противоречий.

По правилу на достройку веполя решается большой класс задач. Причем в левой части вепольной формулы ("что дано") может стоять не один элемент ( $V$  или  $P$ ), а два ( $V_1 \rightarrow V_2$ ;  $V \rightarrow P$ ).

**Задача 18.** Существуют точные методы определения воды в машинном масле, но они длительны и требуют специальных приборов. Как быстро установить, есть ли вода в масле из картера автомобиля (на дороге, при краткой остановке)? Нужна идея экспресс-метода. Ваше предложение?

По условиям задачи есть  $V_1$  (масло) и  $V_2$  (вода):

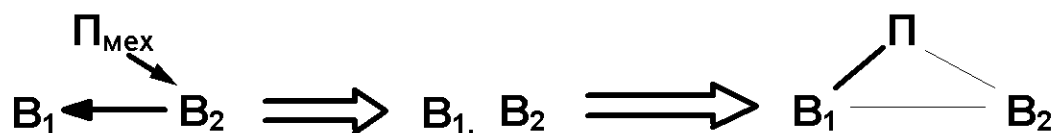


Недостает поля. Какое поле надо здесь использовать (механическое, тепловое, электрическое и т.д.)? Оно должно быть простое и доступное, должно как-то разделять эти вещества, чтобы было видно, есть вода или нет. Разделение, естественно, должно основываться на разнице свойств веществ. Каких? Из множества различающихся свойств наиболее простое - температура кипения. В японской заявке 52 - 46837 так и сказано: нагреть на металлической пластинке каплю масла до  $100^{\circ}\text{C}$  (например, зажигалкой), вода вскипит - видно на глаз.

Часто прибегают к специальному упрощению левой части формулы - из полного, но плохо работающего веполя выбрасывают один или два элемента. Что при этом оставляют? Критерий простой: оставлять надо хорошо работающие элементы, легко управляемые, дешевые (еще лучше - бесплатные).

**Задача 19.** Захват промышленного робота перемещается по длинной направляющей - полый штанг. Собственно по штанге скользит фторопласто-бронзовая втулка - фторопласт имеет низкий коэффициент трения по стали. Если же поверхность трения смазывать жидкостью (хотя бы водой), то трение еще больше снизится. Предложенная конструкторами система смазки - распылители, подключенные к водопроводу - работали плохо (колебания давления в водопроводной сети, попадание капель в ненужные места, система требовала постоянной регулировки). Система должна работать надежно, не зависеть от водопровода, мельчайшие капельки должны покрывать равномерно всю поверхность штанги.

В условиях задачи - плохо работающий веполь, поэтому надо отказаться от этой системы. Исключим из системы плохо управляемое механическое поле, которое подает воду на штангу, - получим новые исходные условия: есть только штанга ( $V_1$ ) и вода ( $V_2$ ), но они никак не взаимодействуют между собой:



В полученном новом веполе неизвестно поле. Оно должно откуда-то "пригонять" частицы воды и "садить" их на штангу. Откуда, если из водопровода нельзя? Можно, например, использовать влагу из воздуха. Значит, нужен физический эффект, с помощью которого осуществлялось бы это действие. В заявке Великобритании 1 477 784 предложено охлаждать полую штангу до температуры ниже точки росы воздуха в помещении, конденсируя тем самым воду.

### **НУЖЕН РЕЮЩИЙ ФЛАГ**

**Флагшток готов - запыхавшись доложил помощник режиссера,- сварили из стальных труб, покрасили как надо... Ставить его на место? Или пусть пока полежит? Все равно на три дня обещают безветренную погоду.**

**- Флаг мне нужен завтра в 6 утра! Вы меня поняли? - режиссер направил рупор мегафона прямо на помощника, - он должен реять в кадре, как в этом, в шедевре...**

**- ...в "Острове сокровищ"! - восхищенно подхватила ассистентка.**

**- Но где взять ветер?! Три дня же ...**

**Режиссер прибавил мощность в мегафоне: "Обеспечьте кадр!"**

**- Может пару воздуходувок поставить, спрячем где-нибудь? Замаскируем...**

**- Вы что с ума сошли! Ближе 100 метров никакой современной техники, никаких маскировок!**

**- Сто метров?! Да на таком расстоянии и аэродинамическая труба для испытаний самолетов не поможет.**

**- Есть идея!- воскликнул молчавший до сих пор самый младший помощник. -**

**- Нас еще в школе учили вепольному анализу. Ведь здесь уже есть два вещества: флаг ( $B_1$ ) и воздух ( $B_2$ ) вокруг него. Нужно поле, которое заставит двигаться воздух около флага. А это организовать просто, Флагшток - это же готовая труба...**

**Какую идею предложил самый младший? Задача, это ясно, на достройку веполя: нужен хотя бы слабый ветерок, а его нет...**

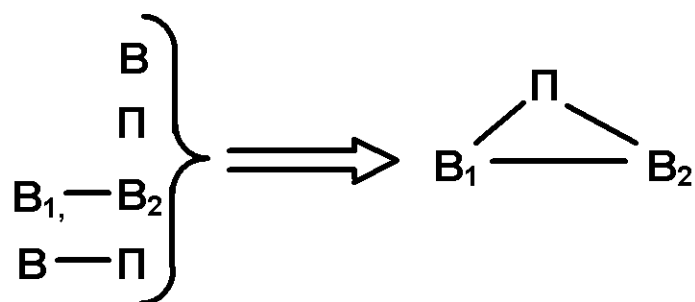
### **"ПРАВИЛА ИГРЫ" ДЛЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЯ**

Отбрасывая все случайное и несущественное, вепольные формулы дают представление о самой сути преобразований (синтезе, развитии) технических систем, позволяют записать на едином техническом языке ход решения любой изобретательской задачи. Поэтому анализ вещественно-полевых структур в тех частях ТС, где возникают противоречия при их преобразовании, называют **вепольным анализом**.

Вепольный анализ предлагает общую формулу, указывающую направление решения задачи. Это направление сильно зависит от исходных условий задачи. Возьмите любую из предыдущих решенных задач: стоит немного изменить условие и ход решения может быть совсем иным. Например: в головку спички ничего нельзя вводить или нельзя подавать хладагент в полую штангу робота и т.д. Тогда как решать, какой ход выбрать?

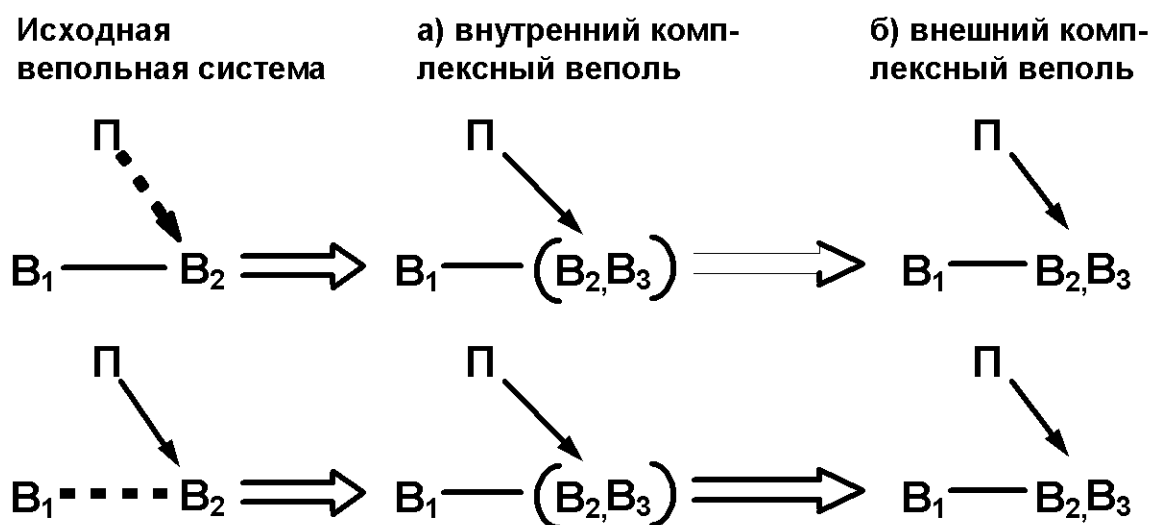
**Существует ряд правил синтеза веполей.** Одно из них мы уже разобрали:

1. Невепольные системы (один элемент) или неполные вепольные системы (два элемента) должны быть достроены до полного веполя:



Нередко в условиях задачи уже даны два вещества и поле, но они плохо взаимодействуют между собой и их нельзя заменить на другие. Веполь как бы есть (все три элемента заданы), и его как бы нет, он не "складывается". То же иногда получается и при достройке веполя. Значит нужно улучшить веполь: увеличить управляемость веществ, обеспечить требуемое действие поля, изменить в нужную сторону характер взаимодействия элементов. Есть несколько правил на преобразование веществ и полей в веполях.

2. Введение в вещество добавок (легко управляемых, с нужными свойствами) с образованием комплексного веполя. При этом добавку вводят: а) внутрь вещества (внутренний комплексный веполь) или б) снаружи (если введение внутрь запрещено условиями) - внешний комплексный веполь.



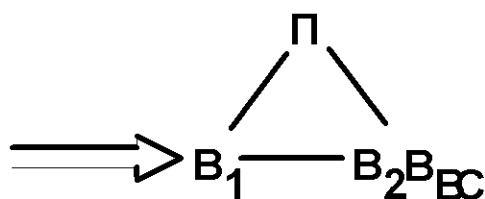
Пунктиром показано отсутствующее взаимодействие, скобками - внутренняя комплексная связь (внешняя - без скобок).

### Примеры :

а) внутренний комплексный веполь - увлажнение ткани (задача 2); вспенивание лака (задача 3); о процессе износа режущего инструмента судят по последовательному появлению разноцветных вставок, запрессованных на определенных глубинах от режущей кромки (а. с. 905 417);

б) внешний комплексный веполь - добавка ферропорошка в крупу (задача 16); для производства полых пористых металлических шариков металл наносят на полистирольные шарики, которые затем растворяют в органическом растворителе (пат. США 3 371 405); чтобы не смять при обработке тонкостенную оболочку, ее гофры заполняют легкоплавким металлом, который удаляют после обработки (а.с. 776 719).

3. Если в систему запрещено вводить посторонние вещества, то задачу решают введением имеющегося во внешней среде вещества с образованием веполь на внешней среде, т.е. в качестве  $V_3$  используют вещество, которое уже есть в окружающей систему среде (воздух, вода, грунт и т.д.); используются свойства этих веществ или способность их взаимодействия с веществом системы:



**$V_{BC}$  - вещество внешней среды**

Левая часть формулы - то же, что и в предыдущих формулах.

**Примеры:**

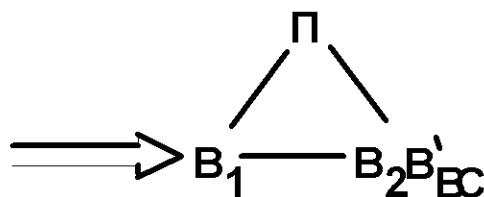
Для создания хорошего контакта с льдом ультразвуковой излучатель (при измерении глубины реки через лед) присыпают снегом и утрамбовывают его (а.с. 900 233).

Для очистки железнодорожных путей используют набегавший на тепловоз поток воздуха, направляя его под нужным углом с помощью щитков и отверстий (а.с. 1 054 483).

В частности, если нужно менять вес движущегося тела, а вес менять нельзя, то телу надо придать форму крыла и, меняя наклон крыла к направлению движения, получить дополнительную, направленную вверх или вниз силу.

"Гонки улучшают породу автомобилей" - таков девиз всех автомобильных соревнований. Но гоночные автомобили в отличие от обычных развивают огромные скорости - как обеспечить им надежное сцепление с дорогой? Все машины снабжаются плоскостями, имеющими профиль перевернутого самолетного крыла ("антикрыло"). Кроме того, отверстия отвода воздуха от радиатора, кромки и поверхности кузова расположены так, чтобы под днищем автомобиля создавалось значительное разрежение.

4. Если внешняя среда не содержит нужных веществ, то это вещество может быть получено заменой внешней среды, ее разложением или введением в нее добавки - образуется веполь на внешней среде с добавками:



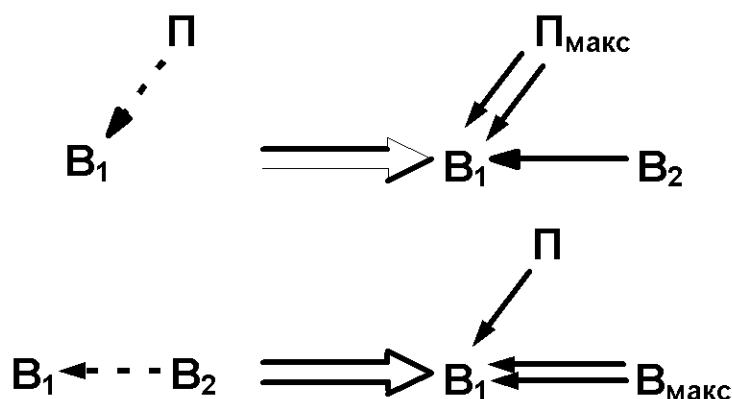
**$V'_{BC}$  - измененная внешняя среда**

### Примеры:

Для повторного использования отходов пластмассы их вначале сортируют по крупности на вибросите. Но в вибросите частицы электризуются от трения друг о друга и слипаются в большой комок. Оператор пытается разбить комки палкой и... получает высоковольтный разряд статического электричества. Поэтому предложено обдуть вибросито ионизированным воздухом, который нейтрализует возникающие заряды.

Прежде чем поставить свиней на откорм, им надо сделать прививки, чтобы в стаде не разразилась эпидемия. Можете представить себе, сколько будет хлопот и визга, если пользоваться шприцем. В Германии поступают иначе: животных загоняют на полчаса в камеру, где они дышат горячим воздухом, насыщенным аэрозольными капельками вакцины.

5. Если нужен минимальный (дозированный) режим действия, а обеспечить его по условиям задачи трудно или невозможно, то используется максимальный режим, а избыток убирают. При этом избыток поля убирают веществом, а избыток вещества - полем:



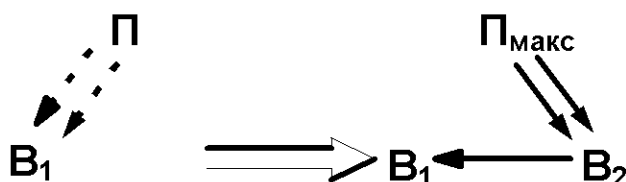
Избыточное действие показано двумя стрелками.

### Примеры:

Чтобы при пожаре стальной каркас высотного здания не перегрелся и не потерял устойчивость, полые колонны и другие элементы заполняют водой, которая циркулирует внутри каркаса, а при закипании воды пар сбрасывается в атмосферу.

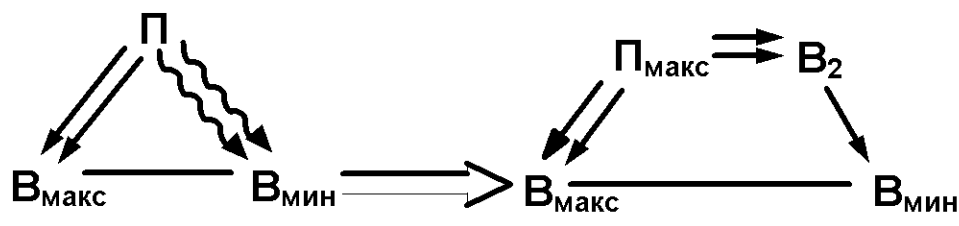
Для получения тонкого слоя краски на изделие наносят избыточное покрытие, окуная изделие в бак с краской. Затем изделие вращают и центробежные силы сбрасывают избыток краски (а.с. 242 714).

6. Если нужно обеспечить максимальный режим действия на вещество, а это недопустимо, то максимальное действие направляют на другое вещество, связанное с первым:

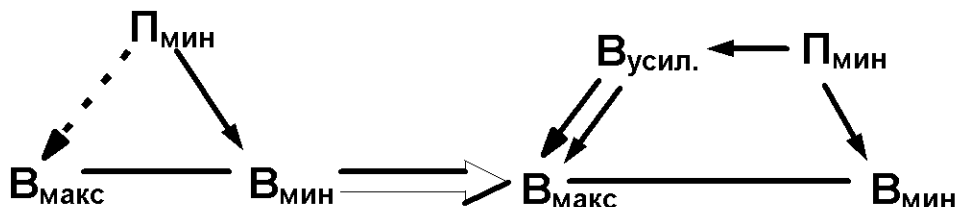


Например, при изготовлении предварительно напряженного железобетона нужно растянуть проволоку. Для этого ее нагревают, от тепла она удлиняется, и в таком виде ее закрепляют. Чем выше температура, тем больше удлинение. Однако при температуре выше  $400^{\circ}\text{C}$  она недопустимо портится. Предложено (а.с. 120909) нагревать нерасходуемый жаропрочный стержень, который от нагрева удлиняется и в таком виде соединяется с проволокой. Охлаждаясь, стержень укорачивается и растягивает проволоку, оставшуюся холодной.

7. Если нужен избирательно-максимальный режим (максимальный режим только в определенных зонах), то поле должно быть: либо максимальным, тогда в местах, где необходимо минимальное воздействие, вводят защитное вещество; например, пористая пластинка, преграждает путь пламени к возгораемым местам детали, но свободно пропускает тепло для нагрева всей детали (а.с. 1 000 033):



либо минимальным, тогда в месте, где необходимо максимальное воздействие, вводят вещество, дающее локальное поле; например, термитные составы - для дополнительного теплового воздействия (в зазор между свариваемыми деталями - а.с. 743 810), взрывные составы - для механического воздействия (способ чеканки: художник фломастером рисует задуманное на медном листе, затем наносит пульверизатором в нужных местах взрывчатое вещество, лист кладут на резиновую "наковальню" и взрывают заряд):



$V_{\text{макс}}$  - вещество зоны, где требуется максимальное действие,

$V_{\text{мин}}$  - вещество зон, где требуется минимальное действие

## **ЗЛОСЧАСТНЫЙ ДЕТАНДЕР**

Когда ребят подвели к установке по сжижению гелия, сотрудник лаборатории, выполняющий роль гида, сказал:

- А это тот самый детандер, который я обещал вам показать, - он ткнул указкой в высокий металлический цилиндр - Высота его 3 м, диаметр 25 см. Раз в квартал мы его осматриваем, снимаем крышку. Каждый раз, как назло, происходит какая-нибудь неприятность. Вы, я слышал, из кружка юных изобретателей? Ну-ка попробуйте решить задачу: однажды при осмотре в него случайно упал теннисный мячик. Как его достать простым, подручным способом? Мы сначала даже запаниковали: даже самого худого человека туда не спустишь, голова проходит, уши нет... А рука, даже с сачком для бабочек, не дотягивается до дна. Тут кто-то вспомнил, что в метро видел захваты, которым и достают упавшие на рельсы предметы. Сбегали, выпросили на полчаса, но и захват оказался коротковатым. Как быть?

Ребята помолчали немного, потом кто-то сказал:

- Надо достроить веполь.

- Что достроить? - не понял сотрудник.

- Ну, в общем, чтобы возникла и сработала система по выниманию мяча, надо добавить к имеющемуся В<sub>1</sub> (мяч) еще одно вещество и поле. Поле должно выталкивать мяч оттуда... Вернее, так: второе вещество должно создавать поле, которое и вытолкнет мяч из дека... этого, как его?

- Детандера. Ну, а более конкретно?

- Если можно, то проще всего залить воду. Или опустить на дно конец шланга и сжатым воздухом...

- Правильно! Мы его водой. Но в следующий раз - безобразие! - туда упала стальная отвертка. Попало, конечно, тому, кто заслужил. И что вы тут достраивать будете? Веполь или как там он у вас называется?

- Да, но теперь надо магнитное поле использовать! - воскликнул другой кружковец, - отвертка плюс магнит на веревочке.

- Хорошо. Будем считать, что и эту задачу вы решили. Так вот, при очередном осмотре, несмотря на принятые предосторожности, туда снова уронили... на этот раз медное "безыскровое" зубило. Это уже посерьезнее: не всплывает, не примагничивается. Как быть?

- Все равно веполь надо достраивать. Только в качестве второго вещества надо взять...

Как вы думаете, что?

## **ДОГАДКА ПО ФОРМУЛАМ**

Исследователей технического творчества всегда смущало бесконечное многообразие изобретательских задач. Ну какие могут быть общие методы, если задачи неповторимы? Попытались классифицировать задачи по отраслевым и функциональным признакам - это только увеличивало путаницу: вдруг обнаруживалось, что какая-то сельскохозяйственная задача похожа на авиационную, а две, казалось бы абсолютно одинаковые, задачи на подъем грузов решаются совершенно по-разному...

Вепольный анализ дал свои принципы классификации задач: сколько элементов (веществ, полей) в модели задачи, какие это элементы ( В или П ); можно ли вводить добавочные элементы?

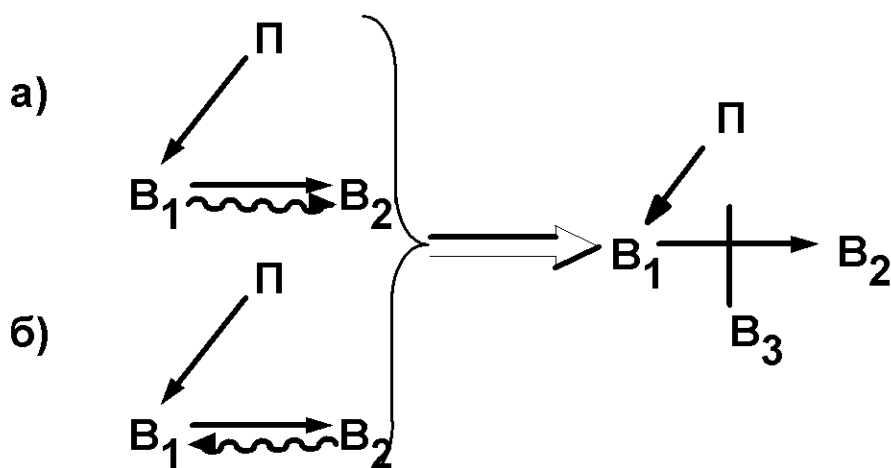
Еще один класс весьма распространенных изобретательских задач - на **разрушение вредного веполя**.

**Задача 20.** Вокруг медеплавильного завода, работающего по традиционной, веками отработанной технологии, обычно образуется мертвая зона: из-за выбросов сернистого газа высыхают леса, умирают озера. Газ образуется при окислении серы, которая выделяется при  $500 - 600^{\circ}\text{C}$  из руды в процессе ее предварительного нагрева (перед загрузкой в печь). Изобретенный в СССР новый способ - плавка в жидкой ванне (А.Ванюков, 1949 г.) - исключает загрязнение атмосферы и одновременно обращает вред в пользу: ведь окисление серы - это экзотермическая реакция, при которой выделяется столько тепла, что расплаву становится ненужным внешний нагрев, пока в него бросают руду. Процесс плавки получается непрерывным. Температура плавления руды  $1200^{\circ}\text{C}$ , а в ванне ее поддерживают немного выше  $-1300^{\circ}\text{C}$ . Но стенки герметичной ванны сделаны из меди, температура плавления которой, как известно,  $1083^{\circ}\text{C}$ . Как защитить стенки от теплового разрушения и от истирания твердыми кусками руды? Старый способ защиты - облицовка стен огнеупорным материалом метровой толщины - не годился, потребовались бы частые остановки для ремонта. Как быть?

Сразу видно, что в задаче есть хорошо работающий веполь:  $\text{П}_{\text{тепл.}}$  нагревает  $\text{В}_1$  (руду),  $\text{В}_2$  (стенка ванны) держит расплав. Одно плохо: расплав вредно действует на стенку. Если бы удалось эту вредную связь (ненужное взаимодействие) устранить или нейтрализовать, все было бы прекрасно.

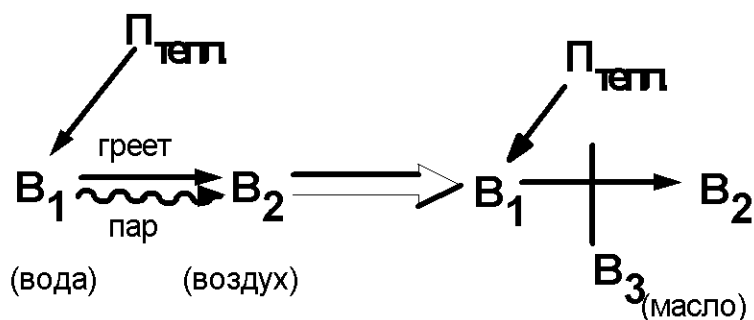
Разрушение веполей также подчиняется определенным правилам. Их всего четыре:

1. Если между двумя веществами в веполе возникают сопряженные - полезное и вредное - действия, причем непосредственное соприкосновение веществ сохранять не обязательно, то задачу решают введением между двумя веществами третьего вещества, "дарового" или достаточно дешевого:

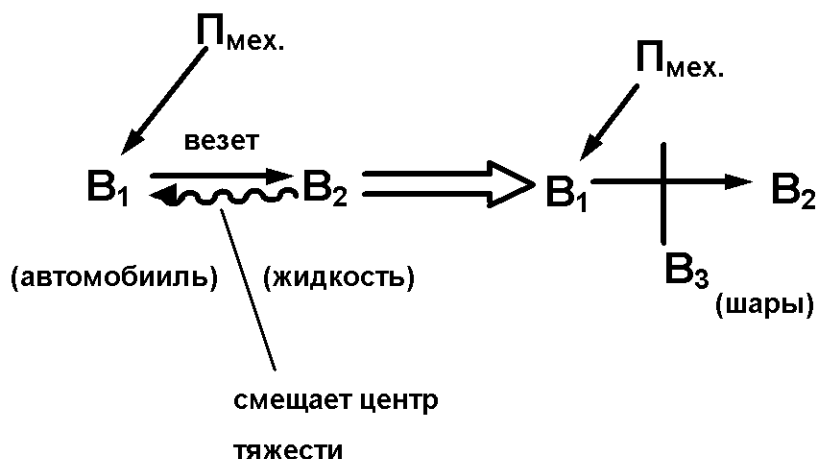


### Примеры:

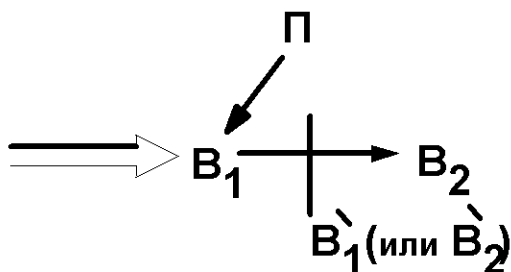
а) зимой 1919 г., спасаясь от холода, студенты Московского авиатехникума соорудили прямо в аудитории, где слушали лекции Н.Е.Жуковского, печку. Но в суровые морозы печка не могла прогреть все помещение. Поэтому на нее поставили бак с водой - своего рода тепловой аккумулятор. Работать-то он работал, но только нещадно парил, мешал заниматься. Сырость оказалась хуже холода. Тогда Н.Е.Жуковский посоветовал налить поверх воды машинного масла. Простейшая хитрость удалась - вода не испарялась, долго сохраняла тепло:



б) в новом способе перевозки жидкостей в автоцистернах (без риска перевернуться на вираже) используют легкие шары (поплавки, мячи) - поверхность жидкости под ними остается неподвижной даже при скорости 60 км/ч (а.с. 833 462):



2. Если невозможно применить первое правило (когда использование посторонних веществ запрещено или нецелесообразно), то задачу решают введением между двумя веществами третьего вещества, являющегося видоизменением первого или второго.



Штрихом отмечено видоизмененное вещество.

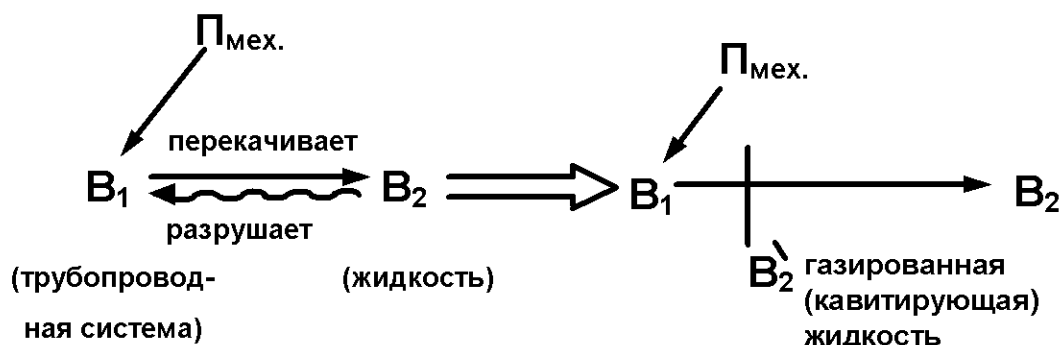
Смысл этого эффективного способа разрушения веполя в том, что он позволяет устранить сильное противоречие: третье вещество надо вводить, чтобы нейтра-

лизовать вредную связь, и нельзя вводить, чтобы в системе не было посторонних веществ.

### Примеры:

При перекачке жидкости в трубопроводных системах (например, криогенных) иногда возникают аварийные ситуации: из-за внезапной остановки жидкости (например, при быстром перекрывании трубопровода) в трубопроводе резко повышается давление - гидравлический удар (волна повышенного давления), с высокой скоростью распространяясь по трубопроводу, сметает все на своем пути. Не помогают ни предохранительные клапаны, ни защитные устройства. Замечено, например, что газированная жидкость полностью поглощает энергию удара. Но гасить гидравлический удар нужно мгновенно, насытить жидкость газом не успеешь, а заранее вводить газ нельзя. Как быть?

По а.с. 1 078 178 предложено использовать известный физический эффект - кавитацию, при которой из жидкости выделяется растворенный газ (а он есть абсолютно во всех жидкостях, но находится в истинно растворенном состоянии); кавитацию возбуждают с помощью ультразвука (процесс похож на момент закипания воды); третье вещество (газированную жидкость) не вводят, оно мгновенно получается из самой жидкости, а при выключении ультразвука оно также мгновенно исчезает (газ снова переходит в раствор). Запишем формулу решения:



Точно такая же формула решения и у задачи "Нужна "мягкая вода". (с.28); здесь гравитационное поле ( $P_{\text{ГРВИТ.}}$ ) действует на спортсмена ( $B_1$ ), который выполняет упражнения (в этом смысле он "обрабатывает" воду), но при неудачном прыжке вода ( $B_2$ ) плохо действует на него - спортсмен может удариться о воду спиной или животом. Третье вещество получают, насыщая воду пузырьками воздуха: тренер нажимает педаль и сжатый воздух из баллона выходит через перфорированные трубы (на дне бассейна) навстречу падающему спортсмену (а.с. 1 127 604, 1 229 293).

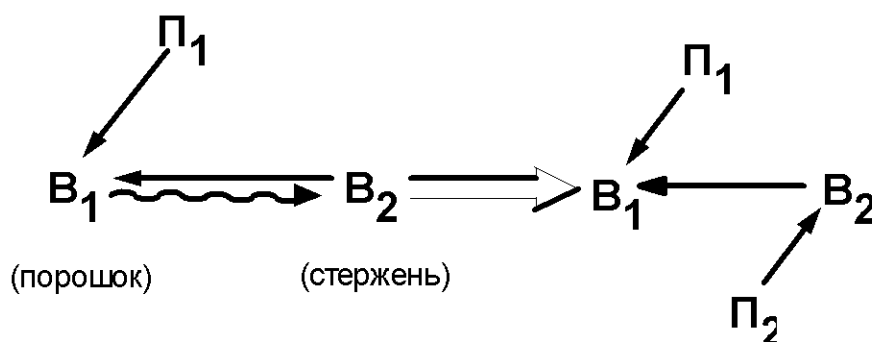
Формула решения задачи 20 отличается от этой только обратным направлением стрелок между веществами: тепловое поле ( $P_{\text{ТЕПЛ.}}$ ) расплавляет руду ( $B_1$ ), стенки ( $B_2$ ) держат расплав, но расплав плохо действует на стенки. Третье вещество создают из расплава, охлаждая стенки водой, "намороженный" твердый слой (гарни-саж) защищает стенки и сам обновляется по мере истирания.

**Задача 21.** Как извлечь кубик льда из формы? Из пластмассовых форм (в бытовых холодильниках) извлечь его сравнительно просто, но у них низкая теплопроводность и прочность. А для извлечения льда из металлических форм в промышленных холодильниках используют рычажные механизмы или ждут, пока лед подтает. Все это трудоемко и малоэффективно. Как быть?

3. Если в отличие от правил 1,2, непосредственное соприкосновение веществ должно быть сохранено, то вводят второе поле, нейтрализующее вредное действие (или превращающее его во второе полезное действие).

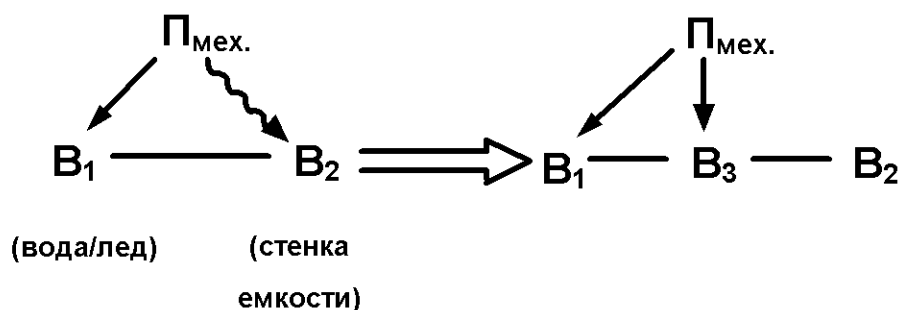
#### Пример:

При изготовлении втулок из стального порошка через него пропускают электрический разряд, частицы свариваются, но возникающее при разряде сильное магнитное поле вдавливает частицы в центральный стержень, который потом трудно извлечь из втулки. Поэтому через проводник внутри стержня в момент разряда пропускают импульс тока противоположного направления:



4. Если в веполе необходимо устранить вредное действие поля на вещество, то вводят третье вещество, оттягивающее на себя вредное действие поля.

Например, для защиты емкостей с водой от разрыва при замораживании в них вводят эластичные вставки (камеры), заполненные воздухом, - резиновый или пластмассовый шланг, мяч и т.п. (а.с. 641 967, 668 634):



Здесь третье вещество (эластичная вставка) принимает на себя давление расширяющейся при замерзании воды; вставка сжимается, деформируется, зато емкость остается целой.

Используя правила 3 и 4, решите задачу 21 самостоятельно.

### КСТАТИ, О СЛОВАХ...

*Вещество в вепанализе понимается более широко, чем это обычно принято: не только вещество как вид материи, но и технические системы (или их части), внешняя среда и даже живые организмы. Все дело в том, что вепанализ, схематизируя процесс решения задачи, заставляет отбросить (забыть на время) все лишние свойства объектов и выделить только те свойства, которые вызывают конфликт. Замена же названия объекта нейтральным словом "вещество" сразу снимает пресс инерции предыдущего знания об объекте, противоречие выступает рельефнее, незамутненное. Любой объект - это система (в том числе "обычное" вещество - если заглянуть в его микроструктуру), поэтому оперируя веществами в вепольных формулах, мы, по сути дела, проводим действия над системами.*

*Понятие "поле" в вепанализе также отличается от принятого в физике. Физических полей (взаимодействий) всего четыре: гравитационное, электромагнитное, сильное (ядерное) и слабое (элементарных частиц). Проявлением действия этих полей объясняют все процессы в природе. Однако для техники такого деления недостаточно: технические системы чрезвычайно "чувствительны" к количественным и качественным характеристикам полей. Поэтому в вепанализе используют более детальную их классификацию: механическое (давление, удар, импульс), звуковое (ультра-, инфра-), тепловое, электрическое (электростатическое, электрический ток), магнитное, электромагнитное, оптическое (УФ, ИК, видимые лучи), ионизирующее излучение, радиоактивное излучение, химическое (окислительные, восстановительные, кислые и щелочные среды), запаховое и т.д.*

### ЦЕПНАЯ РЕАКЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Однажды к Ч.Дарвину обратились за помощью фермеры: катастрофически упали урожаи красного клевера. Ученый порекомендовал им завести побольше кошек. Причем здесь кошки? Да притом, объяснил Дарвин, что красный клевер опыляется только шмелями, а шмелиные гнезда разоряют мыши, которых развелось множество. А кошек в округе мало потому, что резко сократилось число старых дев и засидевшихся невест по причине возвращения солдат с войны... В природе все взаимосвязано со всем, и любое вмешательство в жизнь природных систем предполагает прежде всего знание закономерностей их развития.

Технические системы, как и любые другие, имеют множество связей, внутренних и внешних, - с подсистемами (из которых состоит данная ТС), с надсистемой (подчиненным элементом которой она является), а также с внешней средой. Всякую ТС можно представить в виде суммы веполей: от самой простой (молоток, гвоздь, механическое поле руки человека - один веполь) до самой сложной (тысячи веполей - автомобиль, космодром, АЭС и т.д.). Поэтому вмешательство в "жизнь" технических "организмов" также требует знания законов их развития.

Одна из таких закономерностей - **увеличение степени вепольности технических систем (развертывание веполей)**. Как возникают ТС? Появившаяся потребность обеспечивается вначале простым веполем: изделие, обрабатываемое орудием труда (инструментом), и сила человека. Но при функционировании первого веполя постепенно выявляются его недостатки и возникают новые потребности - в увеличении полезной функции, в устранении участия человека, в присоединении к ТС новых полезных функций, в устранении вредных (побочных) функций и т.д. Все эти потребности воплощаются в дополнительные подсистемы ТС, у которых, в свою очередь, появляются недостатки, и т.д. Так возникли все современные сложные ТС, ведущие свою родословную от камня, палки, колеса. Разумеется, сложность не может увеличиваться бесконечно, на определенном этапе развития ТС наталкивается на ограничения (физические, экономические, экологические) и наступает период свертывания ТС в "умное" вещество... Но об этом - позднее. А сейчас - о главной тенденции первого этапа развития - **развертывании простых веполей в сложные**.

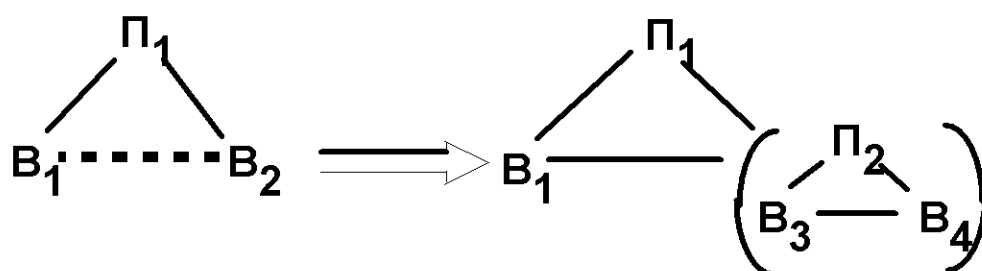
**Задача 22.** Отверстия в шпалах железнодорожных путей со временем разбиваются болтами, болты шатаются и не могут надежно удерживать рельсы. Движение становится опасным, его останавливают, пока не заменят шпалы. Вытащенные шпалы восстанавливают: растачивают отверстие, вбивают в него пробку из твердой породы дерева (дуб, бук) и высверливают новое отверстие под болт. На замену и ремонт шпал тратятся огромные средства - треть всех расходов на ремонт железных дорог плюс убытки от нарушения графиков движения поездов. Это проблема на железных дорогах всего мира. Одна австрийская фирма предложила способ ремонта без замены шпал (запатентовано в 28 странах): отверстия растачивают на месте, очищают их вращающимися щетками, моют ацетоном, сажают в них на эпоксидную смолу деревянные пробки, ждут, пока клей схватится, и высверливают отверстия под болт - полчаса на одну шпалу. Но полчаса - это задержка нескольких поездов, убытки все же немалые. Как улучшить способ, чтобы обеспечить ремонт шпал за время минимального интервала между поездами (допустим 5 мин)? Тут уж не до клея, ведь вставленная пробка должна быть через минуту просверлена, а к концу операции должна надежно воспринимать вместе с болтом нагрузку в несколько тонн. Как быть?

Самое простое усложнение веполя - это его удвоение.

1. Если нужно повысить эффективность вепольной системы, задачу решают превращением одной из частей веполя в независимо управляемый веполь с образованием цепного веполя.

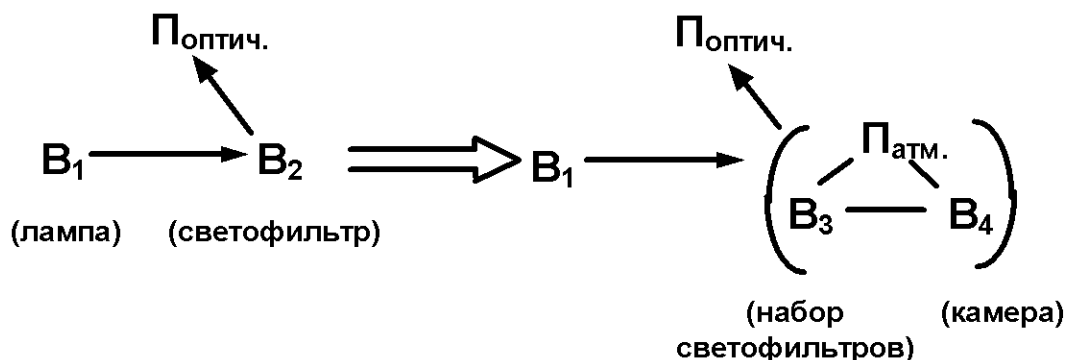
Существует три возможности образования цепного веполя.

а) Развертывание вещества в веполе:

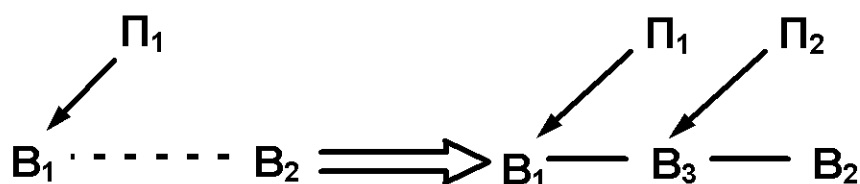


$B_3$  или  $B_4$ , в свою очередь, может быть развернуто в веполь.

Например, изобретен декоративный светильник, который с изменением атмосферного давления меняет цвет, в обычном светильнике светофильтр один и он закреплен неподвижно, а в новом светофильтры закреплены на гофрированной вакуумной камере, которая меняет свой объем в зависимости от атмосферного давления и передвигает разноцветные светофильтры (а.с. 779 726):



б) Развертывание связей в веполе:



В этом случае в связь  $B_1 - B_2$  встраивается звено  $P_2 - B_3$ .

Например, в патенте Великобритании 824 047 предложено устройство для передачи вращения с одного вала к другому: валы вставлены с двух сторон в цилиндрическую муфту, в зазоре между ними - магнитная жидкость, твердеющая в магнитном поле, муфта - это электромагнит. Если электромагнит не включен, валы ( $B_1, B_2$ ) свободно вращаются (от  $P_1$ ) относительно друг друга. При включении электромагнита ( $P_2$ ) жидкость ( $B_3$ ) становится твердой и жестко связывает валы, т.е. позволяет передавать вращающий момент.

в) Изменение положения центра тяжести: часто эффективность движущейся системы может быть повышена за счет управляемого изменения ее центра тяжести.

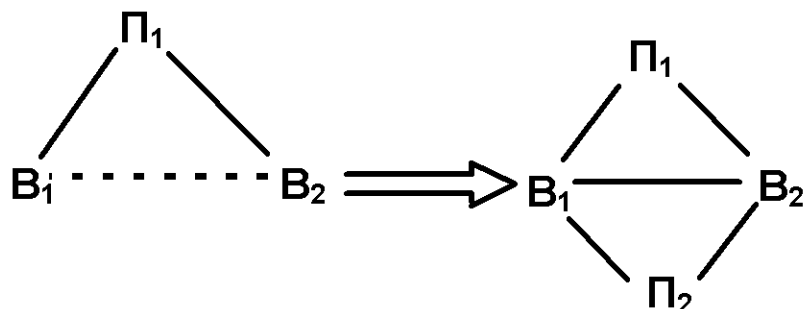
**Примеры:**

Трактор для работы на крутых склонах имеет подвижный центр тяжести (а.с. 508 427).

Игрушка "Ванька-встанька" с целью расширения игровых возможностей имеет внутри стержень со свободно перемещающимся по нему грузом (а.с. 645 661).

Полый молоток, в котором свободно перемещается ртуть (при замахе - в рукоятку, при ударе - в боек), хорошо устраняет противоречие: для хорошего удара молоток должен быть тяжелым, а для экономии силы рабочего - легким.

2. Если дан плохо управляемый веполю и нужно повысить его эффективность, причем замена элементов этого веполя недопустима, задача решается постройкой двойного веполя путем введения второго поля, хорошо поддающегося управлению:



### Примеры:

Для очистки сильно загрязненных ампул их заполняют раствором и встряхивают ( $\Pi_1$ ), а вокруг создают разрежение ( $\Pi_2$ ), и наполняющая их моющая жидкость закипает (а.с. 295 299).

Для повышения сцепления шины с дорогой используется не только вес автомобиля ( $\Pi_1$ ), но и специальный узор протектора, из углублений которого вытесняется воздух, и с помощью создаваемого вакуума ( $\Pi_2$ ) шина как бы прилипает к дороге.

Задача 22 решается построением цепного веполя: используется свойство древесины разбухать от воды. Пробки изготавливают заранее, конические заготовки обжимают до цилиндра и высушивают. В шпалу пробка вставляется основанием бывшего конуса вниз, заливается водой, пробка разбухает и заклинивается в шпале с силой в несколько тонн (а.с. 765 529). Запишите вепольную формулу этого решения.

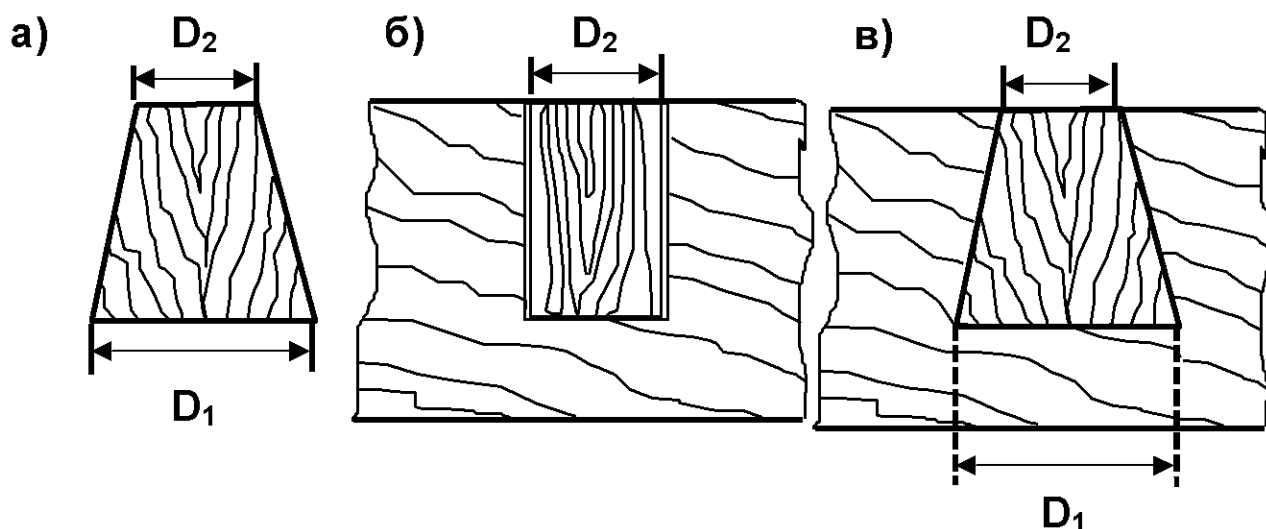


Рис. 9. Так можно ремонтировать шпалу, не вытаскивая ее из-под рельсов: а) коническая заготовка из древесины, б) заготовка, превращенная в цилиндр, установлена в отверстие шпалы с зазором 1-2 мм, в) увлажненная пробка "вспомнила" первоначальную форму. Шпала отремонтирована, пробку не выдернуть.

## ЗАКАЗ ИЗ АГРОПРОМА

- Вот срочный заказ пришел из Агропрома, - сказал завлаб практикантам на утренней пятиминутке. - При опрыскивании растений с самолета ветер относит химикаты туда, где они совсем не нужны и даже вредны. А тут защита природы, огромные штрафы, то, се... Решать задачу вам, мои лучшие кадры готовят к сдаче установку по получению вот этих пластмассовых шариков (он нежно коснулся горки шариков, похожих на мыльные пузыри). Итак, какие будут соображения, мои юные изобретатели?

- А подождать безветренную погоду разве нельзя? - спросил один практикант.

- Какое там подождать! Дают три дня. Тысячи гектаров. Авиаотряд мотается над полями все светлое время суток, - завлаб устало потер лоб. - И вообще, ждать у моря погоды не наш метод. Через месяц, нам отчитываться перед заказчиком. Нужна новая идея.

- А что, если капли зарядить электричеством, а на землю подать противоположный знак?.. - начал фантазировать самый младший. - Или поставить мощный вентилятор на самолет, он будет сдувать капли к земле, как винт вертолета!

- Нет, это все не то, - завлаб нахмурился. - Чему вас только в школе учили?.. Ясно же, что капли должны быть тяжелые, крупные, тогда их не сдует ветер. Но вот как их сделать маленькими над землей, чтобы лучше распылялись?

- В школе нас учили, например, вепанализу, - сказала практикантка, - заморозим капли - вот вам и решение! Пока они летят к земле, они растают от трения о воздух!

- Не пойдет. Превращать самолет в холодильник нам не позволят. Засмеют. И ваш, этот анализ, не поможет.

- Я поторопилась. Надо подумать, - она нарисовала что-то на листке. - Есть  $V_1$  - крупные капли,  $V_2$  - воздух,  $\Pi$  - тепло от трения капель о воздух. Запретов на введение веществ нет? Хорошо, тогда возьмем...

А как бы вы решили эту задачу?

## МЕСТО ПОЕДИНКА - ФЕПОЛЬ

Веполи принято называть по действующему в них полю, например: **теполь** (тепловое поле), **феполь** (ферровещество и магнитное поле), **эполь** (электрическое поле). Эти три вида веполей очень распространены в современной технике и будут сохранять первенство еще длительное время, так как тепловые процессы наиболее часто встречаются в природе и технике, магнитное поле действует на расстоянии и легко управляет магнитными материалами, а электрическое поле является универсальным видом энергии и в наибольшей степени поддается управлению. Но вот веполь с механическим полем не имеет названия, хотя он распространен, пожалуй, не меньше, чем эти три, вместе взятые. Дело здесь не в распространенности, а в перспективности их применения для решения изобретательских задач.

Механические системы постепенно уходят в прошлое, механическое действие все чаще вытесняется физическим - технические системы становятся легче, изящнее,

эффективнее. Будущее за физическими, химическими и далее - биологическими "машинами". В этом техника, с помощью общества, повторяет в ускоренном темпе естественную эволюцию материи.

Остановимся подробнее на **феполях**. Магнитное поле хорошо всем знакомо, и понимание хода решения задач при его использовании обычно не вызывает затруднений. Поэтому всегда надо помнить об очень простом, но полезном правиле: если в той части ТС, где возникает конфликт, есть вещество, обладающее магнитными свойствами, то их обязательно надо задействовать на выполнение полезной функции.

И конечно же, следующий шаг: если таких веществ нет и нет запрета на их введение, то их надо ввести. Иначе говоря, поединок с изобретательской задачей проще всего вести на хорошо знакомой "территории," такой, как феполь. Правила проведения подобных поединков такие же, как и уже рассмотренные правила вепанализа (феполь - частный случай веполя). Но есть и некоторые особенности.

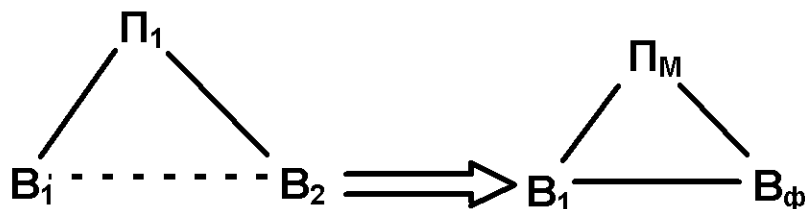
**Задача 23.** В одном из тепличных хозяйств по выращиванию цветов в Армении поставили такой опыт: на гвоздики подавали через сопла струи воздуха с разных сторон, с различной скоростью и частотой импульсов. Гвоздики росли быстрее, цветки получались крупные и красивые. Интересный способ "тренировки" цветов? А теперь вопрос: что плохо в этой системе и как ее усовершенствовать?

Если вы предложите задачу своим коллегам, не знающим ТРИЗ, то скорее всего вы услышите: "Кто же так ставит задачу? Ведь не указано, что плохо и что надо улучшить..."

С позиций ТРИЗ все просто: в системе нет хорошо управляемых элементов, система громоздка (компрессор, трубопроводы, сопла и т.д.), следовательно, надо такие элементы ввести, упростив заодно систему. Надо сделать наоборот, не гнать ветер для раскачивания цветков, а раскачивать цветки в неподвижном воздухе с помощью... магнитного поля. Наклейте на стебли цветов маленькие кусочки липкой магнитной ленты и включайте магнитное поле: постоянное, переменное, импульсное, вращающееся и т.п.

Повторим основные правила вепанализа на феполях.

1. Достройка феполя: использование магнитных свойств вещества, имеющегося в веполе, или замена его на ферровещество (пока еще в неизмельченном виде):



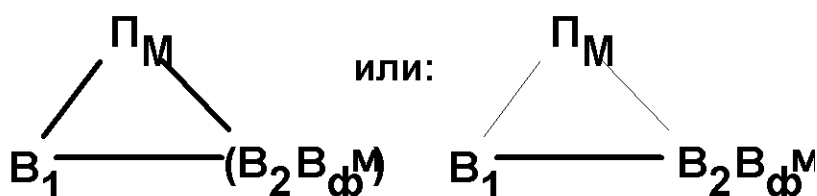
$B_{\phi}$  - ферровещество,  $P_M$  - магнитное поле.

По всей видимости, первый, кто применил это решение, был... китайский император Цинь Ши-хуанди, живший двадцать два века назад. После очередного покушения на его жизнь он приказал поставить у входа во дворец ворота, изготовленные

из огромного цельного куска магнитного железняка. Когда злоумышленник проходил через ворота со спрятанным кинжалом, клинок сам выскакивал из-под одежды. А стража, она, конечно же, тут как тут, обучена была хорошо... Вспомните этого императора, когда будете проходить через магнитную рамку в аэропорту.

Изобретений на это правило великое множество. Вот только несколько: ловушка для железа при приготовлении кормов из пищевых отходов (а.с. 682 217); способ рыхления почвы (как бы дождевыми червями) без повреждения всходов - рыхление проводят с помощью кусков стальной проволоки, заранее внесенной в почву и извлекаемой из нее магнитом (а.с. 986 309); способ заделки трещин в бетонных конструкциях, предотвращающий вытекание раствора с помощью магнитного бетонного раствора и вбитых заранее штырей, подключаемых к электромагниту (а.с. 1 074 079).

2. Комплексный феполь: введение ферропорошка или магнитной жидкости внутрь или снаружи того вещества, управляемость которого надо повысить:



$В_{\Phi}^M$  - ферровещество в измельченном состоянии. Эффективность управления феполем повышается с увеличением степени дробления феррочастиц (а значит, и их подвижности) в ряду: *гранулы - мелкие зерна - порошок - жидкость*. Магнитная жидкость - это взвесь магнитных микрочастиц в керосине, силиконе или в воде.

### Примеры:

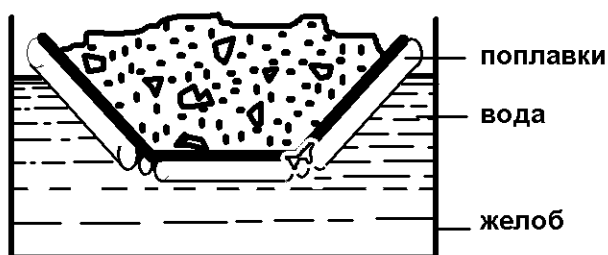
Для отделения плевел от семян зерно смешивают с ферропорошком и пропускают через барабан с электромагнитами; железные пылинки, запутавшись в ворсинках плевел, вытягивают их за собой в магнитную ловушку (а.с. 831 185).

В полимерный материал ворса валика для окраски сферических или волнистых стальных поверхностей добавлен порошок феррита бария (а.с. 766 905).

Для предотвращения кровопотерь при операциях на больших кровеносных сосудах в кровяное русло вводят магнитную жидкость и с помощью магнита останавливают кровь в нужном месте (Химия и жизнь - 1981. - N 5.- С.41); та же идея в основе способа временного перекрытия трубопровода (а.с. 708 108).

Для увеличения в два раза пропускной способности трубопровода при перекачке вязких жидкостей (например, густого мазута в танкер) внутренняя поверхность труб покрывается слоем магнитной жидкости, которая удерживается наружными магнитами (а.с. 1 124 152).

Из эластичной оболочки, наполненной магнитной жидкостью, с пропущенными внутри проводниками, предложено изготавливать опалубки для бетона любой формы (а.с. 883 524) и плотину с изменяемой геометрией (а.с. 1 068 574).



**Задача 24.** С помощью конвейеров осуществляют быстрый транспорт сыпучих материалов, иногда на многие километры. Чтобы значительно облегчить конструкцию конвейера, предложено вместо массивной стальной рамы с роликами, по которой катится лента с грузом, снабдить ленту поплавками и помес-

тить ее в желоб с водой. Но вода не вытечет из желоба только при строго горизонтальном его положении. Улучшите систему.

3. Феполь на внешней среде: ферровещество вводят во внешнюю среду и меняют ее параметры так, чтобы управлять находящейся в ней системой.

Например, чтобы быстро остановить колеблющийся немагнитный элемент, его помещают в магнитную жидкость и управляют ее кажущейся плотностью<sup>1</sup> с помощью магнитного поля (а.с. 469 059).

С помощью изменения кажущейся плотности жидкости можно очень точно разделять предметы по удельному весу и регулировать их плавучесть в широких пределах (скажем, тяжелый - всплывает, легкий - тонет).

4. Разрушение феполя: используют физэффекты, "отключающие" или магнитные свойства вещества (размагничивание при ударе, нагрев выше точки Кюри), или само магнитное поле (экранирование, замыкание магнитных линий шунтом - перемычкой между полюсами).

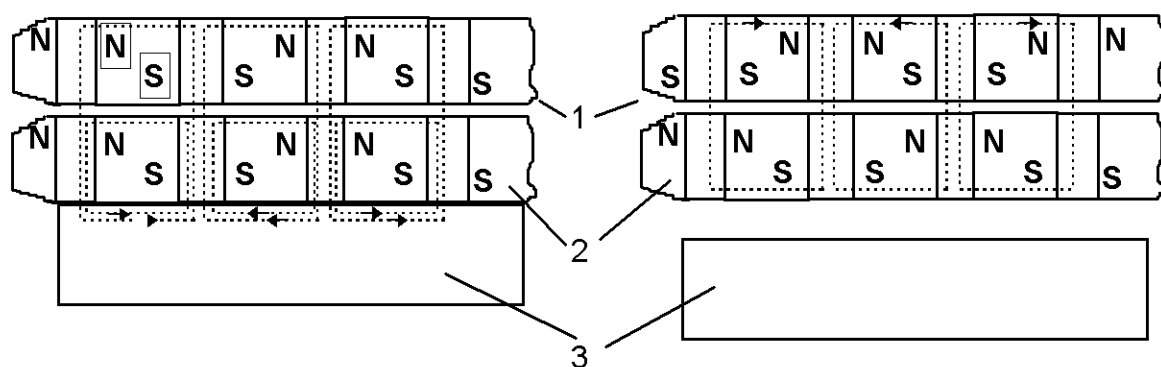
*Как зачистить до металлического блеска внутреннюю поверхность стальной трубы диаметром 100 мм и длиной 50 м?*

Если бы это была не стальная труба, то достаточно было бы поместить в нее абразивный ферропорошок и прогнать его по трубе вращающимся магнитным полем. А стальная труба сама является ферромагнетиком и экранирует действие поля на порошок - образуется вредная связь в феполе.

Для ее разрушения перед электромагнитом устанавливают кольцевой индуктор, который нагревает трубу выше точки Кюри стали, но ниже точки Кюри порошка (а.с. 312 746, 955 911).

С помощью постоянных магнитов можно поднимать большие грузы (притягивающая сила современных магнитов в 1000 раз больше их веса), и, в отличие от электромагнитов, им не нужен электрический ток, но как потом "оторвать" от них деталь? В а.с. 304 811 предложено оригинальное решение: многосекционный магнит разрезан по высоте на две части, верхняя часть может смещаться относительно нижней, если обе части точно совместить, то их общее магнитное поле замыкается на деталь и прочно удерживает ее, а если верхнюю часть немного сдвинуть, то магнитное поле замкнется внутри самих магнитов и "отпустит" деталь.

<sup>1</sup>При изменении напряженности магнитного поля жидкость становится то "тверже", то "мягче", но ее истинная плотность не меняется.



**Рис. 11. Принцип действия грузозахватного приспособления: 1 - подвижный магнитный блок; 2 - неподвижный магнитный блок; 3 - деталь.**

А теперь задача, которую вы должны решить в одно действие с математической точностью.

**Задача 25.** Съёмки необычных сцен для фантастических фильмов по а.с. 305 445 предложено проводить в... блюде, смешивая в нем самые разнообразные жидкости (глицерин, чернила, йод, спирт, клей и т.д.), а затем отбирать более или менее подходящие для сюжета кадры. Сделайте следующее изобретение. Дополнительное задание: составьте учебный плакат по этой задаче (см. пример на с. 206-207).

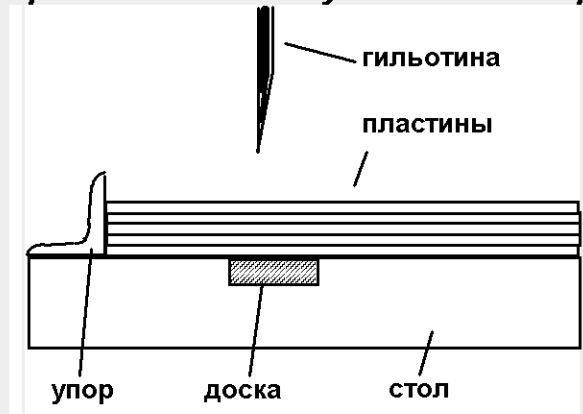
## ИЩЕМ ЗАДАЧИ

В цехе ребят встретил мастер.

- Топайте живее. Пока обед, успеем посмотреть машину, - объяснил он, ведя их в самое начало технологической линии. - Вот он - резательный станок. Сюда, на стол, подается манипулятором пачка листов пластика. Как только он подвинет до упора всю пачку, срабатывает концевой выключатель и гильотина - вот этот острый нож - отсекает... Никаких опилок, стружек и отходов. Вот и все. Пошли...

- А это что за доски, их тоже режут на станке? - спросил Славян, показывая на аккуратную стопку досок у стойки манипулятора. - И вот щепки какие-то валяются...

Тимур дернул его за рукав: "Чего ты про щепки, нам на классном часе про автоматическую линию надо рассказывать!".



- Это не от пластика... Тут, понимаешь, одна сложная проблема выявилась. Год станок работает, год не можем ничего придумать. Сам Главный занимался... В общем, не для вас это ребята - хоть вы и смысленный народ, но в школе этому не учат.

- А вы расскажите нам, пожалуйста. Мы ищем задачи для кружка "Юный изобретатель". Даниил - запиши, Тимур пусть рисунок делает.

- Дело вот в чем. Стол, видите стальной? Ну, а по стали гильотина ударит, что будет? Правильно, затупится, а то и сломается. Поэтому в столе сделана выемка для доски, в нее и бьет нож. Глубину удара ставим на 1-2 мм ниже стопы. Все хорошо, да только доски быстро портятся, как говорится - лес рубят, щепки летят... Всякую древесину пробовали, лучше дуба и бука ничего нет. Но обходится нам это в копейчку - больше одной смены доска не выдерживает.

- А если резину или ту же пластмассу подкладывать? - спросил Даниил.

- Нет, ребята, тут уже чего только ни пробовали, все плохо: если твердое - ножи летят, если мягкое - стопа под ударом прогибается, неровный рез, трещины. Заколдованный круг, честное слово. Так что...

- Нет, это не круг. Это же противоречие, что-то вместо доски должно быть твердое, а в момент касания ножа должно мгновенно становиться мягким.

- Ладно, ребята, пошли. Мне сказки ваши некогда слушать. Твердое-мягкое, ну вы даете...

Прав ли мастер, что задачу невозможно решить? Как бы вы решили эту задачу?

## ЗАДАЧИ ДЛЯ ТРЕНИРОВКИ

Это учебные задачи. В их условиях содержаться все сведения, необходимые для того, чтобы приступить к их решению. Каких-либо специальных поисков знаний о задаче тут не требуется (хотя, вообще говоря, любую задачу можно превратить в исследовательскую тему и собрать массу дополнительных сведений). Кроме того, поскольку задачи учебные, достаточно лишь в общем виде найти идею решения.

Часть задач, которые вам предстоит решать, уже были в свое время решены. Однако изобретательские задачи (в отличие от математических) могут иметь несколько разных решений. Поэтому решайте их в полную силу, не исключено, что вы придете к совершенно новым идеям.

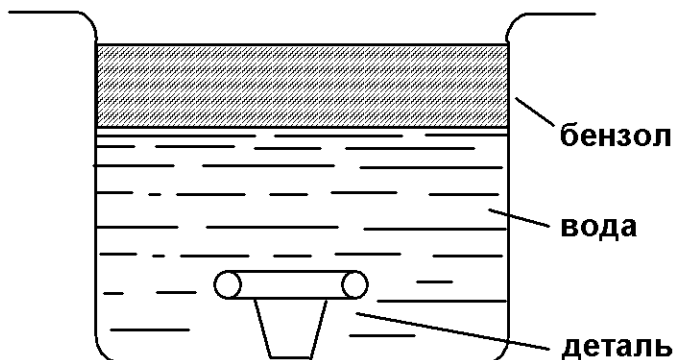
И еще одно соображение. Дело не в том, чтобы отгадать (по знакомому МПиО) ответ. Так вы лишь бесполезно затратите время. Даже если удастся правильно угадать ответ, ваше творческое мастерство от этого не повысится. Задачи надо решать с использованием уже известных вам элементов теории. Это нужно для тренировки изобретательских навыков.

Конечно, не так просто отказаться от метода "а если сделать так?.." Он настолько привычен, что невольно хочется перебрать несколько решений, которые "напрашиваются сами собой". Но эти решения напрашивались и до вас; можно с уверенностью сказать, что они не пригодны. Задача потому и стала изобретательской, что ее нельзя решить "напрашивающимися" способами..

Задачи разной степени сложности. Не огорчайтесь, если какие-то задачи вы не решите. Основной смысл тренировки: **чем больше вы себя нагружаете, тем сильнее становитесь.**

### Задача 26.

После горячей окраски металлическая деталь обдувается холодным воздухом и отправляется на следующий этап сборки. Периодически одну из деталей проверяют на коррозионную стойкость, для этого ее опускают в воду (если деталь плохо покрашена, то появятся пятна ржавчины). Требуется полностью погрузить в воду металлическую деталь, окрашенную растворимой в бензоле краской. При этом краска не должна пострадать, а в бензол и воду не должно попасть никаких посторонних примесей. Как быть?

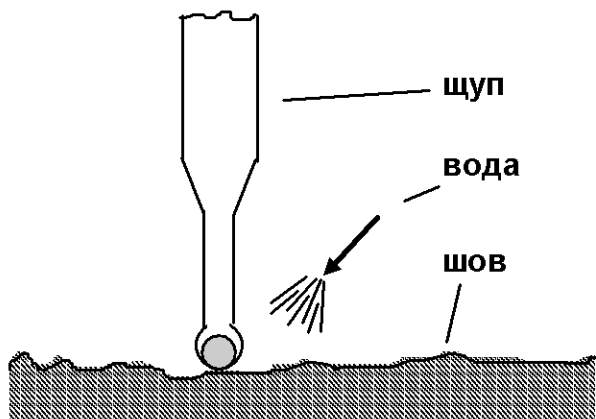


**Задача 27.** Сохранение вкусовых качеств выловленной в океане рыбы на протяжении всей длительной транспортировки до берега серьезная проблема: при замораживании в ней происходят необратимые биохимические изменения и тратится огромная энергия на поддержание холода, при перевозке живой рыбы в трюмах-бассейнах вкусовые качества также снижаются из-за малой подвижности рыбы в тесноте трюма. Второй способ все же наиболее экономичен, но как заставить рыбу не "засыпать"? Все, что ни пробовали, - мешалки, насосы, продувку воздухом, вибраторы, электрические разряды и другие физические воздействия - все бесполезно, рыба не двигалась. Нужна новая идея. Решение должно быть предельно простым: в

систему не надо ничего вводить(или почти ничего), при этом рыба должна сама интенсивно двигаться. Ваше предложение?

**Задача 28.** При строительстве нефте- и газопроводов нужно быстро определять качество сварных швов. Старый способ (рентгенографический) требовал сутки на звено труб длиной 36 м. А за сутки успевали сварить сотни метров. Новая компактная

высокопроизводительная ультразвуковая установка была удобна в обращении: нужно прижать к шву щуп с шариком на конце и провести по всей его длине, как шариковой ручкой по бумаге. Но безошибочные показания будут только в том случае,



если шарик ни разу не оторвется от поверхности шва, т.е. между шариком и швом не будет прослойки воздуха. Поверхность же шва очень неровная. В зарубежных установках для этого шов поливают водой - несколько литров на один шов. В наших условиях это не подходит: установка станет громоздкой из-за бака с водой, да и вода зимой замерзнет. Итак, жидкость должна быть, чтобы обеспечить хороший контакт, и ее не должно быть, чтобы не усложнять установку. Как быть?

**Задача 29.** Анекдотичный случай произошел с одним писателем (Изобретатель и рационализатор.- 1973.- N 6.- С.26): в качестве сувенира из поездки по послевоенной Германии он привез... кандалы XIII в., сделанные каким-то известным мастером; демонстрируя друзьям это произведение ремесленного искусства, он надел кандалы на руки, и... они неожиданно защелкнулись на его запястьях. Отверстие для ключа есть, а самого ключа нет. После долгих мучений, попыток распиливания крепкой стали и пр. нашелся в Москве мастер, который с помощью изготовленных им отмычек сумел открыть хитрый замок.

Случай, конечно, неординарный, но теряют ключи не только от столь необычных замков. Мы живем, к сожалению, в мире замков: сейфы, квартиры, спецпомещения... Представьте, что в бюро добрых услуг появился мастер по открыванию любых замков. Каким универсальным ключом его надо снабдить - одним на все замки? Ваше предложение?

**Задача 30.** На консервном комбинате никак не удавалось механизировать пустяковую ручную операцию - очистку стручка перца. Вдоль медленно движущегося конвейера сидят десятки, сотни женщин и все равно не успевают вовремя обработать весь поступающий с полей перец. Операция простая: работница отрезает ножом самое слабое место стручка - дно вокруг плодоножки - и вычищает внутренности. Нужна идея высокопроизводительного способа. Загрузил, скажем, мешок перца в емкость, нажал кнопку - и все внутренности вместе с донышком вылетели из стручков.

**Задача 31.** Из заводской многотиражки: "Наш комбинат выпускает ватные одеяла. Последнюю операцию - чистку одеяла от ваты - производим вручную. Попытка механизировать этот трудоемкий процесс не увенчалась успехом. На других предприятиях (нам известно) одеяла чистят также вручную. Обращаемся с просьбой к изобретателям: помогите механизировать этот процесс. Директор комбината."

Придумайте, что можно здесь предложить. Представьте себе одеяло, пушинку ваты на нем, как сделать, чтобы она сама отлетела (отскочила) от одеяла?

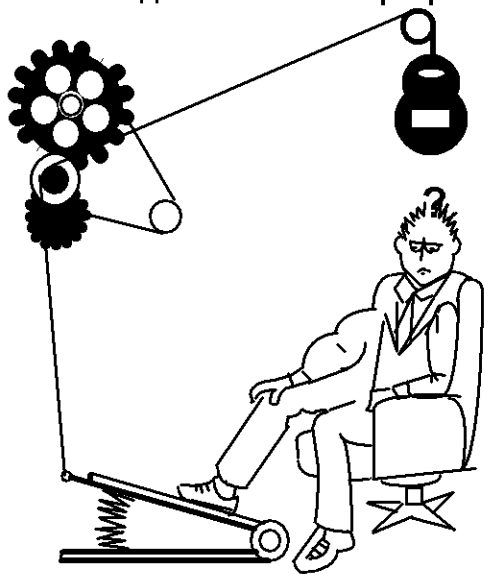
**Задача 32.** Нередко освоение новых территорий начинается, к сожалению, со взрывов под водой, они нужны для прокладки подводных участков нефтепроводов, строительства плотин, сейсморазведки и т.д. При взрывах жестоко страдают подводные обитатели - на большом расстоянии от места взрыва образуется мертвая зона. Пробовали отпугивать рыб звуком, световыми импульсами, химическими веществами - рыбы лишь опускались на дно вблизи опасной зоны и впадали в оцепенение.

Как обеспечить их защиту от взрывной волны? Накрывать тяжелым колоколом, откачивать воду, сооружать мощные экраны неэффективно и дорого. А без надежной защиты Рыбнадзор запрещает проведение работ. Как быть?

**Задача 33.** Удивительная это сфера - человеческая психика! Человек может приспособиться ко всему, даже... во вред самому себе.

Вот краткая история борьбы конструкторов за безопасность движения на железных дорогах. В современных локомотивах комфортабельно, есть "автопилот". В результате на долгих и безлюдных перегонах машинисты стали засыпать. Тогда в кабинах начали ставить зуммер-будильник. Почувствовав, что его клонит ко сну, машинист должен был включить это устройство. Так он и делал. Но, находясь уже в полусне, тут же его бессознательно отключал. Поставили автоматические будильники, подчиняющиеся только графику движения. Но очень скоро машинисты привыкли спать под сигнал будильника. Зато бодрствующего человека зуммер раздражал, снижал его работоспособность. Тогда предложили сократить перегоны, устроить промежуточные остановки, требующие определенных манипуляций машиниста. Сон для большинства машинистов отступил (хотя были и такие, кто успевал заснуть и на коротких перегонах), но резко снизилась общая скорость движения.

В некоторых странах пошли другим путем: машинист должен постоянно сосать леденец с кофеином и одновременно витамины, уменьшающие его вредное действие. (Польша); машинист должен рукой или ногой нажимать специальную педаль, при этом, если педаль не нажимается или не отпускается, автоматически включается система экстренного торможения (Германия), но оказалось, что машинист может делать эти движения "по программе" во сне.

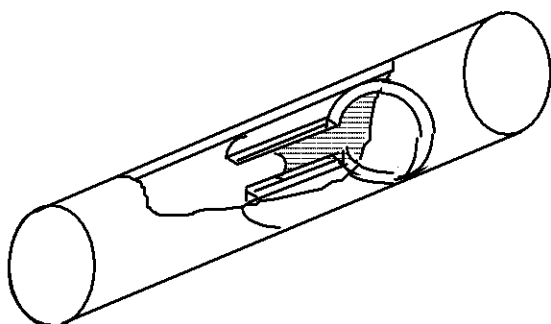


Конечно, без технической системы тут не обойтись, она должна будить машиниста или останавливать состав. А срабатывать она должна только в случае полной уверенности, что человек спит. Здесь-то и возникают трудности: какой признак сна использовать? Пробовали измерять кровяное давление - нет точности срабатывания; кроме того, носить постоянно на руке манжету или браслет, связанные с прибором, крайне неудобно. Медики говорят: "Постоянным и безусловным симптомом сна является отсутствие глотательных движений". Так появился прибор по а.с. 196 238: эластичную трубку с угольным порошком (датчик омического сопротивления) закрепляют на гортани - если человек долго не глотает, значит, спит. Но быть постоянно подключенным к проводам, да еще с петлей на шее... Также неудобны и "очки безопасности" (Гер-

мания), контролирующие частоту моргания машиниста (провода, электронный анализатор). Одна из последних разработок (а.с. 757 367) - электронное устройство Главного управления локомотивного хозяйства МПС РФ, которое непрерывно измеряет электрическое сопротивление кожи и определяет, не спит ли машинист. Опять провода, браслеты, датчики... Аналогичное решение запатентовано в Великобритании - кольцо на пальце с шипом, укол которого будит машиниста (если сопротивление кожи изменилось в "сонную" сторону).

Как же быть дальше? Может быть, можно придумать что-то проще, надежнее и эффективнее?

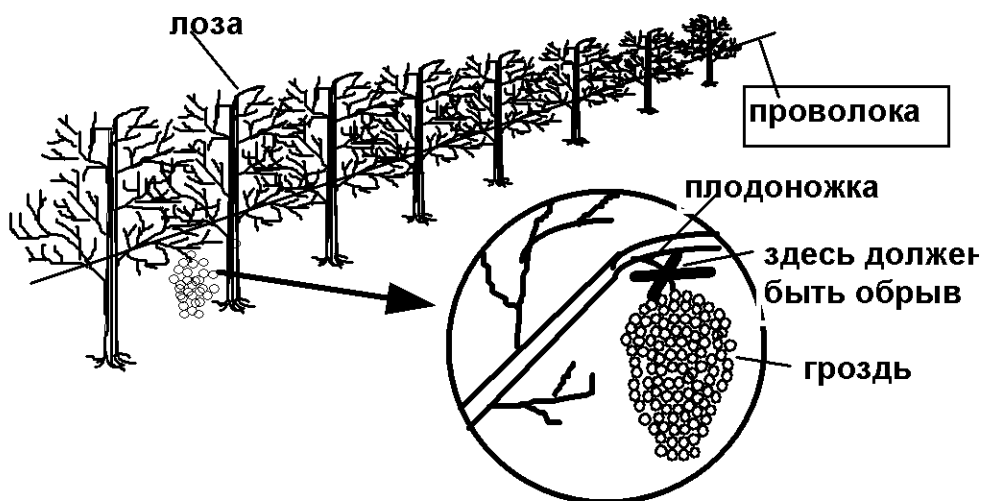
**Задача 34.** Рабочий орган хлопкоуборочных машин - шпиндель - представляет собой длинный металлический стержень с зубчиками, который вращаясь касается раскрытой хлопковой коробочки и наматывает на себя белые пушистые волокна. Затем шпиндель крутится в обратную сторону, волокна разматываются и сжатый воздух уносит их по трубам в бункер машины. Шпиндель быстро забивается пылью, растительным соком, листьями и др., приходится часто останавливаться и очищать его - на это уходит половина рабочего времени. Способ настолько плох, что вряд ли стоит его совершенствовать. Нужна новая идея. Поэтому за исходную модель лучше всего нужно взять неполный веполю: есть комочки хлопка, вот они отрываются от коробочки и сами летят... Куда и как?



**Задача 35.** В трубе установлен пористый керамический фильтр в виде кольца у стенки. Обычные фильтры (полностью перекрывающие сечение трубы) промывают обратным потоком чистой жидкости, поры очищаются от загрязнений. А как быть здесь?

**Задача 36.** Каких только способов уборки винограда не придумывали инженеры - механические ножи, вакуум-присоски, струи сжатого воздуха, вибрация. Но испытания в условиях реальных виноградников давали одни и те же результаты: механические "сборщики" работали вслепую - резали, давили и расплющивали ягоды, листья и ветки. Кроме как для уборки технических сортов винограда эти машины не годятся. Какой должен быть товарный вид у гроздей пищевого винограда, всем известно: спелые грозди, целые ягоды. Ручной сбор это обеспечивает, но уборочная страда растягивается на 30-40 дней, это недопустимо для такого скоропортящегося продукта. Нужна идея нового способа уборки: едет, допустим, машина между рядами, а грозди сами падают на полотно конвейера и попадают в кузов, в ящики.

Представьте себе виноградную плантацию. Ровные ряды подвязанных к проволоке лоз. Тяжелые спелые грозди, прикрытые листьями или свободные от них. Едет машина в междурядье, ее "рука" - рабочий орган - лишь касается наугад всех подряд гроздьев (где-то и через лист), и гроздь, мгновенно отделившись от лозы, падает или скатывается по наклонному желобу... Как сделать, чтобы только плодоножка, как по волшебству, рвалась (взрывалась, испарялась и т.п.), а все остальное не портилось?



**Задача 37.** При ремонте высоковольтных (во много тысяч вольт) установок и линий электропередач иногда возникают непредвиденные ситуации, вызывающие тя-

желые последствия. Скажем, рабочий-ремонтник при включении тока (после устранения очередной неисправности) забывает надеть резиновые перчатки или другой рабочий, не видя работающего, включает ток и т.д. Необходимо предложить эффективный способ защиты от поражения электрическим током - такой, чтобы даже при желании рабочий не смог бы прикоснуться к проводу "под током".

В одном из рассказов С.Лема герой попадает на планету, где в принципе, невозможно убийство. Оказывается, воздух насыщен ЭВМ молекулярных размеров, они проникают в организм, внедряются в кожу и т.д. Во все ЭВМ заложена программа "не убий": замахнувшись, допустим, человек с целью ударить другого человека, а ЭВМ, "сидящие" в мышцах, мгновенно срабатывают, и рука застывает в воздухе...

Нужен такой же принцип, но, естественно, без ЭВМ. Тока нет - человек свободно работает, ток появился - руки человека отбрасывает от провода какая-то сила.

Учтите, что абсолютное большинство высоковольтных установок и ЛЭП работают на переменном токе, т.е. вокруг проводника с током всегда есть переменное электромагнитное поле...

**Задача 38.** По одной из гипотез планеты Уран и Нептун покрыты... алмазным снегом. Недалеко то время, когда космонавты высадутся на эти планеты. Какими должен быть вездеход и его колеса - ведь об этот самый твердый материал быстро изотрутся колеса из любого вещества. Ваше предложение?

**Задача 39.** После многолетних исследований травм на производстве специалисты выяснили, что самым опасным инструментом в строительстве является... молоток. Оказывается, он "виноват" в 60% несчастных случаев (Социалистическая индустрия. - 1985. - 1 дек. - С.3). Выходит, что древнейшее орудие труда требует усовершенствования: выросла потребность в безопасности - возникла изобретательская задача. Когда-то для безопасной работы с иглой придумали наперсток, но не делать же металлические перчатки для работы с молотком... Пытаются, правда, решить проблему путем выработки устойчивых навыков правильного обращения с молотком, например, по а.с. 1 267 464 предложено довольно сложное электронно-механическое устройство для обучения работе молотком, но вряд ли этот путь гарантировано исключит травмы.

Как быть?

**Задачи 40.** Зимние тренировки пловцов на дальние дистанции затруднены малой длиной бассейнов, пловец вынужден бесчисленное множество раз разворачиваться у стенок - это требует постоянного внимания и отнимает время. Как обеспечить непрерывный заплыв спортсмену в коротком бассейне? Бассейн должен быть одновременно и длинным (для пловца) и коротким (какой он и есть на самом деле) - сильное противоречие, не правда ли?

**Задача 41.** При производстве труб сначала в заготовке (стальной цилиндрической болванке метровой длины) делают отверстие на прошивном стане, затем полученную гильзу раскатывают на стане горячей прокатки, режут на части и подают в стан холодной прокатки, где заготовка превращается в трубу длиной в десятки метров. Затем трубу режут на стандартные длины. При этом образуется множество обрезков, которые идут на переплавку. Обрезки получаются из-за того, что длина разрезаемой на части готовой трубы (например, 37,5 м) далеко не всегда кратна стандартной длине (например, 8 м). Но длина готовой трубы зависит от горячекатанной заготовки, а размеры этих заготовок получаются с отклонением плюс-минус во много процентов от требуемых размеров. И ничего тут не поделаешь, такова технология горячей прокатки. Вот если бы удалось резать горячекатаную заготовку на части не по длине, а по весу - тогда не было бы отходов. Но как это сделать? Даже если взвесить всю заготовку и тем самым узнать, на сколько частей ее резать, то это ничего

не дает: толщина ее стенки различна по длине, сечение то круглое, то овальное и т.д.

Конструкторы долго бились над этой задачей. Пробовали применить фотоэлементы, индуктивные датчики, приборы с гамма- и рентгеновским излучением - все это для того, чтобы быстро измерить параметры заготовки в нескольких сечениях и вычислить на ЭВМ длину очередной отрезаемой части. Точность этих методов невысока, да и сложность, капризность и дороговизна аппаратуры неприемлемы для производства.

Требуется идея простейшего метода разметки заготовки на равные по весу части. Ваше предложение?

**Задача 42.** Для подтягивания и удержания судна у причала или у борта другого судна используются швартовы - тросы (стальные, из растительных или синтетических волокон). Конец швартова бросают на причал, и его требуется закрепить на специальной чугунной или стальной тумбе. Эта, казалось бы, простая рабочая операция, сохранившаяся в неприкосновенности со времен парусного флота, оказалась в наше время одним из основных источников травматизма матросов (Военно-медицинский журнал. - 1986. - N 7. - С. 48). Тросы прижимают к тумбам руки зазевавшихся моряков, бьют их при соскальзывании или обрыве и т.д. Требуется новая идея швартовки судна при минимальном участии человека.

**Задача 43.** Высота зданий растет - 20, 30, 50, 100 этажей, а средства спасения людей при пожаре остаются почти без изменения. Самая длинная выдвижная пожарная

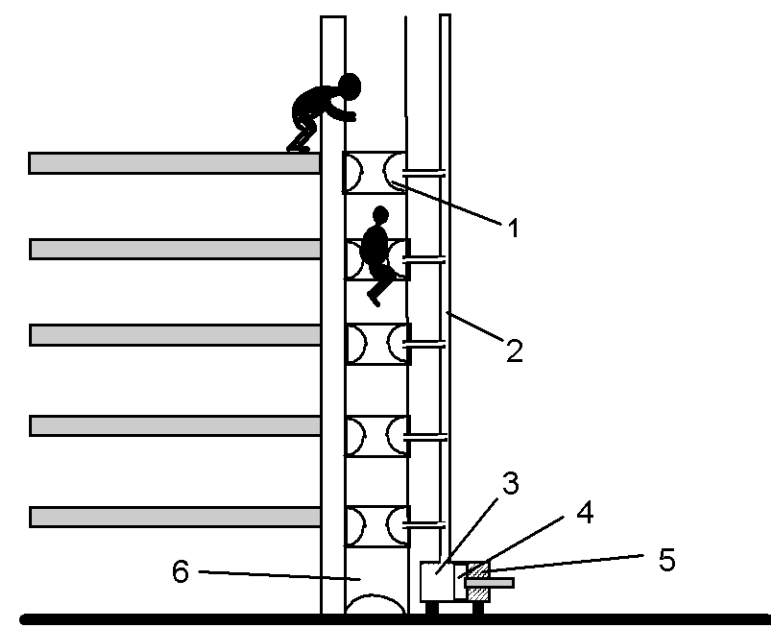


Рис.18. Гравитационный лифт Г.Вильчинского.

Эластичные камеры (1) сжимаются, а избыточное давление в них передается через трубопровод (2) в емкость (3). Поршень (4) перемещается, сжимая пружину (5). Когда человек вышел из приемной камеры (6), пружина возвращает поршень в исходное положение, в смятые камеры (1) поступает воздух и расправляет их.

лестница достает лишь до двенадцатого этажа. Спасать людей можно только через окна, так как лестничные площадки и лифтовые проемы превращаются в гигантскую дымовую трубу. Пожар может очень быстро распространиться по зданию, и небоскреб превратится в пылающую свечку. Поэтому не следует надеяться только на спасателей, на их веревки, лестницы, автоподъемники и даже на "летающие тарелки" (мини-вертолеты), которые разрабатываются в Японии. Нужно средство срочной эвакуации из высотного здания - надежное и простое в обращении. Француз Зефени изобрел спасательный рукав из эластичной

ткани, армированный стекловолокном. Когда рукав висит спокойно, его диаметр чуть меньше толщины среднего человека. Скорость падения можно регулировать, раздвигая локти и сдвигая колени. Неплохо придумано, но правильно воспользоваться

этим средством сможет не каждый. Пожилым людям или детям даже длительные тренировки не помогут. Усовершенствовал это устройство Г.Вильчинский (а.с. 1 024 098). Предлагаем вам сделать дальнейшие усовершенствования - ведь процесс развития технической системы нескончаем. Что плохо в этом устройстве? Попробуйте увеличить полезную функцию, уменьшить массу и габариты, придать новые функции устройству - пожар может так и не случиться, а устройство не должно зря простаивать. Попытайтесь улучшить техническую систему.

## ПЯТЬ УРОВНЕЙ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ.

Изобретения в зависимости от степени изменения прототипа можно разделить на пять уровней:

1. Мелчайшие. В одну из частей системы вносятся незначительные изменения.
2. Мелкие. Меняется одна из частей системы.
3. Средние. Существенно меняется вся система.
4. Крупные. Создается принципиально новая система.
5. Крупнейшие. Открыт новый принцип, применяемый в различных отраслях техники.

Мелких и мельчайших изобретений очень много - до 80-90%. Между тем темпы научно-технического прогресса определяются изобретениями 3-5-го уровней. Отсюда необходимость в новой технологии творчества.

Проблема в том, чтобы свести сложную задачу к задаче первого уровня, решаемой простым перебором нескольких вариантов.

Пример изобретения 1-го уровня.

Есть мачты речных судов, опускающиеся на шарнире (для прохода под мостом).

По а.с. 973 407 предложена мачта с дополнительным шарниром (уменьшается вылет поворотной части мачты).



А я подам заявку  
на телескопиче-  
скую складыва-  
ющуюся мачту.  
Тоже будет  
изобретение...

## **СПАСИТЕ НАС!**

Нужен простой способ сигнализации при засыпке человека снежной лавиной. Способ не должен требовать источника энергии. Допустим что-то “всплывает” над поверхностью снега, указывает местоположение потерпевшего.

Наиболее вероятным может оказаться использование электромагнитного поля, но и в этом случае желательно, чтобы “радиомаяк” работал не от батарейки, а, например, от тепла человеческого тела, от рассеянной энергии окружающей среды, на энергии тех же радиоволн, пронизывающих все уголки планеты, или радиоволн специально посылаемых в поисках потерпевших.

Проблема спасения оказавшихся под снегом взята лишь в качестве примера. Неизмеримо больше людей попадает в землетрясения, пожары, обвалы, транспортные катастрофы и пр. - люди оказываются засыпанными обломками, замурованными, затерявшимися в лесах, горах, пустынях, под водой; часто в бессознательном и беспомощном состоянии.

Как быстро обнаружить их и прийти им на помощь?

Нужна компактная не требующая ухода техническая система аварийной сигнализации - она должна включаться по желанию человека, или “почувствовав” его беспомощное состояние, или по команде спасателей.

Где носить ее? не будет ли она обременительна? Ясно, что она должна быть миниатюрна, сравнима с обычными украшениями или, даже, совместима с ними (медальоны, крестики, сережки, браслеты, искусственные зубы, очки, перстни,...). Привыкло же человечество носить часы - прибор намного менее важный, чем аварийный маяк. Ваше предложение? Неограниченная популярность нового предмета - гарантирована!

Кое-что уже делается:

- в США разработана система “Радиофор - спасатель” - это пластинка отражающая радиоволны, крепится на ботинок альпиниста; радиолуч с вертолета “ощупывает” за 1 мин - 1 га площади;
- английская фирма создала “радиопиллюли” для медицинских исследований внутренностей, их использовали даже для анализа процессов в стиральной машине (для ее усовершенствования);
- сообщается даже, что в Институте волоконно-оптических систем (Москва) создали квантовый магнито-оптический прибор, позволяющий обнаружить и определить жив или мертв человек под обломками здания или в шахте на глубине до 3-х км; единственное условие - на одежде должна быть магнитная метка;
- к сожалению собаки теряют свою чувствительность при низких температурах и при сильных посторонних запахах, поэтому разрабатываются электронные сверх-чувствительные приборы - “нюхатели”...

## 4. ШАГ ЧЕРЕЗ БАРЬЕР.

### СЛОМАТЬ КОМПРОМИСС

В примерах и задачах на правила вепанализа мы часто не останавливали внимание на содержащихся в них технических противоречиях. Почему? Дело в том, что рассмотренные вепольные формулы представляют собой готовые модели решений - это часть большого класса стандартных решений изобретательских задач. Они потому и стандартны, что характерны для часто встречающихся изобретательских задач. Эти многие тысячи изобретательских задач были проанализированы на основе закономерностей развития технических систем, а их решения представлены в виде сочетаний приемов разрешения ТП и физэффектов и сведены в единый ряд стандартных моделей решений (мы рассмотрели пока лишь небольшую часть). Составлены эти готовые модели решений так, что ТП при их применении преодолеваются автоматически. Конечно, такие "концентраты", готовые к употреблению, удобны, они позволяют, часто не задумываясь и не формулируя ТП, решить изобретательскую задачу. Но уверенный выход на ответ в чуть более сложных задачах невозможен без понимания "механизма действия" вепольных формул. Что происходит с задачей, когда мы применяем вепольную модель?

Начнем с уточнения, понятия противоречия. *Действия над противоречиями (их выявление, обработка и разрешение) лежат в основе ТРИЗ*, поэтому мы будем постепенно углублять это понятие. Итак, еще раз, более четко, **формулировка ТП: *если известными способами улучшить одну часть (или один параметр) ТС, то недопустимо ухудшится другая часть (или другой параметр).***

Проиллюстрируем это формулировками на примерах из вепанализа:

- если износ инструмента замерять известными средствами (шаблоном, микрометром и т.п.), т.е. часто останавливать обработку, то упадет производительность (см. раздел 3, комплексный веполь);
- если прикреплять излучатель ко льду известными фиксаторами (например, скобой на винтах), то операция крепления-раскрепления станет трудоемкой и отнимет много времени (веполь на внешней среде);
- если накапливающееся статическое электричество разряжать обычным способом (заземление), то потребуются периодическая остановка вибростата, чтобы заряд успевал стекать не только с поверхности, но и изнутри комка полимерной крошки (веполь на внешней среде с добавками);
- если защищать полый каркас высотного здания обычными средствами (наружная теплоизоляция из керамических или минераловатных материалов), то резко увеличится вес и габариты конструкций, а значит, почти исчезает выигрыш в весе от применения полых элементов и усложнится работа по их монтажу (веполь на минимальный режим действия);
- если места детали, которые могут вспыхнуть от пламени открытой горелки, нагревать отдельными закрытыми тепловыми элементами, то установка усложнится, станет дороже и ненадежнее в эксплуатации (веполь на избирательно-максимальный режим действия).

И так далее по всем примерам формулировки ТП вам нетрудно бы было составить самостоятельно, если бы были приведены подробности исходной ситуации, а не только конечные решения. В отличие от примеров, в условиях всех задач ТП указаны с большей или меньшей ясностью (полезно, кстати, потренироваться в составлении формулировок ТП, независимо от того, известен или нет ответ на задачу).

Но что дает формулировка ТП? Ведь в ней нет указаний на ответ... Продолжим разбор механизма действия стандартных вепольных преобразований.

Мы уже отмечали, что изобретательским (а не конструкторским) решение задачи будет только в том случае, *если ТП удастся устранить без ухудшения полезной функции системы (выиграть, ничего не проиграв)*. Значит, разрешение ТП всегда должно быть таким: при улучшении одной части (или одного параметра) ТС не ухудшается другая часть (или параметр). Запишем для тех же примеров:

- износ инструмента измеряется часто (в пределе - постоянно), но обработка не останавливается;
- излучатель надежно крепится, но без специального крепления;
- статическое электричество непрерывно и полностью разряжается, но без остановки вибросита;
- полый каркас хорошо защищается от перегрева, но без теплоизоляции;
- деталь нагревается открытым пламенем горелки, но опасные места детали не воспламеняются.

Так вот, вепольные "рецепты" как раз и подсказывают, как преобразовать вепольную систему, чтобы осуществить устранение ТП: если можно, то надо ввести добавку внутрь вещества, если нельзя - то снаружи или использовать внешнюю среду и т.д. При этом ответ очень часто основан на каком-либо физэффекте. Естественно, для успешного решения задач с "физическим" уклоном нужно знать набор физэффектов или иметь под рукой хороший справочник эффектов. А чтобы уверенно выбрать именно тот эффект, который нужен для решения данной задачи, техническое противоречие подвергается дальнейшей обработке - оно углубляется до предела, до физической сути противоречия. Такое противоречие называется **физическим противоречием (ФП)**. ФП находится так: в технической системе выбирается зона, которая должна выполнить условия устраненного ТП, но она не выполняет эти условия, так как не обладает нужными свойствами. *Свойства обязательно должны быть физически противоположными: зона должна быть горячей-холодной, подвижной-неподвижной, короткой-длинной и т.п.* **Формулируется ФП так: данная зона должна обладать свойством А (например, быть электропроводной), чтобы выполнять такую-то функцию, и свойством не-А (например, быть неэлектропроводной), чтобы удовлетворять требованиям задачи.**

Возьмем для примера задачу о резательном станке (с.74).

**ТП:** если под место удара ничего не подкладывать, то гильотина недопустимо портится;

**или:** если под место удара подкладывать доски из твердой древесины, то доски недопустимо портятся, а их постоянная замена усложняет и удорожает производство;

**или:** если использовать мягкий материал, то недопустимо портятся изделия (листы пластика).

**Устраненное ТП:** гильотина бьет по стопе пластика, место под ударом твердое, но гильотина не портится.

**ФП:** зона стола в месте удара гильотины должна быть твердой, чтобы пластик хорошо резался, и должна быть мягкой, чтобы не портилась гильотина.

Получилось предельно обостренное противоречие: твердая-мягкая зона стола. Поэтому на первый взгляд ФП кажутся абсурдными, заведомо неразрешимыми. Как сделать, чтобы часть стола была твердой и мягкой? Но именно в этом, в доведении противоречия до крайности, и проявляется "подсказывательная" сила ФП. Поскольку одна и та же часть вещества не может быть в двух разных состояниях одновременно, остается развести, разъединить противоречивые свойства **физическими преобразованиями**: разделить противоречивые свойства в пространстве (сделать объект из двух частей с разными свойствами) или во времени (объект поочередно обладает то одним свойством, то другим). Или использовать переходные состояния вещества, при которых на время возникает что-то вроде сосуществования противоречивых свойств, и т.д. Существует одиннадцать типовых физических преобразований для разрешения ФП - знакомство с ними впереди. А пока разрешим ФП в данной задаче: сама формулировка ФП подсказывает, что надо применить разделение противоречивых свойств во времени. Что может быть твердым и мгновенно становиться мягким (вязким, жидким)? Этот физэффект вам уже знаком - магнитная жидкость.

*Сформулировать ФП - значит ухватить самую суть задачи, ее сердцевину, то, что делает задачу задачей.* Поэтому ФП, при всей его кажущейся невероятности, всегда ориентирует на наилучшее решение - такое решение, при котором противоречие устраняется полностью ("без остатка"). Наиболее распространенная ошибка начинающих изобретателей состоит в том, что при поиске ответа, как правило, выполняют одно требование ФП, совершенно упуская из виду другое.

Практика обучения показывает, что нередко допускают и другую ошибку: сформулировав ФП, пугаются кажущейся невозможности его решения - и отступают. Смелость мышления вырабатывается постепенно, после решения десятков (а то и сотен) учебных задач. На первых же порах надо постоянно помнить о запрете на компромиссные решения. Только сломав компромисс и исключив даже малейшую попытку примирения противоречивых свойств, можно выйти на правильный ответ. Простое правило: чем сильнее противоречие, тем оно обычно быстрее разрешается и тем эффективнее, красивее, остроумнее получается изобретательское решение.

Итак, в вепольных формулах ТП, а часто и ФП, преодолеваются в неявной форме, и в преобразованной технической системе уже нет противоречия. но при любой заминке надо провести тщательный анализ ТП, выйти на ФП и применить подходящий физэффект.

### КАК ВАШИ УСПЕХИ

*в решении задач для тренировки? Признайтесь, что большую часть задач вы не смогли решить. Признаемся и мы: они и не были на это рассчитаны. Если вы наряду с легкими (теперь легкими! - когда вы знаете правила вепанализа) задачами, такими, как №26 (применить известное всем видоизменение воды) или №28 (использовать уже хорошо известную вам жидкость, капля которой "приклеится" к щупу и не замерзнет) и др., не побоялись приступить к решению более трудных задач и даже часть из них решили в вепольной форме (в общем виде) - уже хорошо. Все нерешенные сейчас задачи вы со временем решите. Просто они требуют более тонкого анализа. Вепанализом пользоваться и просто и сложно. Просто - когда задача "напрямую" решается по правилу и вам известен аналог задачи или физэффект. Сложно - когда требуется применить далекий по смыслу аналог (а вы еще не умеете этого делать) и вам не известны физические "хитрости", которые могут разрешить противоречие. Согласитесь, что игра на музыкальном инструменте "одним пальцем" (по подсказке: нажми сюда, потом туда...) - это совсем не то, что игра виртуоза... Чтобы представить себе "игру" изобретательского мастера, нам еще предстоит во многом разобраться.*

### НУЖНЫ "УМНЫЕ" ШТЫРЬКИ

*При раскрое металлических листов газовой резкой лист укладывают на монтажный стол, но газовый резак режет заодно и стол. Предложили приварить к столу штырьки и на них укладывать листы. Но чтобы лист не прогибался, штырей должно быть много, а чтобы резак их не портил - мало. Как быть? Сформулируйте ФП (зона разрешения противоречия - штырек).*

### ПЯТЬ УРОВНЕЙ ТВОРЧЕСТВА

Обязательный признак изобретения - преодоление противоречия. Но среди официально признанных изобретений есть значительное число простых, и даже тривиальных, конструкторских решений. Например, по а.с. 355 668 предложено изготавливать электропроводный клей из смеси эпоксидной смолы и сажи. Для улучшения электропроводных свойств клея надо максимально увеличить содержание в нем сажи (в пределе до 100%), а для улучшения клеящих свойств - уменьшить содержание сажи (в пределе до нуля). противоречие не преодолено, остановились на "приемлемом" компромиссном решении. Так что это - изобретение или нет? С позиций ТРИЗ, конечно же, не изобретение, а с юридической точки зрения изобретение.

Решите задачу, которую... даже неловко называть задачей (поэтому присвоим ей нулевой номер).

**Задача 0.** Представьте, что вы член комиссии по дегустации пищевых продуктов. Вот вы не спеша двигаетесь вдоль длинного стола с разными вкусными "пищевыми продуктами". В одной руке у вас карточка, где под номерами обозначены образцы, которым надо дать оценку. В другой руке... Что должно быть в другой руке? Правильно, какое-то "приспособление для дегустации". Держать в одной руке одновременно и вилку и ложку, согласитесь, как-то неудобно. Поэтому предложите более удобный инструмент.

Если вам пришла мысль связать ручки так, чтобы с одной стороны была вилка, а с другой - ложка, то вы... сделали изобретение. Такое, как в а.с. 207 470: "1. Приспособление для дегустации пищевых продуктов, отличающееся тем, что с целью универсальности и удобства использования оно представляет собой стержень, один конец которого выполнен в форме лопаточки, а второй заострен в форме наконечника стрелы. 2. Приспособление по п.1, отличающееся тем, что оно выполнено из пластмассы" (см.: БИ<sup>1</sup> - 1968. - N 1. - С. 91; там же приведен и рисунок)

Удобно не правда ли? Можно и кусочек чего-то "пронзить стрелой" и соус зачерпнуть. Особенно поражает воображение, забота об экономии ценных материалов (не какое-то там серебро или мельхиор, а скромная дешевая пластмасса), да и о самом дегустаторе не забыли (чтобы ему не пришлось долго манипулировать чем-то тяжелее шариковой ручки).

Таких "неизобретательских изобретений" много. Может быть, они были характерны для 60-х годов, а сейчас их нет? Откройте любой номер "Бюллетеня изобретений" и вы найдете там, например, такие "изобретения" конца 80-х:

а.с. 1 251 837 - рыболовная блесна с единственным отличительным признаком - поплавок имеет подъемную силу, равную 0,1- 0,9 массы блесны (а разве поплавок может быть тяжелее блесны?);

а.с. 1 253 600 - рюкзак, верхние части лямок которого выполнены за одно целое для обеспечения переноски груза (вспомните котомку странника - мешок с завязанной на горловине веревкой, концы которой привязаны к нижним углам мешка...);

а.с. 1 279 585 - пинцет с двумя зубцами на одной губке и двумя дырками на другой.

Может быть, зарубежные изобретения лучше? Нет. Уровень примерно одинаков во всем мире. Сравните с нашими такой, например, "шедевр" изобретательского творчества: противоугонное устройство для пассажирских самолетов, отличающееся тем, что кабина пилота имеет отдельный вход снаружи, недоступный изнутри (патент ФРГ 2 210 312). Или такой: устройство для вытирания носа малолетним детям (заявка Франции 2 562 424)... Патентная охрана "неизобретательских изобретений" имеет глубокие исторические корни и обусловлена экономическими причинами. Патентное право начиналось с выдачи привилегий на производство и продажу товаров определенному лицу или группе лиц. Всем остальным такие товары производить запрещалось ("запретить в урочное время заводить всем таковую фабрику"). Первая в России привилегия (по существу свидетельство на изобретение) была выдана трем купцам в 1748 г. на устройство фабрик для изготовления красок по

---

<sup>1</sup> Бюллетень "Открытия, изобретение, промышленные образцы, товарные знаки" (сокращенно - БИ) - официальное издание Госкомизобретений, выходит с 1924 г. (с 1992 г. - два бюллетеня: отдельно по изобретениям и промышленным образцам).

предложенному ими способу. Причем особо оговаривалась необходимость сохранять тайну существа привилегии. Первый закон о привилегиях на изобретения был принят в России в 1812 г. и почти ничем не отличался от законов других стран. Через год было выдано первое свидетельство Фултону "на устройство и употребление изобретенного им водоходного судна, вводимого в движение парами".

До сих пор в патентном праве на первом месте коммерческие интересы. Так, одно из главных требований - сохранение идеи втайне до момента оформления. Поэтому эксперты патентных ведомств первым делом проверяют новизну изобретения. В качестве фактов, порочащих новизну, привлекаются иногда даже весьма далекие аналогии. Например, одна из фирм ФРГ не смогла запатентовать идею подъема затонувших кораблей с помощью надувных пластмассовых подушек, так как незадолго до этого эксперт видел фильм Диснея, где подобная операция была произведена с помощью шарика от настольного тенниса.

Понятия уровень творческого решения изобретательской задачи в патентном праве практически нет. "По вопросу определения уровня изобретательского творчества, - пишет, например, западно-германский патентовед Г.Кербель, - могут быть даны только общие рекомендации. Одно правило, подходящее для всех случаев, выработать невозможно". (Изобретатель и рационализатор. - 1979. - N 8. - С.39). В нашем законодательстве давно предпринимаются попытки поставить барьер на пути признания слабых технических решений изобретениями (критерии "существенные отличия", "неочевидность"). Но смысл этих критериев размыт и часто толкуется экспертизой весьма субъективно. Поэтому и происходят частые "сбои" в оценках творческого вклада изобретателей в то или иное техническое решение. Вот типичный пример. Со времени неолита скот подгоняют кнутом. Но как подгонять скот в современных фермах? Три автора из одного ветеринарно-зоотехнического института, взяв на вооружение "принцип кнута", решили "роботизировать" этот процесс: "Устройство для подгона коров на животноводческих фермах, содержащее ограждение, образующее коридор, в котором размещен рычаг, шарнирно установленный одним концом на основании, имеющий на свободном конце гибкий элемент и шарнирно соединенный средней частью с механизмом привода рычага, выполненным в виде электромагнита, отличающееся тем, что с целью повышения эффективности устройства в работе оно имеет направляющие, установленные над коридором вдоль его продольной оси, а основание рычага выполнена в виде тележки, расположенной на направляющей" (а.с. 1 074 457). Короче говоря, кнут подвешен на тележке под потолком, а тележка движется над коридором. Чем не механизация трудоемких процессов в сельском хозяйстве с помощью "гибких элементов"?

Бывают и просто анекдотичные случаи. Как бы вы поступили, если бы вам потребовалось изготовить рукав из полимерной ленты - соединили бы два края? А если

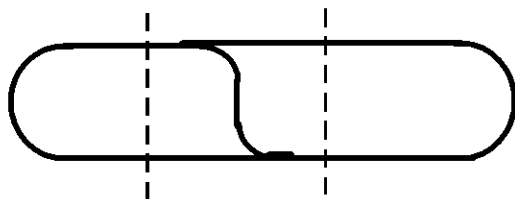


Рис.19

нужен рукав с двумя каналами? Тогда оба края надо завернуть к центру и склеить их или сварить с серединой ленты и между собой. Но получившаяся стенка между каналами состоит из двух слоев ленты - это перерасход материалов. Вот тут-то и потребовался мощный творческий порыв большого коллектива (33 автора!): "способ изготовления рукава из ленточного материала"

(а.с. 891 505), по которому с серединой ленты соединяют только один край, а "другой край загнутой ленты прикрепляют к наружной стенке указанного края ленты".

## **В ТРИЗ принято различать пять уровней решения изобретательских задач.**

Все приведенные здесь примеры относятся к **первому уровню** (по МПиО для их решения потребовалось бы не более  $10^1$  проб) - решение очевидно каждому специалисту (часто и неспециалисту), они тривиальны, в них не содержатся (или не преодолеваются) противоречия... Задачи и средства их решения лежат в пределах одной профессии (одного раздела какой-либо отрасли). Это мельчайшие изобретения ("неизобретательские изобретения").

**Второй уровень** ( $10^1 - 10^2$  проб) - мелкие изобретения. Задача и средства разрешения противоречия легко отыскиваются в пределах одной отрасли (например, машиностроительная задача решается способами, известными в машиностроении, но в другом его разделе). Решение не каждому очевидно; специалист, без опыта решения изобретательских задач, может "выдохнуться" после десятка пустых проб.

**Задача 44.** Устройство для контроля герметичности изделий (приборов, сосудов и т.п.) состоит из бака с жидкостью, на дно которого опускают проверяемое изделие. Пошли пузырьки воздуха, значит изделие негерметично. Но баков много - одновременно проверяется вся серия изделий. Оператор может просто не успеть заметить при обходе были в этом баке пузырьки или нет. Задержать бы эти пузырьки, а потом можно было бы по их количеству даже и оценить степень негерметичности. Пробовали накрывать поверхность жидкости стеклом, но уровень жидкости меняется, трудно установить стекло вплотную к поверхности и, кроме того, если стекло не строго горизонтально, то подъемная сила выталкивает пузырек к одному из краев и он исчезает...

Как быть?

До выхода на контрольный ответ человек, не знающий ТРИЗ, обычно перепробует немало вариантов: сначала идут попытки обеспечения горизонтальности стекла (вплоть до автоматизации), придумывания способов успокаивания жидкости, применения поплавков и т.д., затем приходят к мысли, что внутренняя поверхность стекла должна быть шероховатой, неровной - на ней пузырьки задержаться (но как обеспечить прозрачность?) и т.п.

Контрольный ответ основан на простом физическом свойстве: устройство для контроля герметичности изделий - бак с жидкостью, на поверхности которой плавает сетка, с размерами ячеек, выбранными "из условия обеспечения преобладания сил поверхностного натяжения, действующих на пузырек над подъемной силой" (а.с. 1 193 478).

Другие примеры решений второго уровня: задачи 1, 2, 3, 5, 8, 11, 17, 18, 20, 22, 23 и др.

**Третий уровень** ( $10^2 - 10^3$  проб) - средние изобретения. Задача и средства разрешения противоречия лежат в пределах одной науки (механическая задача решается механически, химическая - химически и т.д.). Это уже хорошие изобретения, полностью изменяющие один из элементов системы (например, изменяется фазовое состояние рабочего органа: твердое становится жидким). Часто решения основаны на сочетании нескольких физэффектов (иногда малоизвестных), используются "хитрые" приемы и неожиданные применения известных эффектов. Примеры таких решений: задачи 14, 15, 16, 19 и др.

Вот еще несколько примеров.

В театрах используются осветительные прожекторы с набором светофильтров, которые с громким лязгом меняются по ходу действия. Предложено вместо десятка светофильтров снабдить прожектор одним неменяющимся прозрачным стеклом, состоящим из десяти слоев электрохромных материалов: каждый слой способен мгновенно окрашиваться в свой цвет, как только на него подадут небольшой электрический ток (электрохромные материалы - напыленные слои металлов, органические и неорганические соединения).

**Задача 45.** При изготовлении пластмассовых микрошариков не все из них получаются сферическими. Требуется отделить правильные шарики от несферических частиц. Установка по производству шариков имеет производительность до 10 тыс. шариков в час, поэтому и сортировочная машина должна быть высокопроизводительной. Пробовали сыпать шарики на наклонную плоскость, хорошие должны были скатываться, а плохие оставаться на месте. Хорошая идея, но получилась низкая производительность из-за малого веса шариков (небольшая скорость скатывания). Попробовали вибрировать наклонную плоскость - не помогло. Тогда для увеличения скорости скатывания предложили сыпать шарики на вращающийся диск - центробежные силы должны были резко ускорить процесс разделения. Но здесь натолкнулись на ТП: при высокой скорости вращения получалась требуемая производительность, но с диска слетали и несферические частицы; при снижении скорости вращения скатывались только шарики, но производительность была ниже требуемой. Как быть?

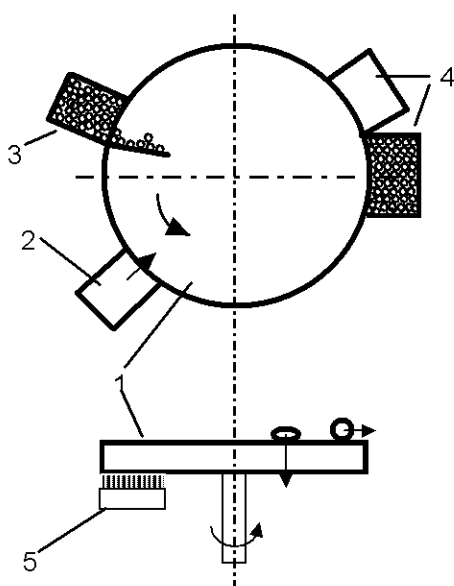


Рис.20. Контрольный ответ к задаче 45.

1 - диск; 2 - бункер-питатель; 3 - бункер для брака; 4 - бункеры для шариков; 5 - щетка.

Контрольный ответ (а.с. 539 517): "Устройство для разделения сферических и несферических частиц, содержащее диск, установленный с возможностью вращения вокруг вертикальной оси, расположенный над диском питатель и сбрасыватель в размещенные по периферии диска бункеры, отличающееся тем, что с целью повышения эффективности разделения оно имеет размещенные под диском щетки, контактирующие с нижней плоскостью диска, при этом диск и щетки выполнены из диэлектрического материала".

Красивое решение - диск электризуется, частицы "прилипают" к нему (некоторые остаются на месте, а круглые скатываются под действием центробежных сил), и никаких дополнительных источников энергии.

**Четвертый уровень** ( $10^3$  -  $10^4$  проб) -

крупные изобретения. Синтезируется новая техническая система. Поскольку эта система не содержит технических противоречий, то создается впечатление, что изобретение сделано баз преодоления ТП. На самом деле ТП было, но в прототипе - в старой технической системе. В задачах четвертого уровня противоречия устраняются средствами, лежащими за пределами науки, в которой возникла задача (например, механическая задача решается химически). Нередко найденный новый

принцип становится средством решения множества других задач второго-третьего уровней (например, использование магнитной жидкости).

Несколько примеров синтеза новых технических систем.

В 1963 г. Г.М.Гровер (Комиссия по атомной энергии США) получил патент США 3 229 759 на новое устройство, обладающее уникальной теплопроводностью, которое он назвал "тепловая труба". Внешне оно действительно напоминало обычную металлическую трубу, запаянную с обоих концов. Скорость передачи тепла по этой трубке была колоссальной (скорость звука) - в сотни и тысячи раз выше, чем у медного или серебряного стержня того же диаметра. В рекламных целях Гровер показывал такой опыт: один конец трубки вводил в электрическую дугу, а другой конец - в емкость с водой, вода мгновенно закипала. Затем конец тепловой трубы опускали в жидкий азот и вода превращалась в лед. Тепловая труба была настолько простой и эффективной системой, что ее массовое производство началось уже в 1964 г., а в 1967 г. она была использована в космических аппаратах. Сейчас эта система широко распространена.

Гидроэкструзионная обработка металлов (группа советских изобретений 1956 - 1958 гг.) позволяет перейти от старой технологии резания металлов с огромными отходами к безотходной технологии пластической деформации (металл выдавливают как пластмассу). Такой автомат заменил на одном из заводов 400 прессовых станков, на другом - целый цех со 100 металлорежущими станками. Гидроэкструзионная установка весом 25 т заменяет пресс весом 25 000 т., а окупается за... 20 мин. работы. (Вопросы изобретательства. - 1985. - N 4. - С.11).

А.Пилкинтон (Великобритания) нашел в 1953 г. новый способ получения листового стекла путем его литья на жидкую основу (расплавленное олово) - способ, который сейчас используется во всем мире. Он, кстати, не знал, что этот способ был запатентован в США и в той же Великобритании еще в 1902 г. (Изобретатель и рационализатор. - 1977. - N 7. - С.30).

**Пятый уровень** ( $10^5$  проб) - крупнейшие изобретения. Изобретения этого уровня создают принципиально новую техническую систему. Средства решения задач лежат за пределами современной науки (сначала нужно сделать открытие, а потом, опираясь на новые научные данные, решить изобретательскую задачу).

Созданная система постепенно обрастает изобретениями менее крупными - образуется сложное объединение систем(надсистема).

Так возникает новая отрасль техники, например, самолет(авиация), радио, (радиоэлектроника), ЭВМ (компьютерная техника), лазер (квантовая оптика), киносъемка (кинотехника). К нижним подуровням пятого уровня можно отнести многие физэффекты, совершившие переворот в современной технике, например: открытие О.Лосевым в 1922 г. свойств полупроводников, открытие электретов японским физиком М.Егучи в 1924 г., открытие эффекта памяти формы в металлах и сплавах (Г.В.Курдюмов, Л.Г.Хандрос, 1948 г.), новый способ внутривидения - томография (В.А.Иванов, заявка на изобретение 1960 г. отклонена, а.с. выдано только в 1984 г. - N 1 112 266), электрогидравлический эффект (а.с. 105 011., 1950 г.) и др.

**Задача 46.** Нужно предложить подземоход, способный передвигаться в земной коре со скоростью 10 км/ч. с запасом хода в 500 км.

Здесь хорошо видны особенности задач пятого уровня: 1) к моменту постановки задачи средства ее решения лежат за пределами современной науки, неизвестны те физэффекты, явления и принципы, на основе которых может быть создана подобная техническая система; 2) условия задачи не содержат прямых указаний на противоречие, так как нет ТС - прототипа и нечего улучшать.

Противоречие возникает в процессе создания принципиально новой технической системы. Но как подступиться к созданию такой системы? С чего начать? Во-первых, необходим анализ характера взаимодействия других транспортных систем с внешней средой: как движутся системы в космосе (ракеты), в разреженном воздухе (для высот 30 - 100 км до сих пор нет идеи летательного аппарата), в воздухе (самолеты), в водовоздушной среде (надводные суда), в воде (подводные лодки), на больших глубинах (глубоководные аппараты), в водогрунтовых смесях (есть только обратные системы - для перекачки ила, грунта, грязи), в поверхностных грунтах (проходка скважин, забивка свай), в горных породах (бурение). А какие есть способы проникновения в металл (металлообработка)? Анализ нужен не для того, чтобы заимствовать какую-либо идею, - это бесперспективный путь, так как внешняя среда всегда жестко диктует свой принцип движения и можно заранее "поставить крест" на идею типа подземная ракета, подземная лодка ("плывет", расплавляя вокруг себя породу) и т.п. Такой анализ может натолкнуть на какую-то общую идею способа взаимодействия подземохода с грунтом или горной породой.

Во-вторых, полезно познакомиться с идеями из научно-фантастической литературы. Фантастика - единственная область, где подземоходы давно существуют и с их помощью совершаются удивительные путешествия...

### **МИКЕЛАНЖЕЛО ПРОТИВ МЕДИЧИ**

*Микеланжело был одним из руководителей флорентийского восстания, которое было жестоко подавлено герцогом Медичи. Все руководители восстания были казнены. Одному Микеланжело сохранили жизнь, но подвергли не менее жестокому испытанию: папа Римский потребовал от него построить капеллу Медичи, внутри которой должны располагаться скульптурные портреты герцогского семейства. Делать обычные скульптуры - значит увековечить своего врага, тупого, деспотичного вельможу, а делать карикатуры - нельзя, их просто уничтожат. Угодничать противно и издеваться нельзя - сильнейшее противоречие. Как быть?*

### **"НО ВОТ РАЗДАЛСЯ ГОЛОС ШУМНЫЙ"**

*... сказано в поэме А.С.Пушкина "Руслан и Людмила" о голосе Головы. В одноименной опере М.Глинки тоже надо было показать этот "шумный" голос. В дуэте Руслана и Головы голос Головы должен звучать громче, чем Руслана. Но законы оперного пения таковы, что каждый исполнитель должен петь с максимальной громкостью. Как быть?*

## ПОПРОБУЕМ ОЦЕНИТЬ ИСКУССТВО

**Пятый уровень** - изобретение нового жанра или даже вида искусства. Живопись: жанр портрета, графики (А.Дюрер), пейзажа (П.Брегель). Музыка: в конце XVI в. появились жанры оратории (Г.Ф.Гендель), оперы (А.Скарлатти), симфонии (Й.Гайдн). Литература: поэма, научная фантастика (Ж.Верн). Кино: комедия, вестерн, мюзикл.

**Четвертый уровень** - изобретение нового типа выразительных средств, нередко при этом возникает новый поджанр. Живопись: профильный портрет (русские художники XVII в.), исторический пейзаж (А.Васнецов), линейная перспектива (Ф.Бруналески), воздушная перспектива (Л.да Винчи). Музыка: новый способ модуляции (Моцарт), симфония с хором (Бетховен). Литература: бытовая поэма (А.С.Пушкин, "Граф Нулин"), социальная фантастика (Г.Уэллс). Кино: прием внутреннего монолога (А.Довженко),

**Третий уровень** - изобретение конкретного выразительного средства или новое частное применение уже известного средства. Живопись: чтобы показать "свещающееся" лицо, О.Ренуар в "Портрете актрисы Жанны Самари" затемняет руки и нижнюю часть фигуры; чтобы передать "хищный" характер внешне привлекательной женщины, Л.да Винчи дает ей в руки известного своим злым нравом зверька - горноста и придает женщине и горностаю одинаковые позы ("Дама с горностаем"). Музыка: М.Мусоргский ввел задорный русский танец (трепак) в мрачных "Песнях и плясках смерти"; в опере де Фолья "Жизнь коротка", хор не участвует в действии, а комментирует его. Литература: чтобы ритм огромной поэмы не был однообразным, А.С.Пушкин в "Евгении Онегине" объединяет в каждой строфе несколько видов ритма. Кино: обычно смерть на войне показывали "вращающимся" падением героя, а в фильме "Летят журавли" вращается мир вокруг умирающего.

**Второй уровень** - обычное применение известных выразительных средств. Живопись: картина Г.Гривы "Зане" - девушка с кроликом в руках, позы девушки и кролика одинаковы (сравните с "Дамой с горностаем"). Музыка: в балете "Щелкунчик" П.Чайковского для задорного танца используется трепак. Литература: роман Ж.Верна "Матиаш Шандор" - аналог романа А.Дюма "Граф Монте-Кристо" с характерными для Ж.Верна деталями (электрическими кораблями и т.д.). Кино: фильм "Фронт в отцовском дворе" полностью повторяет приемы первого советского вестерна о войне "Никто не хотел умирать"

**Первый уровень** - прямой повтор выразительного средства, вплоть до плагиата. Примеры столь обильны, что выделять что-то одно будет несправедливостью по отношению к другому: музыка, литература, кино и т.д. - на 90 % это повторение заезженных приемов, тиражирование элементов массовой культуры...

## С ЧЕГО НАЧИНАЕТСЯ СИСТЕМА?

Момент рождения новой технической системы - самый ответственный во всей ее "жизни". При образовании системы отдельные элементы объединяются в единое целое и появляется новое (**системное**) свойство, не сводящееся к свойствам отдельных элементов. Так система "самолет" обладает свойством летать, которым ни один из элементов не обладает. Но таким свойством не обладает и простая сумма тех же элементов, так как для создания системы нужна особая совокупность взаимосвязанных элементов. Подбор и взаимосвязывание элементов должны осуществляться целенаправленно. Только тогда можно ожидать появления *системного свойства (сверхсвойства, т.е. неожиданной весомой добавки к сумме свойств элементов)*. По каким же правилам должна "складываться" система?

Выявлено три простых закона, определяющих момент рождения и выживания ТС. Рассмотрим первый из них - **закон полноты частей системы:** ***необходимым условием принципиальной жизнеспособности технической системы является наличие и минимальная работоспособность основных частей системы.***

Каждая ТС должна включать четыре части: двигатель, трансмиссию, рабочий орган и орган управления.

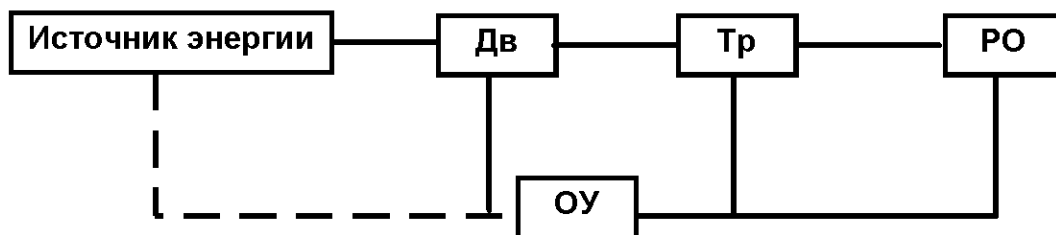
*Для синтеза ТС необходимо наличие этих четырех частей и их минимальная пригодность к выполнению функций системы. Если хотя бы одна часть отсутствует, то это еще не ТС, если хотя бы одна часть неработоспособна, то ТС не "выживает".*

Это определение ТС шире, чем понятие веполя. Веполю - модель минимальной ТС, в которой отражается "борьба" и взаимодействие веществ и полей (этого достаточно лишь для нахождения идеи ответа). Реальные же ТС должны двигаться, обрабатывать изделия или информацию, преобразовывать энергию и т.д., поэтому при переходе от модели к натуральной системе требуется введение дополнительных элементов.

Все первые ТС развились из орудий труда: требовалось увеличение полезной функции рабочих процессов, а человек не мог обеспечить нужную мощность. Тогда сила человека заменялась двигателем, появлялась трансмиссия (связь, по которой передается энергия от двигателя на рабочий орган), и орудие труда превращалось в рабочий орган машины. А человек выполнял только роль органа управления.

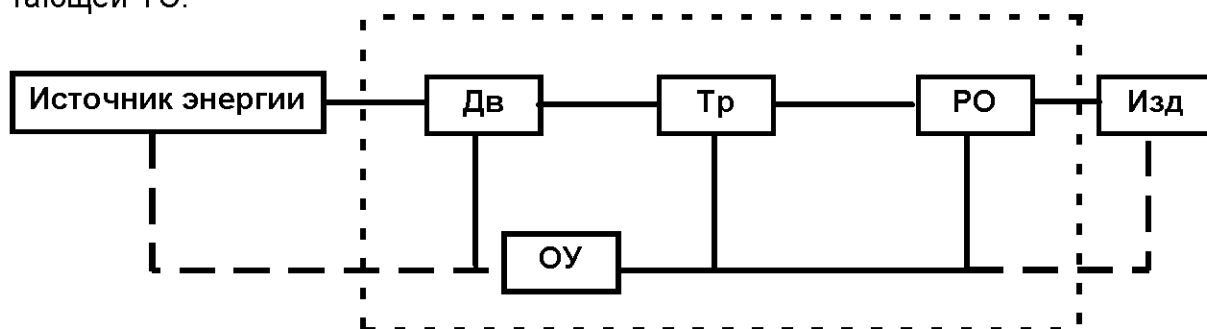
Например, мотыга и человек - это не ТС. Возникновение ТС связано с изобретением плуга в неолите: плуг (рабочий орган) бороздит землю, дышло (трансмиссия) припрягается к скоту (двигателю), а рукоятью плуга управляет человек (орган управления). Сначала плугом только рыхлили. Факторы внешней Среды (например, параметры почвы: твердость, влажность, глубина) заставляли искать наилучшую форму плуга. Затем увеличилась потребность: для уничтожения сорняков пласт надо не только рыхлить, но и переворачивать. Изобрели отвал (косо поставленная доска, в которую упирается поднятый лемехом пласт и валится набок). Развиваясь, отвал приобретает плавную выгнутую форму (полуцилиндрическую или винтовую). В XVIII в. появился цельнометаллический плуг, в XX в. - трактор и т.д.

Знание закона позволяет безошибочно определить, является ли данная совокупность элементов технической системой. ТС появляется, как только к рабочему органу "пристраиваются" вместо человека трансмиссия и двигатель. Причем двигатель не следует путать с источником энергии (они совпадают, но не всегда) - энергия может поступать также извне (в том числе от человека), в двигателе она преобразуется в нужный для технической системы вид.



Например, лук - это ТС, так как здесь имеются в наличии РО (стрела), Тр (тетива) и Дв (натянутая тетива и согнутая дуга), а человек - источник энергии и орган управления. Заметьте, что один из элементов (тетива) выполняет двойную функцию (Тр и Дв) - эта особенность (совмещение функций) часто встречается на первом этапе развертывания ТС (превращения в сложную систему) и на этапе свертывания ТС (далеко отстоящем от начала этапе "упрощения" системы путем замены подсистем и самой ТС "умным" веществом). О свертывании ТС - речь впереди. А пока приведем примеры частичного совмещения функций элементов ТС: в задаче об измерении высоты пещеры - шарик (Дв), нитка (Тр и РО - измеритель высоты), человек (ОУ); в задаче 6 - сила, ломающая ампулу (ОУ, "включающий" запаховое вещество), запаховое вещество (РО), поток восходящих газов (Тр и Дв), нос человека (изделие, которое "обрабатывается" рабочим органом); в задачах 11, 17, 23, 25 - магнитное поле (Дв), пространство передачи поля (Тр), феррочастицы (РО), человек или автомат (ОУ).

Если в схему включить изделие, то получим полную принципиальную схему работающей ТС:



Пунктиром обведен состав минимальной работоспособной ТС, обеспечивающий ее жизнеспособность.

**Следствие из закона 1:** чтобы ТС была управляемой, необходимо, чтобы хотя бы одна ее часть была управляемой. Быть управляемой - значит менять свои свойства (параметры) так, как это надо тому, кто управляет.

Например, воздушный шар (аэростат) для вертикального подъема - это управляемая ТС, так как с помощью клапана, выпускающего газ из шара, и мешков с песком (балласта) мы можем, хотя и плохо, управлять подъемом и опусканием шара. Но стоит предъявить к шару повышенные требования - попытаться увеличить полезную функцию за счет движения по горизонтали, как шар превратится в неуправляемую ТС. Аэростат останется неуправляемым воздушным поплавком до тех пор, пока в ТС не будет введен дополнительный управляемый элемент, например, двигатель с винтом.

**Задача 47.** Выхлопные трубы тяжелых автомобилей имеют большой диаметр, поэтому их надо закрывать колпачком во время стоянки для предотвращения попадания в них загрязнений и каких-либо посторонних предметов (в одном фильме мальчишки засунули туда свеклу...). Съёмные колпачки быстро теряются, а откиды-

вающиеся под действием выхлопных газов крышки неэффективны, так как шарнир или пружина крепления забивается копотью, грязью и перестают работать. Нужна крышка, работающая с абсолютной надежностью. Ваше предложение?

По вепанализу имеется только вещество (крышка), надо достроить веполь. При чем грех не использовать уже имеющееся бесплатное поле - поток горячих газов. Механическое поле газового потока уже пробовали использовать - не получилось. Значит, есть крышка ( $B_1$ ) - изделие, которое надо обрабатывать (открывать, закрывать), есть тепловое поле ( $P_{\text{ТЕПЛ}}$ ) - источник энергии от выхлопных газов ( $B_2$ ). Нет двигателя, трансмиссии, рабочего органа, органа управления. Функция ОУ - давать команду на открытие крышки, когда начинают выходить газы, и закрывать, когда газов нет. Тогда пусть сами газы (факт их появления или отсутствия) и управляют работой системы. А работать система должна от теплового поля. Все замыкается на двигателе, который должен преобразовывать тепловую энергию в механическую (для открывания, закрывания). Задача, в общем-то простая - на достройку **теполя**, а в тепоях всегда используются эффекты преобразования каким-либо веществом тепловой энергии в механическую (см. Указатель эффектов).

Проще всего применить биметаллическую пластинку, которая при нагреве отогнется и откроет крышку, а при охлаждении - закроет. Тогда система будет состоять из теплового поля (ИЭ, ОУ), биметаллической пластинки (Дв, ТР, РО) и крышки (Изд). Можно еще больше свернуть ТС, если использовать нитинол (сплав титана с никелем, обладающий эффектом памяти формы): в системе останется только тепловое поле (ИЭ, ОУ) и крышка из нитинола (Дв, Тр, РО, Изд), скручивающаяся в трубочку (или отгибающаяся) при нагревании и расправляющаяся при остывании.

Любые задачи, легкие и трудные, - это задачи на развитие техники. Поэтому в основе ТРИЗ лежат законы развития технических систем. Знание законов нужно для практического решения задач, чтобы правильно вести анализ в ходе их решения.

Первый закон элементарен и очевиден: любая ТС должна иметь четыре части, все части должны быть работоспособными и хотя бы одна из них - хорошо управляемой. Однако при создании и совершенствовании ТС он часто нарушается. Законы техники, к сожалению, можно нарушать, в отличие, например, от физических законов, нарушать которые невозможно при всем желании, или юридических, нарушение которых наказуемо.

## **ВСЕ ДЕЛО В ТРУБЕ**

*При ремонте городской водопроводной сети обнаружили, что аварийный участок трубопровода, проложенный в прошлом веке, выполнен из... фанерных труб, скрепленных металлическими обручами. Обручи развалились, образовались щели. Но сами трубы еще прочны и могут служить десятилетия. Из треста пришло распоряжение отрыть траншею по длине участка и заменить трубы на новые. На это потребовалось бы много времени и средств, а главное - архитектурное управление, узнав о готовящихся работах, запретило проводить земляные работы в историческом центре города.*

*- Эх, залатать бы те дырки в трубах - и никаких хлопот! - почесал в затылке начальник эксплуатационного участка, читая бумагу из архитектурного управления. - Но как это сделать? Диаметр маленький, внутрь не пролезешь... - Он обреченно вздохнул и посмотрел с надеждой на помощника, только что закончившего инструктаж группы практикантов.*

*- Вот был бы у нас робот, - мечтательно сказал помощник, - ма-а-ленький такой, умненький, на колесиках... И с банкой клея, и с какой-нибудь пленкой в руках, т.е. манипуляторах...*

*- Зачем роботы! - воскликнул один из практикантов. - Просто нужна новая идея! По теории здесь уже есть одно вещество - старая труба, так? (Он нарисовал какие-то формулы на листе) - Теперь достроим веполь, получим... так, комплексный веполь...*

*- Ладно, Васильич, - сказал начальник помощнику, - я поехал в трест, а вы тут как-нибудь без меня соображайте! На вечерней планерке обговорим...*

*- А полимерный рукав в полста метров у вас найдется? - вдогонку спросил его практикант.*

*- Найдется. У нас, ребятки, все найдется, была бы идея толковая.*

## **СЕКРЕТЫ ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ**

Чтобы успешно пользоваться законами, правилами и приемами теории решения изобретательских задач, нужны определенные качества и навыки, прежде всего смелость мысли. Выбирая и корректируя задачу, отыскивая техническое и физическое противоречия и пути их устранения, вы будете постоянно сталкиваться с вопросом: возможно или невозможно то или иное направление решения? Чаще всего человек выбирает привычное направление, ориентируясь на собственные знания и опыт, на мнение авторитетов и окружающих, на неоспоримость укоренившихся заветов, на сохранение своей психологической безопасности (боязнь показаться смешным или глупым), на принижение своих возможностей (переоценивая сложность задачи). Все это свойственно человеческому мышлению. С детства в нас воспитывают множество правил и привычек (стереотипы мышления и действия), которые мы затем автоматически выполняем. Это полезно и обществу и индивидууму, ненужно каждый раз решать проблемы (как открыть дверь, как завязать шнурки на ботинках и т.п.). Но как только требуется решить творческую задачу, получить качественно новую идею, инерция стереотипов наносит вред человеку. Внутренняя цензура ставит барьер на пути даже робкого шага в сторону от привычного способа мышления. Между тем диалектическая логика ТРИЗ часто требует при-

знать белое черным, прописную истину заблуждением, причину следствием, и наоборот. Кроме внутренних причин, существует мощный вектор в условиях задачи: ведь изобретательская задача становится после многочисленных попыток конструкторского решения, которая заводит исходную ситуацию в тупик, именно эта тупиковая ситуация чаще всего и формулируется в задаче. Весь этот комплекс внутренних и внешних причин называется **психологической инерцией**.

Психологическая инерция мешает совершать необычные ("талантливые") мыслительные операции, потому в ТРИЗ предусмотрены средства управления мышлением, защиты от ошибок. Различают три основных вида психинерции: инерция терминов, инерция образов, инерция узкой специальности.

Задача ставится в уже известных терминах. Каждый термин отражает старое, существующее техническое решение. И эти термины не остаются нейтральными, они навязывают изобретателю присущее им содержание. Изобретение же состоит в том, чтобы выйти за пределы известного, придать терминам новое содержание или полностью заменить их. Изобретателю только кажется, что, приступив к решению задачи, он может идти в любом направлении, - это заблуждение. Изобретатель "думает словами", и эти слова - неощутимо для него! - подталкивают его идти в определенном направлении.

**Задача 48.** Морской якорь давно превратился в символ надежности. Невозможно подсчитать, сколько тысяч судов спас он за всю историю мореплавания. Но для современных огромных судов, водоизмещением в десятки и сотни тысяч тонн, он не всегда надежен. Показатель надежности якоря - отношение удерживающей силы, к весу якоря - не менее 10 - 12 (так у самых известных конструкций - адмиралтейского якоря и якоря Матросова - при собственном весе 1 т удерживающая сила составляет всего 10 т). Но и эти максимальные величины достигаются только на плотном донном грунте. А если дно илистое или скалистое? - здесь заглубление лап якоря просто невозможно. Как значительно (в 10 раз) увеличить удерживающую силу якоря на любом дне?

Казалось бы безобидная формулировка задачи, но слово "якорь" сразу навязывает определенный путь: может быть увеличить число лап, сделать их другой формы, утяжелить якорь?

Поэтому один из самых простых и эффективных приемов гашения психологической инерции состоит в полном отказе от специальных терминов в ходе решения задачи. Надо использовать слова, не содержащие конкретного смысла: "штуковина", "вещь", "объект" и т.п. (подобно "иксу" в математике). Например: "нужна штуковина, которая удерживала бы судно с силой 100 т". Или "какая-то вещь должна прикрепляться к любому дну с силой отрыва в 100 т".

Термины существуют для того, чтобы возможно надежнее, жестче ограничить известное от неизвестного. Стоит убрать термины, как исчезают жесткие границы и мысль намного свободнее перелетает в неизвестное. Мы убрали термины из формулировки задачи, и понятие якорь почти расплылось, растворилось - нам уже не лезут в голову навязчивые мысли о лапах якоря и пр.

Но психологическая инерция не сдается! Уже нет слов, навязывающих старые, привычные представления, но остается образ. Вы не говорите "якорь", но перед глазами все равно что-то якореподобное: цепляющееся за неровности дна, царапающее, вгрызающееся, впивающееся острой лапой...

Во многом успех решения задачи зависит от того, насколько сильно удастся расшатать, сломать систему исходных представлений. Чем глубже и подробнее человек знает предмет, тем крепче "сидит" в нем его традиционный образ. Обширные знания о предмете добытые иногда кропотливым трудом, заставляют человека активно защищаться от вторжения в его область. Нередко первая реакция узкого специалиста на новые идеи, высказанные "посторонним" человеком, резко отрицательна: "этого не может быть", "это чепуха, бессмыслица", "это никогда не будет работать" и т.п. По этому поводу у Г.Форда есть остроумное, но, может быть несколько резкое высказывание: "Специалисты вредны тем, что они скорее других найдут недостатки всякой новой идеи и тем самым помешают ее применению. Они так умны и опыты, что в точности знают почему нельзя сделать того-то и того-то; они видят пределы и препятствия. Поэтому я не беру на службу чистокровного специалиста. Если бы я хотел убить конкурентов нечестными средствами, я предоставил бы им полчища специалистов. Получив массу хороших советов, мои конкуренты не могли бы приступить к работе". /Форд Г. Моя жизнь, мои достижения. - Л., 1928. - С.30./.

Поэтому не удивляйтесь, если вы будете первое время лучше решать задачи из "чужой" для вас области знаний.

Средство борьбы с инерцией узкой специальности одно - повышение культуры мышления. Надо обязательно расширять свой кругозор, изучать, как решаются задачи в других специальностях. Невозможно знать терминологию всех наук, поэтому читайте научно-популярную литературу - это хорошая тренировка смелого мышления. Деспотизм узкой специализации свойствен только XX в., его не было раньше и, хочется верить, не будет в XXI в.

Итак, главное в начале решения - уйти от прототипа, сбить психинерцию. Для этого существует хороший прием: **оператор РВС** (см.: Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения. - М.: Московский рабочий, 1973. - С.123 - 125.): размер, время, стоимость). Оператор РВС включает шесть мысленных экспериментов, перестраивающих условия задачи:

**размер объекта** увеличивается до бесконечности ( $P \rightarrow \infty$ ), уменьшается до нуля  $P \rightarrow 0$ ;

**время процесса** (или скорость движения объекта) увеличивается до бесконечности  $V \rightarrow \infty$ ; уменьшается до нуля  $V \rightarrow 0$ ;

**стоимость** (допустимые затраты) объекта увеличивается до бесконечности  $C \rightarrow \infty$ , уменьшается до нуля  $C \rightarrow 0$ .

Эксперименты в чем-то субъективны - тут многое зависит от силы воображения, от характера задачи и от других обстоятельств. Однако даже формальное выполнение этих операций резко сбивает психинерцию.

**Общие рекомендации:** а) каждый эксперимент надо вести до появления нового качества; б) каждый эксперимент, чтобы не пропустить появления нового качества, разбивается на шаги; шаг - это изменение параметра объекта на порядок (т.е. в 10 раз).

Применим оператор РВС к задаче 48.

Параметры какого элемента системы (судно, якорь, вода, грунт дна) надо менять по РВС? Того, который надо обрабатывать (судно), чтобы найти идею нового инструмента ("штуковины"). Пусть судно будет длиной 100 м, с осадкой 10 м (100 м/10

м), глубина до дна 1 км. Время опускания и закрепления якоря 1 ч. Приведем лишь те шаги, где появляется новое качество.

**1.  $P \rightarrow \infty$ .** Увеличим в  $10^2$  раз, размеры судна стали 10 км / 1 км. Как решается задача? Судно "сидит" на дне, прикрепляться к дну не надо. Перенесем это новое качество на обычное судно: прикрепляться к айсбергу? Затоплять нижнюю часть судна во время стоянки? Отделять часть судна и спускать на дно? Подводный парус - использование самой воды для торможения?

**2.  $P \rightarrow 0$ .** Уменьшим в  $10^3$  раз, размеры судна стали 10 см / 1 см. Как решается задача? Судно настолько мало (как щепка), что длина и вес каната (тонкой проволоки) намного превышает подъемную силу судна, - оно будет неуправляемо или потонет.

**3.  $B \rightarrow \infty$ .** Время процесса 10 ч. Прикрепление идет медленно, можно глубоко внедриться в грунт: вбить сваю, ввинтиться в дно. Есть винтовые якоря. В США запатентован виброякорь: под действием вибрации от электродвигателя нижний конец глубоко входит в грунт (удерживающая сила в 20 раз больше веса). Неэффективно для скального грунта.

**4.  $B \rightarrow 0$ .** Уменьшим время в  $10^2$  раз - нужен очень тяжелый якорь, чтобы он успел быстро опуститься. В  $10^3$  раз - якорь как ракета. В  $10^4$  раз - прикрепление взрывом; "приварка" к дну с помощью экзотермических смесей.

**5.  $C \rightarrow \infty$ .** Разрешенная стоимость "штуковины" неограниченно высока - можно использовать самые необычные способы и дорогие установки (якорь из платины, использовать ракеты, подводные лодки, батискафы...).

**6.  $C \rightarrow 0$ .** "Штуковина" ничего не стоит, например, как вода. Как из воды сделать якорь?

Контрольный ответ (а.с. 1 134 465): якорь в виде металлической плиты с холодильным агрегатом при весе 1 т и мощности холодильника 50 киловатт через 1 мин. держащая сила достигает 200 т., а через 10-15 мин - 1000 т!

Оператор РВС не предназначен для получения ответа. Он должен только раскопать мысль для дальнейшего продвижения к принципиально новому ответу. После обработки задачи оператором нужно выявить и устранить ТП (ФП), использовать вепанализ и другие инструменты ТРИЗ. И все-таки нередки случаи, когда решение начинает вырисовываться сразу после отхода от старых представлений.

Типичные ошибки при использовании оператора РВС: а) останавливаются на полдороге, возвращаются назад из-за опасения, что задача усложнилась, б) пытаются угадать ответ, не выполнив все шаги.

Оператор РВС - это и инструмент по развитию воображения. Десяток задач, пропущенных через него, заметно меняют стиль мышления, более уверенно преодолевается психинерция, обостряется "чутье" на оригинальные идеи.

## ПРОТИВОРЕЧИЯ - КЛЮЧ К РЕШЕНИЮ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ

Исходная формулировка проблемы (т.е. ситуация) затрагивает много объектов, образующих систему, и содержит распыляющее административное противоречие (АП): "Надо улучшить свойство С системы, а как это сделать неизвестно".

При переходе к задаче число рассматриваемых объектов можно сократить до двух (конфликтующая пара). При этом формулируют двойное техническое противоречие. Допустим, конфликтующая система включает объект А, взаимодействующий с Б. Тогда

ТП-1: если увеличить А, выиграем в свойстве С-1 и проиграем в свойстве С-2 системы.

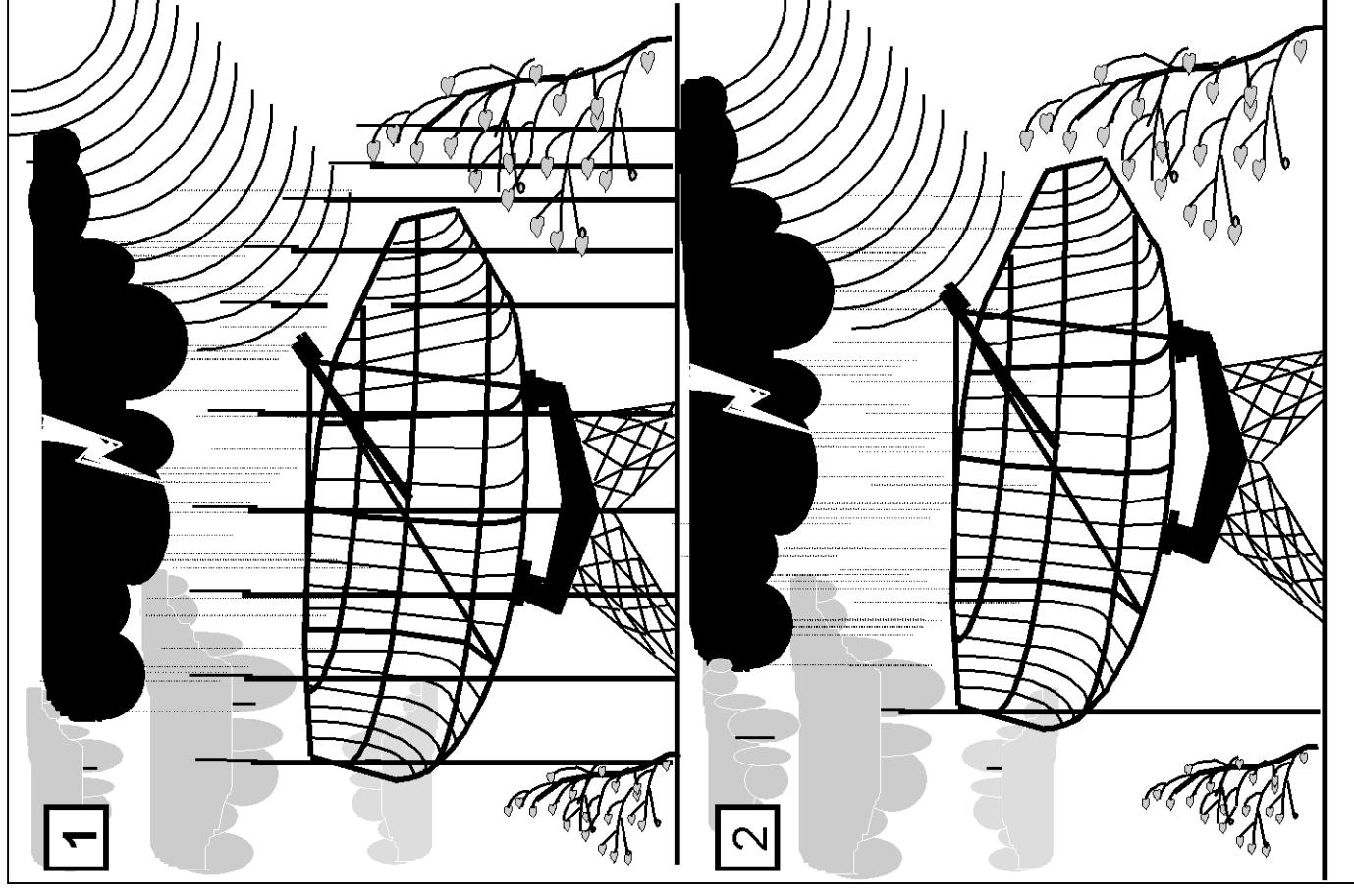
ТП-2: если уменьшить А, выиграем в свойстве С-2 и проиграем в свойстве С-1 системы.

Пример.

Для защиты антенны радиотелескопа используют молниеотводы.

ТП-1: если молниеотводов много, они надежно защищают антенну, но поглощают радиоволны.

ТП-2: если молниеотводов мало, заметного поглощения радиоволн нет, но антенна не защищена от молний.



## 5. УПРАВЛЯЕМОЕ ВООБРАЖЕНИЕ

### НИКАКИХ ЧУДЕС - ВСЕ ПО ЗАКОНАМ

Второй закон, обеспечивающий жизнеспособность ТС, называется **законом энергетической проводимости системы: необходимым условием принципиальной жизнеспособности технической системы является сквозной проход энергии по всем частям системы.**

**Следствие из второго закона: чтобы часть системы была управляемой, необходимо обеспечить энергетическую проводимость между этой частью и органом управления.**

Любая ТС является проводником и преобразователем энергии. Если энергия не будет проходить сквозь всю систему, т.е. "застрянет" где-то, то какая-то часть ТС не будет получать энергию, значит, не будет и работать. Энергия, поступающая извне или вырабатываемая в двигателе, идет на обеспечение работы самой ТС (всех частей), на компенсацию потерь, на измерение (контроль) параметров работы частей системы и обрабатываемого изделия. Таким образом, надо всегда стремиться к тому, чтобы ТС была не только хорошим проводником энергии, но и обеспечивала минимальные потери энергии (потери при преобразовании, бесполезные отходы, унос с изделием).

Передача энергии от одной части ТС к другой может быть вещественной (вал, шестерня, удар и т.д.), полевой (магнитное поле, электрический ток и т.д.) и вещественно-полевой (например, поток заряженных частиц). Многие задачи сводятся к подбору поля и вида передачи, эффективных в данных условиях. При этом следует руководствоваться тремя правилами:

1. При синтезе ТС надо стремиться к использованию одного поля (одного вида энергии) на все процессы работы и управления в системе.

При развитии ТС (развертывании) любые новые подсистемы должны работать на энергии, проходящей сквозь систему, или на бесплатной энергии (из внешней среды, отходы от другой системы).

2. Если ТС состоит из веществ, менять которые нельзя, то используется поле, которое хорошо проводится веществами частей системы.

3. Если вещества частей системы можно менять, то плохо управляемое поле заменяют на хорошо управляемое по цепочке  
**гравитационное - механическое - тепловое - магнитное - электрическое - электромагнитное.**

Одновременно заменяют вещества или вводят в них добавки, обеспечивающие хорошую проводимость энергии (вещества должны быть "прозрачными" для выбранного поля).

Все изобретательские задачи в технике делятся на два типа: **задачи на изменение ТС (синтез, развитие)** и **задачи на измерение ТС (обнаружение, контроль параметров)**. В задачах первого типа направление движения энергии всегда от источника энергии (двигателя) через трансмиссию к рабочему органу и далее - к изделию. В задачах второго типа, наоборот, требуется уловить информацию (т.е. энергию или

изменение энергии), исходящую от "изделия", т.е. той части ТС или любого процесса в природе и технике, которую (или который) мы измеряем (обнаруживаем, контролируем).

Закон помогает решать задачи. Знание, что в ТС нужна энергетическая проводимость, - уже часть ответа. Поэтому в ходе решения задачи полезно задавать самому себе вопросы:

- Есть ли в ТС сквозной проход энергии?
- Существует ли хорошая проводимость между частями ТС и органом управления?
- Какое поле лучше всего проводят вещества в ТС?
- Можно ли применить более управляемое поле?
- Какое поле лучше всего использовать для новой подсистемы (имеющееся в ТС или "даровое")?

Возьмем задачу 4 о "взбунтовавшихся" роботах. Существует ли хорошая проводимость между частями ТС (робота) и органом управления (человеком)? Нет, в этом то как раз и состоит задача: как эффективно управлять роботом на расстоянии (выключать его)? Любые механические манипуляции (рубильники, кнопки и пр.) следует сразу отвергнуть - на них нет времени. Нужна мгновенная связь: раз! - и выключил. Здесь подходит только электромагнитное поле, оно действует на расстоянии. У оператора имеется микропередатчик с излучателем света - светодиодом (как маленькая красная лампочка) - нажал кнопку, и закодированный сигнал выключит робота или подаст ему любую другую команду. Но тут же возникает другая проблема: как точно (и быстро) попасть светом в приемное "окно" робота? Найдено остроумное решение - микропередатчик вмонтирован в очки оператора, для наводки достаточно посмотреть на робота (глаза наводятся очень точно!). Следующую задачу вы решите теперь не задумываясь.

**Задача 49.** Для пожарных машин и машин "скорой помощи", спешащих на вызов дорога каждая секунда. А если в светофоре горит красный свет? Тогда им придется или терять драгоценное время, или мчаться наперерез машинам, создавая опасную ситуацию. Как быть?

На радиаторах этих машин устанавливается дополнительная фара, испускающая инфракрасные лучи. Детектор (приемник) на светофоре, приняв сигнал от машины, включает зеленый свет или задержит его переключение, если он уже горит, пока машина не минует перекресток. Дальность действия фары до 500 м.

**Задача 50.** Большие помещения (склады, ангары и т.п.) нет смысла отапливать зимой, так как они редко посещаются людьми, а хранящимся в них деталям и машинам холод не причиняет вреда. Но иногда людям приходится довольно долго работать в этих помещениях и при этом выполнять действия, требующие точных и быстрых движений. Теплая одежда мешает, сковывает движения. Снять ее невозможно - холодно, а работать в ней неудобно. Как быть?

Давно возникла идея снабжать человека индивидуальным подогревом (спираль, вшитая в тонкую рабочую одежду), это намного выгоднее обогрева всего помещения. Но быть подключенным к источнику тока или носить его с собой крайне неудобно. Идеальным было бы решение, когда "изделие" (человек) обрабатывалось бы на расстоянии. Энергия должна проходить к человеку сквозь воздух, без потерь (не нагревая воздух и другие предметы). Какое поле без потерь проходит через воздух? Электромагнитное - можно использовать инфракрасные лучи (ИК-нагрев) или радиоволны сверхвысокой частоты (СВЧ-нагрев). Например, недавно в США прове-

дены исследования по обогреву человека СВЧ-излучением с длиной волны 1 см: излучение поглощается молекулами воды в подкожном слое и возникающие тепловые ощущения такие же, как обычно; для обогрева квартиры достаточно всего 60 Вт, т.е. энергии, расходуемой одной электролампочкой. Эта идея, кстати, была описана А.Беляевым в научно-фантастической повести "Изобретения профессора Вагнера" (1929 г.). Способ можно использовать и с другой целью: например, в ФРГ выпускается ИК-излучатель для защиты помещений (столовых, кондитерских и т.п.) от мух и других насекомых; излучение безвредно для человека, но полностью уничтожает насекомых на площади 250 м<sup>2</sup>. Изобретен также утюг с ИК-нагревом (а.с. 538 074): на внутреннюю стенку корпуса нанесено светоотражающее покрытие, а подошва прозрачная, утюгом можно гладить сразу после включения.

В системе должна быть также хорошая проводимость и для отходов энергии, например, быстрый отвод теплоты трения для предотвращения перегрева ТС. Остроумно применила это правило, но с прямо противоположными целями, группа антифашистов и советских военнопленных, работавших в войну на заводе фирмы "Даймлер-Бенц". Завод выпускал двигатели, часть которых была запрограммирована на аварию через определенное время работы. Ни одна проверка органов технического контроля Германии не смогла установить истинной причины аварий, и группа так и не была раскрыта. Суть введенного на заводе дефекта состояла в том, что после некоторой наработки двигателя прекращалась подача масла к шатунному подшипнику одного из поршней, подшипник перегревался и происходил отрыв шатуна с поршнем.

**Задача 51.** По а.с. 597 378 предложены лыжи с подогревом для лучшего натирания мазью: один из внутренних слоев лыж выполнен из стекловолокна с токопроводящим наполнителем. подключив контакты к сети, быстро нагревают лыжи и намазывают мазью. Что плохо в системе? Можно недогреть или перегреть. Каждая лыжа должна иметь розетку, которую надо закрывать от снега крышкой (ее легко потерять). Как улучшить систему?

Для вас это должен быть легкий вопрос - в стекловолокно надо ввести ферропорошок с точкой Кюри в нужном интервале температур и нагревать лыжи в переменном магнитном поле.

А вот две задачи на измерение с использованием уже имеющихся в ТС или "даровых" полей.

**Задача 52.** Требуется предложить идею простейшего прибора для прогнозирования ураганов, бурь, штормов.

Конечно же, здесь надо использовать поле, исходящее от очага возникновения урагана. Какое? Еще А.С.Попов ответил на этот вопрос. Его "грозоотметчик" успешно регистрировал атмосферные разряды. Этот же принцип использован в приборе Института физики Земли. АН РФ - проволока-антенна улавливает электромагнитное излучение, образующееся при зарождении сильных атмосферных вихрей, и от наведенного электрического тока звенит звонок. Необыкновенно просто - ураган сам звонит в звонок, извещая о своем приближении!

**Задача 53.** Крупные энергетические установки опутаны хитросплетениями труб и трубочек, каждая из которых периодически проверяется на герметичность. Для этого в трубы подают гелий и к каждому сварному шву и соединению прикладывают датчик специального газоанализатора. Метод этот затратной и неэффективный - приходится наугад тыкать датчиком во все места в поисках утечек гелия. Кроме того, гелий - до-

рогой газ, хранится он в громоздких баллонах, их надо перетаскивать и т.д. Хорошо бы использовать воздух, но как определить место его выхода, ведь кругом тоже воздух?

В задаче содержится сильный заряд психинергии: раз гелий анализировали, значит, и для воздуха надо искать "хитрый" способ анализа, в то время как проще использовать бесплатное поле, возникающее при выходе воздуха из микротрещин, - звуковое (свист). По а.с. 1 201 704 предложено определять место утечки микрофоном на длинном щупе, свист отчетливо слышен в наушниках, а вес приборчика всего несколько сот граммов.

### **КАТУШКА НИТОК ВСЕХ ЦВЕТОВ**

**- Наши девочки были вчера на швейной фабрике, - начал очередное заседание юных изобретателей Игорь Николаевич, - они посмотрели новейшую технологическую линию...**

**- Это на "Восходе", что ли? - перебил Денис. - там пять лет шьют одну и ту же рубашку.**

**- А вот и не так! - Ира развернула лист со схемой. - Это раньше так работали. Теперь они часто будут менять модели, и автоматическая линия уже отлажена - вот она на схеме. Нам сказали, что хоть каждый день меняй модели и ткани. Перенастройка станков занимает ровно час. Причем из этого часа на смену программы в станках уходит всего 10 мин, а на замену шпуль с нитками под цвет новой ткани - все остальное время. Это-то еще ничего, успевали между сменами. А как быть, если ткань меняется несколько раз за смену на одной и той же модели? Вот тут у них проблема - бывает, что час работают, час стоят.**

**- Это еще ничего - час...- произнес Славян. - Если по оператору РВС работать, то цвет должен меняться каждую секунду.**

**- Тогда надо заранее распланировать всю смену и на одну, именно на одну, шпулю наматывать подряд все нитки, которые будут нужны в течение смены, - Тимур подумал и неуверенно добавил, - хотя, конечно, это решение не очень... Тут без автоматизированной системы не обойтись.**

**- Да-да, правильно. Нам директор рассказала, что видела на выставке американскую машину (Ира заглянула в бумажку) фирмы "Компоу индастри инкорпорейтед", - там несменная шпуля. Нитку на нее очень быстро наматывают с большой бобины ровно столько, сколько нужно для операции. Запоминающее устройство, ЭВМ...**

**- Согласен, слишком сложно, - Игорь Николаевич достал из кармана катушку ниток. - Надо делать просто. Как?**

**- Тогда получается вот что, - Славян внимательно посмотрел на нитки, - шпуля не должна меняться, а цвет ниток должен меняться под новую ткань. Фантастика! Сам меняться!**

**- Есть очень простая идея (Денис намотал нитку на палец)- берем...**

**А какую идею предложите вы?**

### **ЗДРАВЫЙ СМЫСЛ ФАНТАЗИИ**

Вы, наверное, обратили внимание, что в части задач анализ не вплотную подводит к ответу - остается некоторый промежуток, через который требуется перепрыгнуть

мыслью. Не каждому это под силу. Здесь две причины: 1) инструменты ТРИЗ, которые мы пока что изучили, не предназначены для получения прямого ответа в любых задачах, 2) все та же психинерция...

Последнее обстоятельство все в большей степени по мере знакомства с элементами теории будет мешать вам в правильном восприятии и применении механизмов ТРИЗ. Война с психинерцией не так проста, как может показаться вначале. Технические термины - это лишь первая линия обороны нашего врага. Небольшой практики достаточно, чтобы обнаружить, что любую задачу можно изложить без терминов. Основной бастион психинерции - это старый образ объекта. Чем дальше удастся оторваться мысли от гипнотизирующего образа, тем больше надежды найти принципиально новое решение. А для выработки навыков "полетов" и "прыгучести" мысли нужно основательно потренироваться в придумывании новых, необычных образов. Но мало сказать человеку: "Придумай то-то" - надо объяснить, как это делается. Нужна система упражнений, нужно планомерное обучение приемам фантазирования. Все это и составляет основное содержание **курса развития творческого воображения (РТВ)** - самого "игрового" раздела ТРИЗ.

Развитое воображение - один из важнейших элементов творческого мышления. История науки, техники, искусства - всей культуры - это **история человеческого воображения**. Один из исследователей творчества приводит слова Д.Пристли (первооткрыватель кислорода): *"Самые изобретательные и тонкие экспериментаторы - те, кто дают полный простор своему воображению и отыскивают связь между самыми отдаленными понятиями. Даже тогда, когда эти сопоставления грубы и химеричны, они могут доставить счастливый случай для великих и важных открытий, до которых никогда не додумались бы рассудительные, медлительные, трусливые умы"*.

Да, человек с тренированным воображением может задуматься над тем, над чем никогда бы не задумались лишенные его. Но в области незнаемого, неизвестного нужен не просто свободный полет мысли, а управляемый полет. Управление фантазией - одно из качеств хорошо организованного мышления.

**Задача 54.** Проверьте свою фантазию: придумайте фантастическое растение. Растение должно быть совершенно новым. Время на фантазирование не ограничивается, но обычно бывает достаточно 20 - 30 мин.

**Воображение - это способность создавать новые образы, реальных и нереальных объектов (систем, процессов, понятий).**

Различаются три уровня воображения: 1) создание нового (измененного) образа объекта, который раньше воспринимался человеком (пример: на одном дереве растут все фрукты и овощи); 2) создание нового (достроенного) образа объекта, который человек не воспринимал лично, но располагает о нем исходной информацией (примеры: невесомость, магнитная пшеница, стеклянный дождь); 3) создание нового (синтезированного) образа объекта, которого вообще не существует и о котором нет исходной информации (примеры: инопланетянин, газообразное растение, твердое эхо, живой запах, смена времени года внутри человека).

Последний уровень - **самый сложный вид воображения - фантазия.**

**Продукция фантазии - фантастические идеи.** Встречаются люди с хорошо развитой фантазией, но редко. Это обычно те, кто любит научно-фантастическую литературу. Начинающие изучать курс РТВ, как правило, обладают низким уровнем фантазии, независимо от возраста и образования. За несколько лет преподавания у нас накопилась обширная статистика по задаче 54 и другим упражнениям курса. Вот

типичные образцы ответов из группы инженеров: растение-насос, растение-ГЭС, растение-мебель, лунная капуста, прозрачное растение, морской арбуз - внутри пресная вода, "растение в виде выпукло-вогнутой пирамиды, внутри пульсировала плазма, висели гантели цвета переспелого огурца, раздавался колокольный звон...", "растение, чувствующее дурные помыслы человека: если он отломает ветку, то оно посинеет от возмущения и уколёт его, а если погладит, то позеленеет..." и т.п. Все это не столько смешно, сколько грустно.

Итак, уровень воображения у начинающих обучаться курсу РТВ невысок и проявляется обычно в двух формах: 1) механическое комбинирование однородных систем (см. приведенные выше примеры, а также в мифах и сказках - русалки, кентавры, сфинксы), 2) буйная неуправляемая фантазия ("гантели цвета переспелого огурца", а также всевозможные бесформенные чудовища с непонятными свойствами и неизвестными функциями).

**Задача 55.** Еще одно проверочное задание: придумайте фантастическое животное, такое, какое не встречается в сказках и научно-фантастической литературе.

Курс основан на сознательном допущении того, что у всех воображение слабое. Поэтому приемы РТВ дают возможность даже людям со слабой фантазией получать фантастические идеи высокого уровня.

Начнем с простых приемов. Они выявлены в результате анализа большого количества научно-фантастических произведений - своеобразного "патентного" фонда фантастических идей. Большинство писателей-фантастов, может быть осознанно и не используют приемы фантазирования, но значительная часть фантастических идей из их произведений хорошо "укладывается" в эти приемы.

1. Увеличение-уменьшение (изменяемый параметр - размеры объекта). Этот прием едва ли не самый популярный в фантастике. Им рождены великаны и гномы, необыкновенные приключения Гулливера. Рост человека увеличивается ("Пища богов", Г.Уэллс) или уменьшается ("Сражение", С.Кинг; "Метеорит дядюшки Жулиана", Я.Вайсс); появляются крошечные пришельцы ("Невидимки", И.Копылов); планета - заводная игрушка для детей ("Запретная зона", Р.Шекли).

2. Ускорение-замедление (изменяемый параметр - время, скорость). Темп жизни ускоряется ("Новейший ускоритель", Г.Уэллс) или замедляется (пять лет жизни на Земле равны секунде жизни пришельцев из рассказа И.Росоховатского "Встреча в пустыне"); ускорение вращения Земли ("Над бездной", А.Беляев); замедление скорости света ("Светопреставление", А.Беляев).

3. Динамизация-статика (неизменяемый объект сделать меняющимся и наоборот). Меняется внешность человека ("Двенадцатая машина", В.Антонов); человек меняет себя по своей воле ("Открытие себя", В.Савченко). В рассказе Р.Шекли "Потолкуем малость" язык аборигенов планеты меняется так быстро, что с ними невозможно установить контакт.

4. Универсализация-ограничение (действие объекта распространяется на большой класс явлений или наоборот - действие универсального факта ограничивается). Совершенно универсальные роботы ("Я - робот", А.Азимов) и робот - "узкий специалист" для открывания консервных банок ("Робот-зазнайка", Г.Каттнер).

5. Дробление-объединение (разделение на составные части и наоборот). Человека разделяют на атомы и собирают вновь ("Путешествие профессора Тарантоги", С.Лем); инопланетяне, похожие на кегельные шары, могут объединяться и принимать любой вид ("Почти как люди", К.Саймак); морское животное, способное распадаться на отдельные одноклеточные организмы и объединяться во время охоты ("Хозяин бухты", С.Гансовский).

6 Квантование-непрерывность (если действие объекта было непрерывным, сделать его прерывистым и наоборот). Квантование старости - человек молод всю жизнь, потом мгновенно стареет ("Прощание на берегу", Е.Войскунский); непрерывное питание человека из воздуха, насыщенного питательными веществами ("Звездоплаватель", Г.Мартынов).

7. Изменение свойств (изменить наименее изменяемое свойство объекта или среды). Изменение направления оси вращения Земли ("Вверх дном", Ж.Верн), магнитного поля Земли ("Шестой океан", Г.Гуревич), изменение спектра звезды для сигнализации ("Звездная соната", В.Журавлева).

8. Инверсия (сделать наоборот) - наиболее общий прием (функция, свойство или сам объект меняется на противоположный). Человек молодеет вместо старения ("Звездные дневники", С.Лем). Антигравитация ("Первые люди на Луне", Г.Уэллс). Человек может заранее отбыть наказание, а затем получает право на преступление ("Срок авансом", У.Тенн).

Список приемов можно было бы продолжить, но важнее не столько их количество, сколько уверенное овладение этими эффективными инструментами управления фантазией. Приемы можно применять порознь, но лучше использовать сочетание приемов (объект обрабатывается одним приемом, затем к тому, что получилось, применяется еще один прием и т.д.). Последовательное применение к объекту 3 - 5 приемов, выбранных наугад, может очень далеко увести от начального образа, но... только смело мыслящего человека. Поэтому несколько советов: 1) никогда не отказывайтесь от выбранного приема под тем предлогом, что его невозможно применить к данному объекту ("это же абсурдно!...") - как раз в абсурдности, в доведении противоречия до невозможности и есть "изюминка" упражнений; ищите смелые, "дикие" решения; 2) цепочку приемов нужно продолжать до тех пор, пока количественные изменения не приведут к появлению нового качества, т.е. качества интересного, необычного, которого даже в зачатке не было в исходном объекте.

**Задача 56.** Придумайте новое фантастическое природное явление. За исходный объект возьмите любое природное явление (дождь, радуга, землетрясение, полярное сияние и т.д.).

Решите задачи 54-56 с помощью простых приемов фантазирования.

### **КАК ОБМАНУТЬ СИНТЕЗАТОР**

*Герои одного научно-фантастического рассказа берут в полет вместо тысяч необходимых запчастей синтезатор - машину, умеющую делать все. При посадке на другую планету корабль повреждается. Нужно 10 одинаковых деталей для ремонта. Тут выясняется, что синтезатор делает все, но в одном экземпляре. Как здесь быть?*

### **НАДО СПАСТИСЬ**

*Герои другого рассказа отправляются исследовать планету на случайно купленной лодке. В ходе исследований выясняется, что лодка поддерживает температуру 30<sup>0</sup>С, кормит героев машинным маслом с глиной, а воду считает ядом. Такие параметры ей заданы бывшими владельцами (для них это были нормальные условия), и изменить их нельзя. Лодка плывет по морю вдоль берега и не дает людям выйти наружу, так как считает воду ядом. Как быть?*

### **ПРЕДСМЕРТНАЯ ПРОСЬБА**

*Герой рассказа спасает заключенного в бутылку супер-робота Джанна. Роботу надоело долго ждать, и он поклялся убить того, кто его спасет. Джанн должен выполнить свою клятву, он настигает героя везде, приговаривая: "Никто иной, как я убью тебя!" Правда Джанн готов выполнить одну предсмертную просьбу, но просьба не должна противоречить клятве робота. Как быть?*

## **ПРОТИВОРЕЧИЯ - КЛЮЧ К ИСТИНЕ**

Существуют два распространенных заблуждения относительно творческих задач. Первое заблуждение: "Эта задача не относится к моей специальности. Дайте мне задачу по специальности. Вот тогда..." Второе: "Задача поставлена не точно. Дайте мне точную формулировку, вот тогда..." О первом заблуждении мы уже говорили: сильное решение может быть получено только за пределами истоптанного в поисках ответа "пяточка" узкой специальности. Второе заблуждение связано с моментом возникновения изобретательских задач: откуда они берутся? Как формулируются? Можно ли верить исходной формулировке?

**Изобретательские задачи никогда не бывают поставлены точно.** Точно поставленная задача - это формулировка ФП, а отсюда всего лишь шаг до ответа. Поскольку подавляющее большинство задач составляют люди, не знающие ТРИЗ, то и верить этим формулировкам никогда нельзя. Кто-то сказал, что в науке правильно поставленный вопрос уже содержит девять десятых ответа, но его нужно суметь поставить... Процесс решения по ТРИЗ и состоит в последовательной переформулировке и уточнении условий задачи, в выделении главного вопроса.

Одна из причин ошибочной, расплывчатой постановки задачи кроется в сложной иерархической организации технических систем. Допустим, возникла такая зада-

ча: автомобиль неустойчиво ведет себя на резких поворотах; как быть? При более детальном знакомстве выясняется, что в этот момент виляют задние колеса, а именно левое заднее; причем подозрение падает на узел крепления колеса. В дальнейшем может обнаружиться, что главная причина - в таком-то болте, гайка которого плохо затягивается при сборке из-за того, что она загорожена другими деталями. В каком виде задача попадает к изобретателю? Ее формулировка может быть привязана и ко всему автомобилю (ТС), и к подсистеме (колесо), и к подподсистеме (узел крепления), и к подсистеме самого низкого ранга (болт), а то и надсистеме (как улучшить сборку на автозаводе?) и т.д. Положение еще больше осложняется, если изобретатель получает задачу от специалиста, уже решавшего задачу, - это, как правило, тупиковая ситуация (давая тупиковую задачу, специалист исходит из самых благих намерений: "Я уже мучился, вон куда ушел, поэтому облегчу другим поиск...", а "уйти" и заблудиться он может на любом этаже иерархии системы).

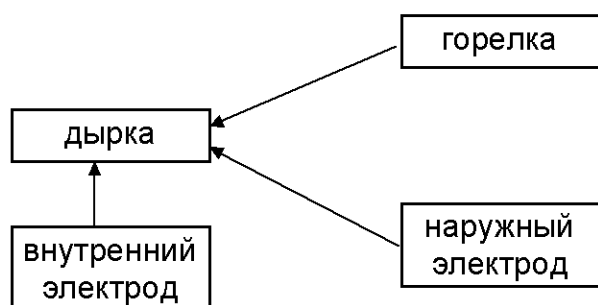
Условия задачи, в том виде, в каком они попадают к изобретателю, называются **исходной ситуацией**. В ней содержится **административное противоречие (АП)**, т.е. противоречие типа: *"Надо получить то-то, но я не знаю, как это сделать"*. Любая исходная ситуация требует предварительной обработки - выделения из расплывчатой проблемы изобретательской задачи, которая, как мы уже знаем, должна обязательно содержать техническое противоречие. Для этого в ТРИЗ разработана специальная система последовательных шагов. Рассмотрим их на конкретной задаче.

**Задача 57.** Для проверки герметичности швов стеклянных изделий, например, элементов вакуумных систем (трубок, холодильников и т.п.), используют высокочастотный электрический разряд. Внутри изделия (пусть это будет стеклянная трубка) вставляют один электрод а снаружи подносят второй электрод. Между электродами (через стеклянную стенку) возникает коронный разряд (от слова "корона" - венец) - слабое свечение ионизированного воздуха. Если есть даже очень маленькая дырка в шве, то разряд концентрируется в ней и дырка ярко светится. Потом наружный электрод убирают и запаивают дырку высокотемпературной горелкой. Все хорошо, но как только электрод уберут, дырку не видно и приходится запаивать наугад. А запаивать желательно быстро, чтобы не возникали температурные напряжения в изделии. Пламенем нужно точно "лизнуть" дырку, а не водить им вокруг предполагаемого микроотверстия. Как быть?

Примечания: 1) в дырку нельзя вводить никаких веществ (например, светящихся), так как это нарушит состав специального тугоплавкого стекла, 2) наружный электрод нежелательно держать в пламени горелки - он недопустимо испортится.

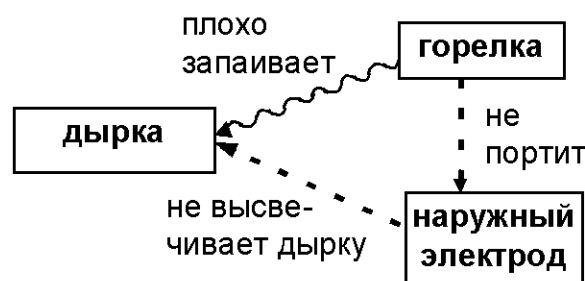
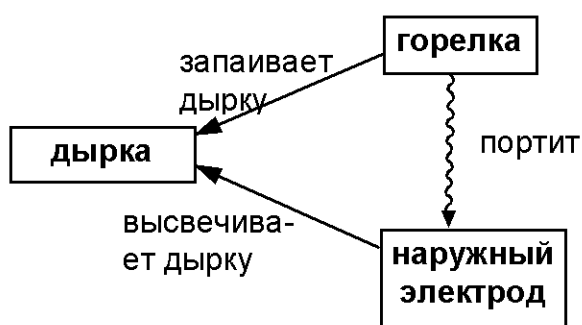
В условиях задачи содержится АП: надо, чтобы дырку было хорошо видно во время запайки, но неизвестно, как это сделать. Задача, это сразу видно, не заведена в тупик предыдущими попытками решения, в ней нет категоричного указания "улучшить то-то" и не отсекаются различные направления решения. Из этой исходной ситуации может вытекать несколько задач: как обнаружить дырки без электродов? Как защитить электрод от пламени? Из какого вещества сделать сверхтугоплавкий электрод? Как обеспечить свечение дырки без введения какого-либо вещества? Как изготавливать стеклянные изделия с абсолютно герметичными швами (или вообще без швов)? И т.д. Довольно большой выбор минимальных и максимальных задач. Какую же задачу выбрать для решения?

**Шаг 1. Обработка исходной ситуации.** Строится схема иерархии ТС (или последовательности технологического процесса) и отыскивается "больное" место в ТС (или в процессе).



Как работает эта схема? В трубку вставляют электрод, наружным электродом водят вдоль шва, при появлении яркого свечения засекают "на глазок" место дырки, убирают наружный электрод, берут горелку и запаивают. Изобразим это схематично.

В какой части ТС проявляется недостаток ("больное место"), требующий исправления? Между горелкой и наружным электродом: если электрод не убирать, то дырку хорошо видно вовремя запайки, но электрод недопустимо портится, а если электрод убирать, то он не портится, но тогда дырку не видно. С внутренним электродом все нормально, поэтому уберем его из схемы. Изобразим оба состояния конфликта между наружным электродом и горелкой:



## Шаг 2. Переход к мини-задаче<sup>1</sup>.

Мини-задача - это сильно уменьшенная исходная ситуация. Этот шаг очень важен, здесь происходит резкое сокращение возможных направлений решения по принципу: **"Все остается без изменения или упрощается, но при этом появляется требуемое действие (свойство) или исчезает вредное действие (свойство)"**. Переход от ситуации к мини-задаче не означает, что взят курс на решение небольшой задачи. Наоборот, все осложняется, ведь вводится ограничение: надо получить положительный эффект, ничего не меняя. Такой переход отсекает множество тривиальных вариантов решения, связанных с усложнением оборудования (напомним, что сложное сделать просто, а простое - сложно).

Конечно, нельзя сказать, что решение мини-задачи абсолютно всегда приводит к ответу. Но это очень выгодный путь, и по нему обязательно надо пройти, решая первый раз задачу. Если удастся получить ответ, то это будет сильное решение (получить все, без ничего). Такое решение легко внедрить, оно не потребует значительных переделок в ТС. И только если не будет решена мини-задача, следует переходить к макси-задаче.

Повторим еще раз: Мини-задача получается из исходной ситуации путем ввода ограничения на изменения по формуле: то, что есть, минус недостаток или то, что есть, плюс требуемое достоинство.

<sup>1</sup> Далее идет сокращенное изложение АРИЗ (алгоритма решения изобретательских задач). Полный текст АРИЗ-85 - В (последняя модификация) приведен в книге. Альтшуллер Г.С. Найти идею. - Новосибирск: Наука, 1986

Макси-задача получается из исходной ситуации путем снятия ограничения: исходную систему разрешается заменить на новую.

**Форма записи мини-задачи:**

**Техническая система для (указать назначение) включает (перечислить основные части системы).**

**Техническое противоречие 1 (указать).**

**Техническое противоречие 2 (указать).**

**Необходимо при минимальных изменениях в системе (указать результат, который должен быть получен).**

Примечания:

1. При записи мини-задачи следует указать не только технические части системы, но и природные (если они есть), взаимодействующие с техническими.

2. Техническими противоречиями называют взаимодействия в системе, состоящие в том, что:

*полезное действие вызывает одновременно и вредное;*

или:

*введение (усиление) полезного действия или устранение (ослабление) вредного действия вызывает ухудшение (в частности недопустимое усложнение) одной из частей системы или всей системы в целом.*

3. Технические противоречия составляют в двух формулировках (ТП-1 и ТП-2).

В ТП-1 записывают одно состояние элемента системы с объяснением того, что при этом хорошо и что плохо.

В ТП-2 записывают противоположное (инверсное) состояние этого же элемента и вновь, что хорошо и что плохо.

4. Иногда в условиях задачи дан только один элемент (то, что надо обработать), технической системы нет (т.е. неизвестно, чем обрабатывать), поэтому нет явного ТП. В этих случаях условно достраивают систему любым простым известным способом. Способ этот заведомо не годится (если способ хорош, то задачу не надо решать). Введение известных элементов что-то ухудшит в системе, на этом и строятся противоречия.

5. Мини-задачу записывают без терминов, заменяя их простыми словами для снятия психологической инерции.

Запишем по указанной форме мини-задачу, получающуюся из условий задачи 57.

**Мини-задача.** ТС для обнаружения и запайки дырок в стеклянных изделиях включает стеклянные изделия, проводник, пламя горелки.

**ТП-1:** если **проводник не убирается**, то дырку видно во время запайки (запайка происходит быстро и точно), **но проводник недопустимо портится**.

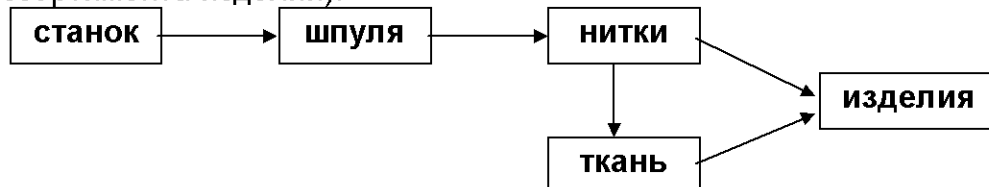
**ТП-2:** если **проводник убирается**, то он **не портится**, но дырку при запайке не видно (запайка происходит медленно и неточно).

Необходимо при минимальных изменениях в системе обеспечить быструю и точную запайку дырок.

Выделенные слова показывают строгую инверсность второго противоречия по отношению к первому.

## "КАТУШКА НИТОК ВСЕХ ЦВЕТОВ"

Обработка исходной ситуации. Как работает система на швейной фабрике? Автоматическая линия в течение смены выпускала изделия одной модели и одного цвета. Между сменами успевали перенастроить станки и сменить шпули с нитками под цвет новой ткани. Но вот потребовалось менять ткань чаще (расширить ассортимент изделий), и резко упала производительность - на смену шпули с нитками уходит недопустимо много времени. Система состоит из станка, шпули, ниток, и изделий (ассортимента изделий).



Можно решать несколько **макси-задач**: поставить новые станки, изменить шпулю, добавить скоростную намотку, ЭВМ и т.д.

А если все оставить, как есть, то в какой части системы конфликт?

Изменение ткани расширяет ассортимент изделий, но требует смены нити, а это долго. Все дело в ткани: если ее менять часто, то будут разнообразные изделия, но низкая производительность, а если не менять, то производительность будет высокая, но изделия будут однообразные.

**Мини-задача.** ТС для выпуска швейных изделий включает станок, шпулю, нитки, ткань, изделия.

**ТП-1:** если ткань менять часто, то изделия выпускаются разнообразные, но тратится много времени на смену ниток.

**ТП-2:** если ткань не менять, то на смену ниток время не затрачивается, но изделия выпускаются однообразные.

Необходимо при минимальных изменениях в системе обеспечить выпуск разнообразных изделий с высокой производительностью.

## НА ПУТИ К ИЗОБРЕТЕНИЮ

Главная ошибка при решении задач состоит в том, что стремятся угадать ответ. Бессистемные прыжки мысли вредны по двум причинам: во-первых, они возвращают человека в русло старого, "привычного" МПиО и постепенно разрушают крупницы дисциплины мышления, накопленные при использовании вепанализа и закономерностей развития ТС: во-вторых, очередной "скачок" мысли может привести человека к идее ответа, который ему покажется верным, это создает труднопреодолимый барьер инерции.

Надо приучить себя к постепенному, терпеливому приближению к решению. Систематический анализ, который мы начали вести по задаче 57, - более длинный путь, чем, например, вепанализ, но зато и более надежный. Логика анализа специально составлена таким образом, что коридор возможных решений все время сужается. В ходе анализа остается все меньше и меньше "простора" для метания мысли.

*Анализ мы начали с туманной исходной ситуации.* Зона поиска здесь весьма велика: есть некая ТС, в ней что-то происходит не так, и невозможно заранее сказать, какая часть системы в этом виновата. Обработав исходную ситуацию, мы приблизительно определили место конфликта и затем перевели ситуацию в мини-задачу. При этом было отброшено множество направлений решения, а в задаче осталось всего несколько элементов, связанных с конфликтом. Следующий шаг на пути к изобретению - **построение модели задачи**; здесь в поле зрения останутся всего два элемента, а конфликт между ними будет усилен до предела.

**Шаг 3. Выделить и записать конфликтующую пару элементов: изделие и инструмент.**

Примечания:

6. **И з д е л и е м** называют элемент, который по условиям задачи надо обработать (изготовить, переместить, изменить, улучшить, защитить от вредного действия, обнаружить, измерить и т.д.). В задачах на обнаружение и измерение изделием может оказаться элемент, являющийся по своей основной функции инструментом, например, шлифовальный круг.

7. **И н с т р у м е н т о м** называют элемент, с которым непосредственно взаимодействует изделие (фреза, а не станок, огонь, а не горелка). В частности инструментом может быть часть окружающей среды.

8. Один из элементов **к о н ф л и к т у ю щ е й п а р ы** 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 действие одного и того же инструмента. Одно изделие мешает другому.

9. Если один инструмент по условиям задачи может иметь два состояния, надо указать оба состояния.

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

Главный смысл этого шага состоит в выборе из всех элементов ТС двух самых важных элементов, из-за которых и происходит конфликт. Будем что-то делать именно с этой парой! То есть идет дальнейшее сужение анализа.

В большинстве задач из условий ясно, что является изделием, что инструментом. Трудности возникают опять же из-за инерции терминов ("изделие", "инструмент"). То, что в условиях задачи называется этими словами, не всегда совпадает с формулировкой понятий на этом шаге.

Является ли элемент системы изделием или инструментом - это зависит от его основной роли в работе "больной" части системы. Полезно пользоваться самыми общими формулировками: **инструмент - "то, что действует", изделие - "то, на что действуют"**.

Например, в одной задаче льдом надо покрыть поверхность - что здесь изделие, а что инструмент? Изделие - поверхность, инструмент - лед. В другой задаче надо узнать степень обледенения обшивки самолета в полете, здесь лед - изделие, а какой-то прибор для измерения обледенения - инструмент.

**В задаче 57** изделие - дырка (ее обрабатывают) инструмент (двойной) - проводник, пламя (а не горелка).

**В задаче о швейной фабрике** инструмент - ткань (то, что оказывает действие на состояние ниток и швейных изделий), изделие (сдвоенное) - нитки и швейные изделия (прямое совпадение понятий "изделие").

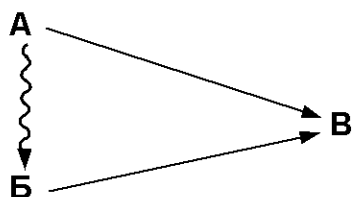
#### Шаг 4. Составить графические схемы ТП-1 и ТП-2, используя таблицу видов конфликтов в моделях задач.

Изобретательских задач бесчисленное множество, и казалось бы, столько же должно быть видов противоречий. Но на самом деле типовых противоречий в большинстве задач между изделием и инструментом всего девять (см. с.107). Эти схемы не являются жесткими, их можно изменять, подправлять под условия задачи и даже, в некоторых задачах, можно составлять другие схемы, если они лучше отражают сущность конфликта. Выберем из них те схемы, которые подходят для конфликтов в наших задачах.

В задаче 57 один из элементов сдвоенный. Сдвоенные элементы есть только в схемах 3, 4, 6. Схемы 3, 4 не подходят, так как они относятся к конфликтам со сдвоенными изделиями. Схема 6 точно отражает сущность конфликта: обнаружение дырок несовместимо с их запайкой. Составим графические схемы противоречий (А - пламя, Б - проводник, В - дырка):

**ТП-1**

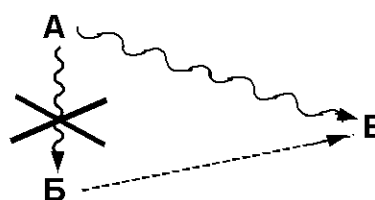
(проводник не убирается)



Пламя хорошо действует на дырку (запаивает), проводник хорошо действует на дырку (обнаруживает), но пламя плохо действует на проводник (портит его); здесь к типовой схеме добавлено действие АВ.

**ТП-2**

(проводник убирается)

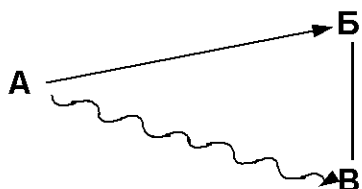


Пламя плохо действует на дырку (долго и неточно), проводник не действует на дырку (не обнаруживает), но зато избавились от плохого действия пламени на проводник

В задаче о швейной фабрике конфликт полностью совпадает со схемой 4 (А - ткань, Б - изделие, В - нитки):

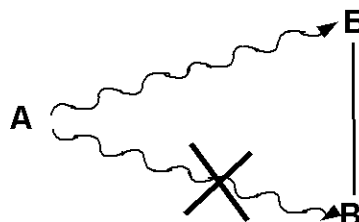
### ТП-1

(ткань меняется)



### ТП-2

(ткань не меняется)



**Шаг 5.** Выбрать из двух схем конфликта ту, которая обеспечивает наилучшее осуществление главного производственного процесса (главной полезной функции всей ТС, указанной в условиях задачи). Указать, что является главным производственным процессом (ГПП).

Примечание:

11. Выбирая одну из двух схем конфликта, мы выбираем и одно из двух состояний инструмента. Дальнейшее решение должно быть привязано именно к этому состоянию. Нельзя, например, подменить состояние "проводник не убирается" каким-либо компромиссным "проводник почти не убирается". Анализ требует обострения, а не сглаживания конфликта.

В задаче 57 ГПП - хорошая запайка дырок, этому отвечает только схема ТП-1.

В задаче о швейной фабрике ГПП - выпуск разнообразных изделий, поэтому выбирается также ТП-1.

**Шаг 6.** Усилить конфликт, указав предельное состояние (действие) элементов.

Примечание:

12. Большинство задач содержат конфликты типа "много" элементов и "мало" элементов ("сильный" элемент - "слабый" элемент и т.п.). Конфликты типа "мало элементов" при усилении надо приводить к одному виду - "ноль элементов" ("отсутствующий элемент").

Усилим конфликт в задаче 57: проводник никогда не убирается, всегда около дырки, даже при очень сильном пламени. Что при этом произойдет с проводником? Он испортится необратимо, полностью сгорит, его не будет - отсутствующий проводник.

Усиление конфликта в задаче о швейной фабрике: ткань меняется каждую секунду, непрерывно.

**Шаг 7.** Записать формулировку модели задачи, указав:

- 1) конфликтующую пару,
- 2) усиленную формулировку конфликта,

3) что должен сделать видимый для решения задачи икс-элемент (что он должен сохранить и что должен устранить, улучшить, обеспечить и т.д.

Примечание:

13. Не следует задумываться о том, что такое икс-элемент. Он не обязательно должен оказаться какой-то новой вещественной частью системы. Икс-элемент - это некое изменение в системе, некий ИКС вообще. Он может быть равен, например, изменению температуры или агрегатного состояния какой-то части ТС или внешней среды.

**Модель задачи** - это условная схема задачи, отражающая структуру конфликтного участка системы. Переход от задачи к модели задачи обеспечит впоследствии выявление физического противоречия.

**Модель задачи 57.**

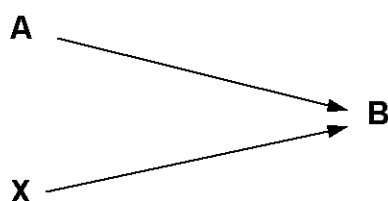
Даны дырка, пламя и никогда не убирающийся проводник (отсутствующий проводник). Необходимо, чтобы икс-элемент обеспечивал свечение дырки во время запайки при отсутствующем проводнике.

**Модель задачи о швейной фабрике:**

Даны ткань, нитки и швейные изделия. Цвет ткани непрерывно меняется. Необходимо, чтобы икс-элемент обеспечивал мгновенную смену цвета ниток при непрерывно меняющемся цвете ткани.

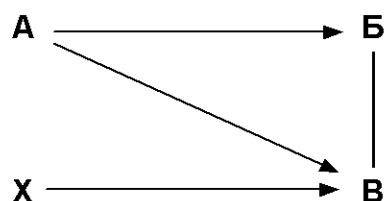
**Шаг 8. Уточнить выбранную схему конфликта. Схема уточняется по модели задачи с учетом действия икс-элемента.**

**Задача 57**



Проводника нет, поэтому он не показан на схеме. Икс-элемент обеспечивает свечение дырки при отсутствующем проводнике.

**Задача о швейной фабрике**



Икс-элемент обеспечивает мгновенную смену цвета ниток при непрерывно меняющемся цвете ткани.

### 1. Противодействие



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

### 2. Сопряженное действие



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

### 3. Сопряженное действие



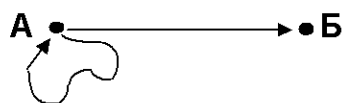
Полезное действие А на одну часть Б оказывается вредным для другой части Б. Требуется устранить вредное действие на Б<sub>2</sub>, сохранив полезное действие на Б<sub>1</sub>.

### 4. Сопряженное действие



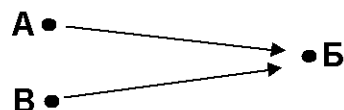
Полезное действие А на Б является вредным действием на В (причем А, Б и В образуют систему). Требуется устранить вредное действие, сохранив полезное и не разрушив систему.

### 5. Сопряженное действие



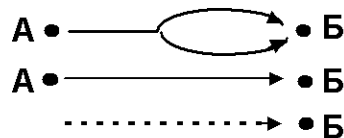
Полезное действие А на Б сопровождается вредным действием на само А (в частности вызывает усложнение самого А). Требуется устранить вредное действие, сохранив полезное.

### 6. Несовместное действие



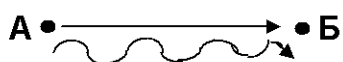
Полезное действие А на Б несовместимо с полезным действием В на Б (например, обработка несовместима с измерением). Требуется обеспечить действие В на Б (пунктирная стрелка), не меняя действие А на Б.

### 7. Неполное действие или бездействие



А оказывает на Б одно действие, а нужно два разных действия, или А не действует на Б. Иногда А вообще не дано: надо изменить Б, а каким образом неизвестно. Требуется обеспечить действие на Б при максимально простом А.

### 8. "Безмолвие"



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

### 9. Нерегулируемое частности избыточное действие



А действует на Б нерегулируемо (например, постоянно), а нужно регулируемое действие (например, переменное). Требуется сделать действие А на Б регулируемым (штрих-пунктирная стрелка).

## ОСНОВЫ СИЛЬНОГО МЫШЛЕНИЯ

Упражнения по развитию воображения могут показаться непосвященному человеку странными или даже нелепыми. Но это только на первый взгляд. Представьте, как удивились бы гуманоиды из другой звездной системы, оказавшись они в первый момент пребывания на Земле у окна спортзала. Они бы увидели в высшей степени странную картину: люди, напрягаясь из последних сил, поднимают какие-то тяжелые "железки", тянут пружины, подтягиваются на перекладине, т.е. ничего не добывают и не производят полезную работу. Подобная обстановка царит и на занятиях по курсу РТВ - нормальные люди азартно спорят о "бессмысленных" вещах, высказывают в основном "ненормальные" мысли, обсуждают абсолютно "сумасшедшие" идеи. А между тем идет серьезная и напряженная работа. От задачи к задаче осваиваются приемы фантазирования: сначала простые (увеличение, уменьшение, инверсия и т.д.), затем более сложные (сделать свойства объекта меняющимися во времени, изменить связь между объектом и средой), мысль приучается преодолевать психологические барьеры. Если в начале занятий искра фантазии высекалась с большим трудом и тут же гасла, то с течением времени полеты мысли становятся все смелее и независимее, выдвигаются оригинальные идеи и даже составляются сюжеты научно-фантастических рассказов. Но для этого нужны десятки и сотни активных попыток преодоления скованности мышления.

**Задача 58.** Предположим, есть планета, которая каждые 24 часа меняет размеры. В фазе "спада" планета подобна Земле, а в фазе "подъема" диаметр вдвое больше. Механизм "пульсации" нас сейчас не интересует. Допустим, что-то заставляет ядро планеты сжиматься и разжиматься. А поверхностные слои - рыхлые, они легко "расползаются", когда идет "подъем". Каковы природные условия на этой планете? Жилища и города? Как выглядит транспорт? Словом, нужно представить себе цивилизацию "пульсирующей" планеты.

Решение подобных задач требует "включения" фантазии на максимальную мощность, развивает гибкость и подвижность воображения.

Собственно говоря, термины гибкость воображения и фантазия несут в себе всего лишь один, главный смысл - это просто признак **сильного мышления** ("хорошо развитое творческое мышление", "мышление высокой культуры" и т.п. - это также синонимы сильного мышления). Второй признак сильного мышления - уверенное владение диалектическим методом, универсальным методом решения любых задач. Мышлению, основанному на **диалектике**, присущи три основные черты: а) способность видеть связи явлений и объектов, т.е. системное видение мира, б) способность формулировать противоречия, т.е. выделять "горячую" точку, узел проблемы, в) способность видеть любой объект в развитии (его прошлое, настоящее, будущее).

Воспитание этих двух признаков сильного мышления - легкости фантазии и жесткой реальности диалектики ("лед и пламень") - и является главной целью курсов РТВ и ТРИЗ, которые обобщенно можно было бы назвать "**Основами сильного мышления**".

Системное видение мира - это, пожалуй, самая выигрышная черта диалектического мышления. Простое и ясное утверждение, что все взаимосвязано со всем, содержит в себе глубочайший смысл, дает возможность тем, кто следует ему, видеть любой объект многогранным, одновременно со всех сторон представлять его про-

шное и будущее. Психологическая инерция же толкает в обратную сторону, она как бы нашептывает: "Возьми только одно свойство объекта, оно тебе хорошо знакомо, оно очевидно - им и оперируй..."

Рассуждения о свойствах и возможных применениях предметов могут стать великолепной иллюстрацией к занятию на тему "Борьба с инерцией терминов". Задайте, например, вопрос: "Что такое стул?" - и вы тут же получите ответ типа: "Приспособление для сидения". Но разве нельзя сидеть на пне, камне, земле?.. Термин очень быстро размывается, захватывая все новые и новые объекты, и, наконец, кем-то высказывается "обобщенная" формулировка: "Любая вещественная поверхность, на которой можно сидеть". Но стоит задать следующий вопрос: "А если у вас будут брюки из ферровещества и где-то рядом источник магнитного поля?", то выясняется, что на "вещественной поверхности" можно не только сидеть, но и ходить в ней.. И это еще не все, не конец "игры в термины". Конец наступит, когда вы зададите серию вопросов: "А разве нельзя придать человеку свойство (пусть пока фантастическое), когда отпадает необходимость в любом "приспособлении для сидения?" Например, эту функцию будут выполнять мышцы (или что-то другое)?.. Иными словами, "приспособление" исчезает, а его функция будет выполняться самим объектом (в данном случае человеком). Можно предположить и большее - в ходе эволюции у человека вообще отпадет необходимость сидеть...

**Задача 59.** Опишите фантастическую ситуацию, когда в процессе эволюции человека отпадает необходимость в некоторых органах тела, функцию которых выполняет внешняя среда или искусственные объекты, коллективного пользования. Как изменится психология человека, его образ жизни? Как будет выглядеть техносфера, жилище? И т.д.

**Задача 60.** Опишите обратную фантастическую ситуацию, когда в процессе развития науки и техники человеку будут постепенно передаваться функции основных технических систем. Под основными понимаются ТС, выполняющие функции, нужные непосредственно человеку (например, функцию передвижения в пространстве выполняют автомобили, самолеты и др.), в отличие от вспомогательных ТС, которые выполняют функции, нужные другим ТС (например, нефтепровод, нефтеперегонный завод и автозаправочная станция нужны лишь для обеспечения работы автомобиля). Как вы считаете, какие функции основных ТС надо придать человеку в первую очередь? Как изменится человек? Какие ТС при этом исчезнут за ненадобностью? Что изменится в мире (например, во взаимоотношениях природы и техники)?

Задачи по РТВ и задачи по ТРИЗ во многом схожи. Единственное принципиальное отличие задач на фантазирование от реальных состоит в отсутствии каких бы то ни было ограничений. В процессе решения фантастических задач объект обычно деформируется до неузнаваемости - привыкайте! - нет запретов на изменение.

Перейдем от простых приемов фантазирования к более сложным (и более эффективным!). Очень сильный прием - **переход реального объекта в идеальный**.

**Сущность приема.** Любой реальный объект, факт или понятие (в науке, технике, культуре, природе) - это система, т.е. совокупность более мелких элементов, а также одновременно часть более крупного объединения. У каждой системы есть *главная полезная функция*, ради которой и существует система. Но существование любой системы не обходится "бесплатно" обществу или природе - система потребляет

ет энергию, вещество, информацию, занимает место, выделяет отходы и т.д. Обобщенная "стоимость" системы - это сумма ее **М, Г, Э (массы, габаритов, энергоемкости)**. Система тем "дешевле", чем меньше М, Г, Э. Предельно выгодная система та, у которой **М, Г, Э = 0**, а функция ее выполняется. Такие системы называются **идеальными системами**.

Это не такая уж фантастика, примеров сколько угодно. Прием этот настолько важен, что мы еще не раз будем говорить о нем. А пока всего три примера.

**На изменение природного объекта.** Для борьбы с насекомыми, вредителями сельскохозяйственных культур, сегодня широко применяются химические инсектициды. Но они не имеют избирательного действия (убивают и "правых" и "неправых"), загрязняют среду. Надежды на биологические средства защиты урожая (искусственное размножение "убийц" вредителей или распыление биологических веществ, являющихся естественными ядами для насекомых) также не оправдались: они или не вписываются в существующий биоценоз и погибают, или, являясь "экологически чистыми", оказываются нестойкими и быстро разрушаются. Идеальная система защиты: клетки культурных растений должны сами вырабатывать токсичные или отпугивающие насекомых и их личинок вещества. Такие эксперименты уже ведутся и у нас и за рубежом: биотехнологи, встроили, например, в клетки табака нужный белок, и листья табака стали сами производить высокотоксичные вещества против вредителей.

**На изменение технического объекта.** Некоторые наручные электронные часы имеют дополнительную звуковую сигнализацию ("пищалку"), это удобно, но... плохо, так как подсистема имеет М, Г, Э. Как быть? Функцию динамика (излучателя звука) передали защитному стеклу, выполнив его из прозрачной пьезоэлектрической пластмассы (идеальный динамик - тот, которого нет, а функция выполняется).

Как избавиться от главного недостатка электромобилей - тяжелых и громоздких аккумуляторов? Одна английская фирма разработала аккумуляторы, которым можно придать любую форму: например, выполнить из них корпус автомобиля, шасси, несущие элементы (идеальный аккумулятор не занимает место и ничего не весит).

Сшивать одежду нитками очень трудоемко, склеивать проще, но клей забивает поры ткани, одежда становится жесткой. Как быть? Одежду из тканей, содержащих не менее 65% синтетических волокон, "шьют" с помощью ультразвука, токов высокой частоты или лучом лазера - волокна как бы срастаются друг с другом (идеальный клей - тот, которого нет).

**На изменение объектов в искусстве.** До Микеланжело художники и скульпторы не раз обращались к легенде о пастухе Давиде, побеждающем страшного великана Голиафа. Они изображали Давида, гордо попирающего ногой поверженного Голиафа. Но вот в 1504 г. на городской площади Флоренции установили скульптуру Микеланжело, в которой Давид был, а чудовища... не было. Образ Голиафа был так хорошо всем знаком, что не было смысла загромождать им скульптуру. От этого "функция" Голиафа стала еще страшнее.

## **Техника работы по приему:**

1. Выбрать объект изменения.

2. Определить его главную полезную функцию.
3. Идеализировать объект:
  - а) путем передачи его функции другим объектам ( $M, Г, Э = 0$ ),
  - б) путем передачи ему одной-нескольких-многих функций других объектов (т.е. исчезают другие объекты).
4. Опишите, что при этом изменится в реальной ситуации и ее окружении. Как изменится жизнь человека, общества, природы?

#### **ПАТЕНТНОЕ БЮРО ФАНТАСТИКИ<sup>1</sup>**

**Фантасты выдвинули немало идей, которые по всем признакам близки к изобретениям. Д.И.Писарев говорил: "Если бы человек не мог представить себе в ярких и законченных картинах будущее, если бы человек не умел мечтать, то ничто бы не заставило его предпринимать ради этого будущего утомительные сооружения, вести упорную борьбу, даже жертвовать жизнью".**

**Автор идеи Г.Уэллс, приоритет 1897 г., рассказ "В бездне".**

**Аппарат для глубоководных спусков, отличающийся тем, что с целью увеличения глубины погружения и времени пребывания под водой аппарат выполнен в форме герметически закрытого корпуса, соединенного тросами и кабелем с кораблем на поверхности.**

**Первая в мире батисфера была спущена на воду через 14 лет, в 1911 г., и погрузилась на глубину 500 м.**

**Автор идеи В.Н.Журавлева, приоритет - 1959 г., рассказ "За 20 минут до старта".**

**Способ длительного пребывания под водой, отличающийся тем, что с целью увеличения длительности в организм водолаза вводят разлагающиеся с выделением кислорода химические вещества.**

**Автор идеи А.А.Богданов (Малиновский), приоритет - 1908г., роман "Красная звезда".**

**Космический корабль, работающий на энергии, высвобожденной при распаде атомов.**

## **ПРАКТИКУМ ПО РЕШЕНИЮ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ**

Основной смысл практикума состоит в том, чтобы научиться сознательно использовать инструменты теории: анализ, противоречия, законы развития технических систем, информационный фонд. Напомним еще раз: нельзя угадывать ответ! Вы можете решить несколько десятков задач по МПиО, но это не даст вам прибавки творческого потенциала. При решении задач по ТРИЗ вы каждый раз будете осваивать, закреплять универсальное правило, дающее ключ к целому классу будущих задач.

<sup>1</sup> По материалам Г.Альтшуллера (Техника и наука. - 1980. -N6); П.Амнуэля, Вл.Гакова (Изобретатель и рационализатор. -1981. - N 1,3,4).

Обратите внимание также и на задачи, разобранные в предыдущих разделах. Теперь они стали частью вашего информационного фонда. Примеры и задачи, иллюстрирующие теоретический материал, подобраны не случайным образом - они типичны для современного изобретательства. В ТРИЗ такие задачи принято называть задачами-аналогами, т.е. задачами, по которым нередко можно решить новую задачу напрямую, без анализа.

На данном этапе нашего знакомства с теорией можно рекомендовать следующую схему решения задач:

**Первый этап:** решения задачи простым анализом.

1. Использование задач-аналогов.

2. Вепольный анализ:

а) определить, к какому классу (синтез, разрушение, развитие) вепольных преобразований относится задача;

б) построить вепольную модель, определить недостающие элементы, вредные связи и плохо работающие части системы;

в) последовательно применить рекомендации (вепольные формулы) соответствующего класса.

3. Использовать правила применения первых двух законов развития ТС.

**Второй этап:** решение задачи с углублением анализа.

4. Применить оператор РВС.

5. Выполнить шаги 1,2 - обработка исходной ситуации, формулировка мини-задачи.

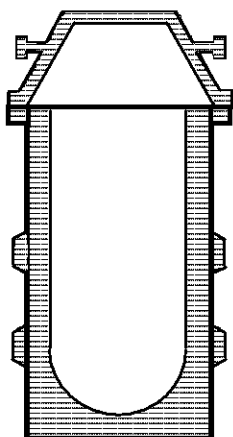
6. Повторить операции первого этапа.

7. Выполнить шаги 3-8.

8. Сформулировать физическое противоречие.

9. Использовать указатель эффектов (см. приложение).

**Задача 61.** Искусство парикмахера проявляется в бритье - точность движений его руки должна быть высочайшей! Но как обучать парикмахерскому ремеслу и оценивать мастерство учеников - не на живых же людях. Предложите идею простейшего устройства с очень малой стоимостью, которое бы объективно показывало результаты экзамена на брадобрее. В сущности, задача на синтез веполя: есть  $V_1$  (бритва) и  $P$  (механическое поле руки,двигающей бритву), нет...чего? Запишите формулу вепольного решения и подумайте о недостающих элементах.



**Задача 62.** Для своевременного ремонта изложниц для стали (металлических форм, в которых расплавленный металл превращается в слиток) необходимо знать число заливок после предыдущего ремонта. Счет заливок ведет учетчик, отмечающий в журнале каждую заливку. Предложите простое и дешевое устройство, обеспечивающее автоматический учет заливок.

Пояснение. Счетчик заливок, естественно, должен быть расположен на внешней стенке изложницы. Что меняется на этой стенке при заливке? Каждый раз происходит "всплеск" теплового поля - его и надо использовать. Повысилась температура - прибор сосчитал единицу и т.д. Что хорошо отзывается на действие теплового поля?

**Задача 63.** Трубчатые пальцы, соединяющие в двигателях поршни с шатунами, изготавливают из дорогих высоколегированных сталей с очень малым отклонением наружного диаметра, поверхность упрочняют, шлифуют. И все равно, за один-два сезона пальцы в моторах сельскохозяйственных машин истираются на 0,01 мм - это допустимый предел, дальше нельзя. Поэтому пальцы извлекают и... отправляют на

переплавку - миллионы пальцев, вся "вина" которых состоит в мизерном отклонении диаметра в меньшую сторону. Инженеры не могли смириться с таким положением и усиленно искали способы восстановления пальцев. Были разработаны и внедрены следующие способы:

раздача нагретых пальцев пуансонами - стержнями, которые ударно вгоняются внутрь пальцев; на один палец уходит 34 мин;

хромирование - на изношенный палец наращивают слой хрома; дорогое и сложное оборудование, норма времени - 14 мин. на один палец;

раскатка - нагретый до высокой температуры палец надевают на оправку и раскатывают валками (как скалкой тесто); дорогое и громоздкое оборудование; невозможно определить момент окончания раскатки;

Количество восстанавливаемых этими способами пальцев так и не поднялось выше 10% от общего их количества по стране.

Итак, требуется идея способа восстановления поршневых пальцев, т.е. увеличение их диаметра на 0,01 мм. Ваше предложение?

**Задача 64.** Ажурные вышки ЛЭП стоят на прочных бетонных фундаментах. В свою очередь фундамент должен покоиться на прочном грунте. На Севере выбора нет, прочный грунт - это монолит вечномерзлого грунта. Лишь небольшой верхний слой оттаивает летом, ниже этой глубины и устраивают фундаменты. Но изредка (когда именно неизвестно) выпадает особенно жаркое лето, тогда от прогретого бетона может растаять окружающий грунт и вышка пошатнется, а то и упадет. Поэтому все лето дежурная бригада на вертолете следит за трассой ЛЭП. Технология проверки примитивная: вертолет зависает около вышки, рабочий спускается вниз и с помощью "контрольного прибора" - заостренного стального стержня - протыкает землю в нескольких местах. В определении глубины оттаявшего грунта легко ошибиться: стержень может наткнуться на камень или обломок бетона. Нужен надежный и простой способ определения глубины оттаявшего грунта, не требующий участия человека. Пролетел, скажем, вертолет над трассой один раз - и все ясно; или еще лучше: у оператора на схеме трассы зажглась красная лампочка, значит надо отправлять аварийную бригаду на вертолете. Ваше предложение?

**Задача 65.** Воздушная линия ЛЭП проходит через местность, в которой иногда сильно повышается температура. При этом от теплового нагрева провода удлиняются и опасно провисают. Известны различного рода натяжные компенсаторы, но они усложняют и удорожают строительство и эксплуатацию ЛЭП. Было предложено сделать опоры ЛЭП выше на 5-7 м, однако это резко повысило бы стоимость сооружения линии. Как быть?

**Задача 66.** При электрококсовании угля воздух подают снизу через слой кускового угля, лежащий на колосниковой решетке. Значит, схема такая: решетка - крупные куски угля - мелкие куски угля; крупные куски нужны, чтобы мелкие не проваливались. Но уголь горюч - крупные куски угля воспламеняются, происходит нежелательный разогрев решетки. Попробовали заменить слой крупного угля защитным слоем из чего-то негорючего (кварциты, фосфориты, углекислый кальций); перегрева колосника нет, но защитный слой смешивается с получаемым коксом, продукция загрязняется. Как быть? Решите задачу по вепольным формулам.

**Задача 67.** Одной из причин заболеваний сельскохозяйственных животных является недостаток или избыток микроэлементов в почве пастбищ. К наиболее важным микроэлементам относятся медь и молибден. Поэтому их необходимо добавлять в удобрения или поливную воду в строго дозированных количествах, притом в очень небольших. Но как это сделать? Промышленность предоставляет микроэлементы в виде разнокалиберных гранул, получаемых на заводах путем размалывания слитков

меди и молибдена или их сплавов. Равномерно смешивать их с удобрениями практически невозможно, и нет гарантии, что растения получают нужную дозу. Одним, как и прежде, микроэлементов не будет хватать, другие получают в избытке. Растирать в пыль гранулы бесполезно из-за мизерности добавок, все равно не удастся их смешать равномерно.

Таким образом, механическое поле (для размельчения) не годится. Магнитное? Но эти металлы не магнитны... Нужно поле, которое бы "отправляло" микрочастички элементов в строго заданном между ними соотношении, например, в поливную воду.

**Задача 68.** Лазерный скальпель, совершающий на наших глазах революцию в древнем мастерстве хирургов, им самим приносит не только радости. Мощный инфракрасный луч, отражаясь от блестящих поверхностей всевозможного инструмента, причиняет тяжелые ожоги даже сквозь одежду, а порой и воспламеняет белье, салфетки. Как быть?

**Задача 69.** В качестве объекта изменения возьмите классную доску. Последовательно примените к ней все известные вам сейчас правила ТРИЗ и приемы РТВ, стремясь каждый раз получить новую идею (некоторые правила можно пропустить). При этом нужно постоянно увеличивать потребность: у классной доски должны появляться новые функции или увеличиваться собственная полезная функция.

**Задача 70.** Канадская фирма "АГА Геотроникс" рекламирует свою установку для проверки толщины слоя огнеупорной футеровки в сталеплавильных конвертерах в процессе их работы. Установка состоит из лазера, измерительной головки, дисплея, блока управления, консоли, ЭВМ. Лазер на консоли опускается в конвертер, его луч отражается от футеровки и попадает на измерительную головку, далее сигнал обрабатывается на ЭВМ и на дисплей выдается величина слоя футеровки с точностью до 10 мм.

Система чрезвычайно громоздкая и дорогая, опускание лазера в конвертер явно не способствует его долгой службе, да и точность не так уж велика; типичный современный "электронный динозавр". Не использовано то, что уже имеется в системе (тепловое поле, свойства жидкой стали, футеровка должна сама "кричать" о своем износе и т.д.). Ваше предложение?

## СИТУАЦИЯ? ЭТО ЕЩЕ НЕ ЗАДАЧА

Вот типичная ситуация.

Попробуйте без ТРИЗ свести эту ситуацию к задаче. Правильно сформулированная задача почти автоматически даст ответ.

Золотые жилы и отдельные крупные самородки в кварцевых породах трудно обнаружить, поскольку сейсмические волны почти не дают отражения (слишком мала "мишень"). Магнитная разведка не приемлема, ибо золото немагнитно.

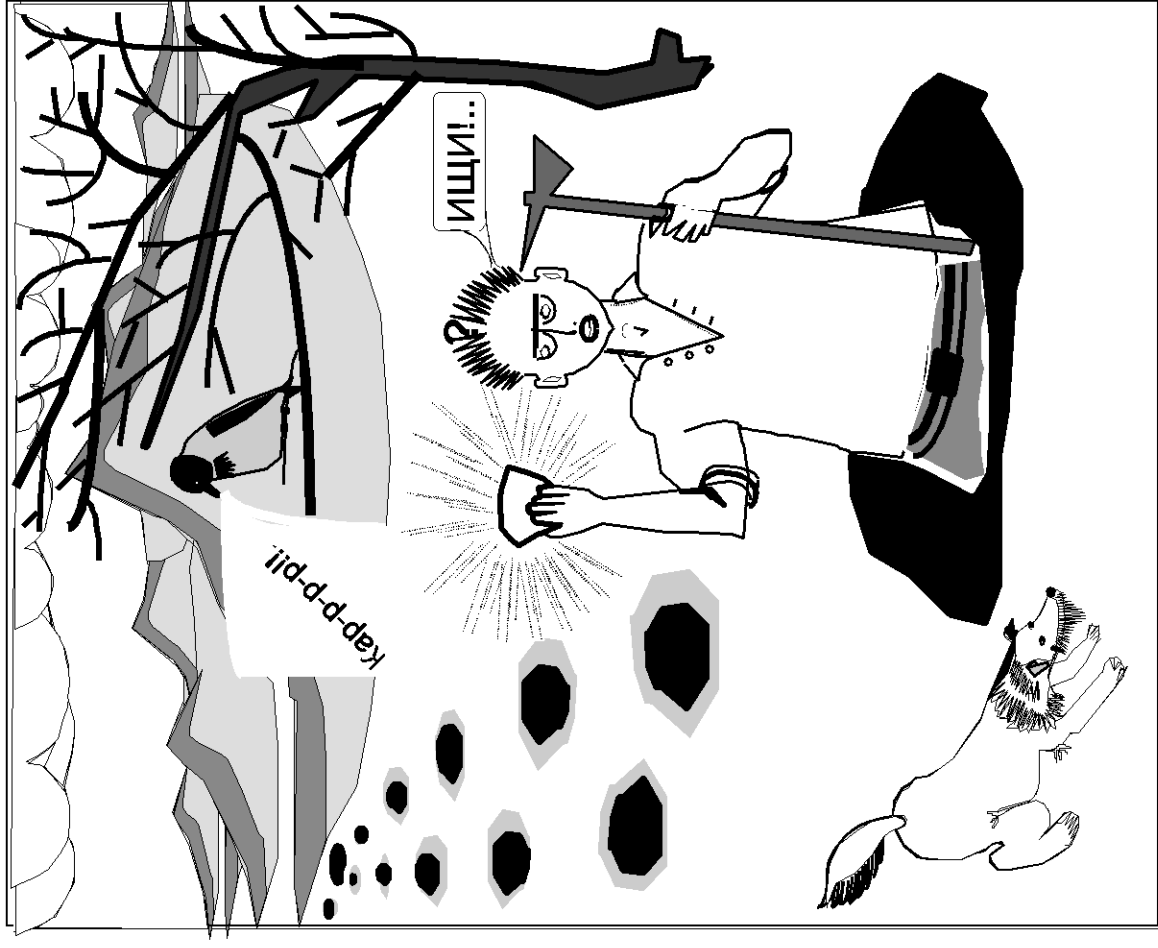
Приходится бурить скважины. Чем чаще закладывают скважины, тем выше точность разведки.

Но с увеличением количества скважин растет стоимость разведки, падают ее темпы.

Хорошо бы увеличить производительность бурения и снизить его стоимость, но как?

Тут целый ворох задач. Может быть, усовершенствовать сейсморазведку? Магниторазведку? Какой-то другой вид геофизической разведки? Или совершенствовать буровую технику? Но что именно? В ней множество механизмов, узлов, деталей...

Примечание: для решения (при использовании ТРИЗ) достаточно школьных знаний, специальные не нужны.



В 1877 г. клерк одного из нью-йоркских банков Джордж Истмен желая получить прибавку к своему скудному заработку, взял надомную работу - покрывать стеклянные фотопластинки желатиновым слоем. Труд оказался нудным, а оплата - доллар за вечер. От такой жизни Истмен принялся за изобретательство и спустя два года получил патент на машину, которая сама аккуратно наносила слой на стекло. Пластинки стали массовой продукцией.

Фотодело увлекло Истмена, и он изобрел упрощенную легкую камеру с размером кадра 10х12 см, организовал ее производство и продажу по цене 12 долларов за штуку. В магазин при мастерской Истмена зачастили фоторепортеры. Один из них похвалил облегченную камеру, но посетовал, что смена пластинок осталась хлопотным делом. Истмен призадумался, но ничего в голову ему не пришло.

Решение нашел другой фотолюбитель - священник Ганнибал Гудвин. В 1887 г. он изобрел и предложил Истмену эластичную фотоленту из прозрачной нитроцеллюлозы. Принцип оказался отличным: светочувствительный слой держался лучше, чем на стекле. Так родилась первая фотопленка. Истмен повысил ее светочувствительность и принялся конструировать пленочный фотоаппарат. Заодно он придумал и затвор на короткие выдержки для знакомых репортеров...

И вот в начале 1888 года, появился пленочный аппарат под названием "Кодак № 1" - он весил всего 300 г и представлял собой деревянную коробочку размером 15х10х8 см. Затвор отрабатывал несколько выдержек в долях секунды. Что касается кадров, то тогда их умещалось на ленте 100 штук, т.е. больше, чем сейчас. Популярность новых камер была столь велика, что Истмену пришлось открыть фабрику. Практически все газеты перешли на камеры "Кодак", отличавшиеся оперативностью работы.

Истмену принадлежит приоритет и в организации фотоуслуг. В инструкции для фотолюбителей говорилось, что любой может принести аппарат в одну из его контор разбросанных по всей стране. Там пленку извлекают, проявят, сделают снимки, наклеют на картон, а камеру перезарядят. Тогда-то и родился лозунг фирмы:

**“ВАМ НУЖНО ТОЛЬКО НАЖАТЬ НА КНОПКУ,  
ВСЕ ОСТАЛЬНОЕ СДЕЛАЕМ МЫ”**

## 6. ИЩИТЕ ТРУДНЫЕ ЗАДАЧИ

### В ЕДИНОМ РИТМЕ

Хотя законы техники и не имеют юридической силы, но и для них справедлива формула: *незнание закона не освобождает от ответственности за последствия*. Чем дальше техническая система отстоит от "законных" условий существования, тем ниже у нее работоспособность и эффективность. Третий закон, обеспечивающий жизнеспособность ТС, называется **законом согласования ритмики частей системы: необходимым условием принципиальной жизнеспособности технической системы является согласование (или сознательное рассогласование) частоты колебаний (периодичности работы) всех частей системы**.

Закон этот очень простой. В мире нет ничего, что находилось бы в абсолютном покое. Но наиболее беспокойная часть мира - техника, в ней все движется, трясется, летит, крутится, т.е. совершает колебания определенной частоты (даже мощные монолиты фундаментов, дома и т.д.). С этой точки зрения абсолютно все системы и их части можно разделить на две группы: те, что колеблются, *"как нам надо"*, и те, что колеблются, *"как нам не надо"*. Хорошо работают, а значит, и жизнеспособны только те системы, в которых вид колебаний подобран так, чтобы части системы не мешали друг другу и наилучшим образом выполняли полезную функцию.

Различают два вида колебаний: собственные и вынужденные, т.е. часть системы может колебаться, *"как ей хочется"* или *"как ее заставит"* колебаться внешняя сила. Частота собственных колебаний - неотъемлемое свойство любой части системы, оно зависит только от характеристик самого объекта (например, от размеров, массы и упругости частей в механических системах, от емкостных и индукционных характеристик в электрических системах и т.д.). Но самое интересное наступает, когда частота внешних силовых (полей) воздействий совпадает с собственной частотой колебаний - это хорошо всем знакомый резонанс (помните, что может произойти с легким мостом, если рота солдат идет через него в ногу? Вспомните такжедребезжание окон от проезжающих автомобилей, раскачивание качелей...). Резонанс может быть и полезным и вредным. Значит, для того чтобы улучшить работу системы, надо или согласовать колебания частей, или, наоборот, рассогласовать их. Использование резонанса (или предупреждение его появления) - *чрезвычайно выгодный прием*: улучшение работы ТС достигается простым изменением элементов (размеров, массы, частоты), в систему ничего не надо вводить нового. Между тем этот закон нарушается - есть множество технических решений, в которых ритмика не согласована или согласована во вредном сочетании. Поэтому большой класс задач связан с необходимостью наведения "законного" порядка в неправильно колеблющихся системах.

**Задача 71.** Дисковые пилы так сильно шумят во время работы, что персоналу рекомендуется надевать специальные звукопоглощающие наушники. Проблему попытались решить в а.с. 519 320: для устранения визга предложено сжимать вращающийся диск с обеих сторон подпружиненными штифтами с шариками. Это образец неразрешенного ТП: чтобы полностью погасить колебания вращающегося диска, надо его сжать штифтами как можно сильнее, а чтобы диск хорошо крутился, надо штифты убрать совсем. Кроме того, шарики и пружины забиваются опилками и перестают работать. Как быть?

Из закона согласования ритмики вытекает ряд правил.

**Первое правило:** в технических системах действие поля должно быть согласовано (или рассогласовано) с собственной частотой изделия (или инструмента).

**Примеры на согласование ритмики (использование резонанса):**

а.с. 996 347 - способ резки стекла путем нанесения надреза на его поверхность и сообщения стеклу акустических колебаний с частотой, равной частоте собственных колебаний стекла (т.е. вместо ненадежного постукивания по обратной стороне надреза предложено озвучивать стекло - оно само расколется по намеченной линии);

а.с. 940 715 - способ распускания закристаллизовавшегося в сотах меда электромагнитным СВЧ-полем с частотой, равной резонансной частоте диполей воды (т.е. вместо подогрева всего меда, что может снизить его качество, предложено разогреть только молекулы воды);

а.с. 639 546 - способ местного теплового воздействия на нервные волокна ритмически изменяющимся тепловым полем с частотой в ритме дыхания;

а.с. 1 163 853 - способ массажа вибрационным аппаратом в ритме сердечных сокращений;

а.с. 1 175 778 - описано самое простое и эффективное устройство для оповещения о приближающемся поезде; оно представляет собой корпус, стерженек, мембрану и резонатор (рупор) - корпус закрепляется на рельсе, и устройство во много раз усиливает его гудение.

Тот же "принцип резонатора" когда-то использовали в концертных залах. В один такой удивительный зал в Каменском (ныне г. Днепродзержинск) специально приезжал в 1912 г. Ф. Шаляпин. Когда он взял высокую ноту, в канделябрах и бра погасли свечи. Секрет разгадали лишь недавно: в стены и потолок добавлено битое стекло, а под паркетом уложен слой бутылок (множество маленьких резонаторов, "настроенных" на высокую частоту, в какой-то момент они создавали сильную звуковую волну, которая и гасила пламя).

**Примеры на рассогласование ритмики (антирезонанс):**

дисковая пила визжит потому, что ее зубья расположены через равные промежутки и ударные волны складываются в сильные резонансные колебания, для разрушения резонанса достаточно сделать зубья с разной величиной, шагом или отгибом от плоскости резания;

а.с. 714 509 - при ветре провода линий электропередачи раскачиваются, и если с их колебаниями совпадут порывы ветра, то возможен обрыв проводов; для исключения резонансных явлений одна из проволок в проводе сделана большего, чем остальные, диаметра.

Во время войны путь через Ладожское озеро в осажденный Ленинград - знаменитая Дорога жизни - был под постоянным прицелом фашистов. Но неожиданно возникла тревожная ситуация: толстый зимний лед начал сам по себе трескаться и разрушаться под колонной грузовиков, без фашистских бомб. Физики быстро ра-

зобрались, что виноват резонанс, и предложили изменить интервалы движения машин так, чтобы образующиеся волны гасили друг друга.

Эффективный способ уйти от резонанса - применение качающихся со смещенным центром тяжести массивных элементов. Например, в а.с. 673 995 предложен регулятор давления, в котором для гашения возникающих колебаний использован груз со смещенным центром тяжести. Тот же принцип заложен в проектах двух небоскребов (США) высотой 520 м - на верхнем этаже будет установлен массивный скользящий противовес.

**Второе правило:** в технических системах должны быть согласованы (или рассогласованы) частоты используемых полей.

В Англии выпущен бесшумный вентилятор со встроенным микрофоном и громкоговорителем: шум мотора и лопастей улавливается микрофоном, преобразуется электронным блоком в звук с противоположной фазой, воспроизводится громкоговорителем, и шум полностью нейтрализуется.

Остроумно применили этот же принцип в Японии. В выставочных залах, аэропортах, холлах гостиниц, и т.п. требуется на разные участки пространства передавать через динамики разную информацию. Но если на потолке или стенах разместить десятки динамиков, вещающих на разных языках, получится невообразимая мешанина звуков. Как быть? Предложено накладывать голоса дикторов на ультразвуковые колебания (модуляция), излучаемые динамиками. При этом каждый динамик излучает два направленных противофазных ультразвуковых луча, лучи пересекаются в нужной зоне зала, гасят друг друга, и остается только голос диктора.

Во время землетрясений мощные сейсмические волны могут попасть в резонанс с естественными вибрациями зданий высотой от 8 до 15 этажей (так было в Мехико в 1985 г.). По а.с. 1 067147 предложен способ гашения сейсмических колебаний с помощью выполненного в земле экрана из магнитопроницаемого вещества, через который пропускают импульсы электрического поля.

**Третье правило:** если два действия, например изменение и измерение, несовместимы, одно действие осуществляют в паузах другого. Вообще, пауза в одном действии должна быть заполнена другим полезным действием.

В многих странах по телевидению передают телевизионную газету. Сигналы, несущие текст, "спрятаны" между кадрами телепрограммы. С помощью приставки (телетекст) можно "пролистать" все 999 страниц телегазеты.

По а.с. 343 722 поперечную раскатку металлического листа ведут в паузах продольной раскатки.

Известный авиаконструктор А.Фокер в 1916 г. решил проблему стрельбы из пулемета через винт самолета, согласовав скорости вала мотора и замкового механизма пулемета (пули пролетают в "паузе" между двумя соседними лопастями).

## **РЕЗОНАНС В ЗАДАЧАХ НА ИЗМЕРЕНИЕ**

**Собственная частота колебаний - универсальная характеристика. Если любое тело заставить колебаться и при этом плавно изменять частоту, то настанет момент резонанса - по этой частоте можно определить характеристики тела. Например, взвесить не взвешивая:**

**а.с. 271 051 - способ измерения массы жидкости в резервуаре путем измерения резонансной частоты резервуара;**

**а.с. 244 690 - способ измерения веса движущейся нити путем измерения резонансной частоты на участке нити между двумя роликами;**

**а.с. 560 563 - способ определения степени опорожнения вымени коровы при машинном доении путем измерения резонансной частоты вымени.**

**А если невозможно придать колебания объекту? Тогда о его состоянии судят по изменению собственной частоты колебаний присоединенного объекта (или внешней среды). Чаще всего к объекту "присоединен" воздух.**

**Например, фирма "Маркони Авионикс" разработала устройство для определения уровня угля в бункере глубиной до 80 м. В описании говорится, что оно включает радар когерентного типа, микропроцессор, дисплей, пульт управления и т.д. Не слишком ли сложно? Давно известен способ медицинской диагностики - простукивание грудной клетки человека. На похожем принципе основан универсальный способ измерения объема любых сыпучих (или жидких) материалов в емкости по объему воздуха над ними (а.с. 321687, 507 781). Достаточно озвучить емкость, измерять частоту звучания воздуха, и по этой характеристике можно определить объем воздуха, а значит, и объем материала.**

## **СТАНДАРТ НА СМЕЛОЕ РЕШЕНИЕ**

О ТРИЗ иногда говорят, что она является обобщением творческого опыта нескольких поколений изобретателей. Это верно лишь отчасти. В самом начале ТРИЗ действительно в основном опиралась на обобщение коллективного творческого опыта. Но опыт этот не шел дальше применения простых приемов. Фундаментальные для ТРИЗ понятия о закономерностях развития технических систем, веполях, противоречиях и т.д. не могли быть извлечены из опыта изобретателей - они лежали за пределами тактики перебора вариантов. С развитием ТРИЗ постепенно накапливался обширный материал о ходе решения задач из самых различных отраслей техники. Оказалось, что внешне совершенно непохожие задачи могут иметь удивительно сходные решения. Так сложилась система стандартов (стандартных решений изобретательских задач)<sup>1</sup> Звания стандартов удостоиваются лишь те сочетания приемов и эффектов, которые гарантируют решение своего класса задач на высоком уровне. Часть стандартов мы уже рассмотрели (вепанализ, правила применения законов развития ТС).

<sup>1</sup> Полностью система стандартов приведена в работе: Альтшуллер Г.С. Стандарты на решение изобретательских задач //Нить в лабиринте. - Петрозаводск: Карелия, 1988

Стандарты основаны на прямом использовании законов развития технических систем. **Закон динамизации**, например, гласит: **“Жесткие системы, для повышения их эффективности, должны становиться динамичными, т.е. переходить к более гибкой, быстро меняющейся структуре”**. А стандарты (правила) указывают конкретные пути такого перехода. И задача "ценой" в тысячи проб переводится в задачу, для решения которой достаточно проверить всего несколько вариантов. Причем это совсем иные варианты. Вместо туманных изобретательских идей, которые трудно генерировать и еще труднее правильно оценивать надо рассматривать конкретные варианты наилучшего воплощения ответа именно в этой задаче.

**Закон динамизации ТС** настолько ясно диктует необходимые изменения в системе, что часто даже не возникает "развилки" - решение сразу становится очевидным. На законе основаны два стандартных направления решения: **1) динамизация вещества системы**; динамизация обычно начинается с разделения вещества на две шарнирно соединенные части; далее динамизация идет по линии: **один шарнир - много шарниров - гибкое вещество - жидкость - газ**; иногда динамизация заканчивается заменой вещественной связи полевой; **2) динамизация поля** в простейшем случае осуществляется **переходом от постоянного действия к импульсному действию**.

Использование в изобретательской практике закона динамизации (как и всех других законов) предельно упрощает не только процесс решения, но и поиск задач. Знание законов развития ТС позволяет увидеть и точно сформулировать изобретательские задачи. Если мы знаем, что любая ТС проходит стадию динамизации, нужно определить, на каком этапе она в данный момент находится, и сделать следующий шаг. Единственная трудность - определение "больного" места в ТС. Для этого нужно знать простое правило: **динамизируется в первую очередь та часть системы, которая испытывает в данный момент наиболее сильное действие факторов, сдерживающих ее развитие**. Факторы могут быть природные, социальные, от других ТС. В простейшем случае это сила, пытающаяся сломать часть системы, чтобы эта часть не ломалась, именно в этом месте и ставят шарнир.

Возьмем, например, утюг. Чаще всего в нем нарушается целостность шнура в месте его выхода из корпуса - из-за перегибов и перекручивания при движении утюга (сила двигающей утюг руки "ломает" шнур в этом месте). Значит, первым шагом динамизации должно быть шарнирное подсоединение шнура к утюгу, как это и предложено в а.с. 1 161 614. Удивительнее всего то, что изобретение сделано в 1985 г., т.е. с опозданием на несколько десятилетий. Незнание законов дорого обходится обществу.

Скажете, утюг - пустяк. Но множество подобных ошибок можно привести из любой, даже самой "серьезной" области техники.

Продолжим динамизацию шнура. Линия подсказывает следующие ходы: много шарниров (весь шнур из шарниров - а что? - удобно, никогда не перекрутится) - гибкий (он и так гибкий, но, значит, его надо сделать очень гибким - как шелковый шнурок) - жидкий шнур (отличное упражнение на развитие воображения!)... Конечно, по линии не обязательно "шагать" непрерывно, можно "перепрыгивать" какие-то этапы динамизации, но до конца надо стремиться дойти всегда. Заменить шнур полем? - Прекрасное решение: сделаем подошву утюга из ферромагнитного вещества, а где-то рядом (в столе, на потолке) поместим источник электромагнитного

поля, далее - поле должно работать в импульсном режиме (за счет тепловой инерции подошвы поле можно периодически выключать), использовать точку Кюри и т.д. Серия изобретений, которых еще нет в патентном фонде. Но и к новым "утюговым" системам можно предъявить претензии, например, в электромагнитном поле будет нагреваться не только утюг, но и кольцо на пальце, металлические пуговицы - как быть? Использовать другое поле и другое вещество (полупроводниковые материалы и СВЧ-поле, сегнетоэлектрики и т.д.).

#### **Примеры на введение одного шарнира:**

- во Франции выпускается строительный кран с передвигающейся вверх-вниз кабиной для облегчения работы крановщика (расширяется поле зрения во время погрузки-разгрузки);
- а.с. 742 639 - гайка с отделяющейся резьбой; если такую гайку освободить от корпуса, резьбовая часть свободно снимается с болта без свинчивания;
- а.с. 134 226 - вращающаяся юбка для танцевальных трюков (пояс юбки состоит из двух концентрических колец, внешнее с закрепленной на нем юбкой свободно вращается относительно внутреннего).

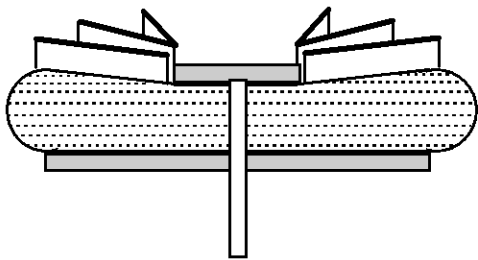
#### **Примеры на введение многих шарниров:**

- патент США 3 561 679 - сопло реактивного двигателя в виде телескопической раздвижной трубы; при запуске раздвигается, при транспортировке складывается;
- а.с. 497 381 - сейсмостойкий дом на конусных шарнирах между каркасом здания и сваями;
- в Финляндии создана машина для очистки от кустарника и мелкоколесья лесных дорог, просек и откосов, в которой часто ломающиеся о камни ножи заменены цепями (цепь вращается со скоростью сотни оборотов в минуту и, как бритва, срезает поросль, обтекая камни).

#### **Примеры на введение гибких элементов:**

- а.с. 965 789 - инструмент для обработки глубоких глухих отверстий в виде пружины, в торцевые витки которой вправлены алмазные зерна;
- а.с. 984 153 - сверло из многослойной ленты, завитой в спираль;
- а.с. 889 113 - фильтрующий элемент для очистки газов и жидкостей в виде пружины с небольшими зазорами между витками, через которые проходит очищаемый поток, но задерживаются загрязнения, как только количество задержанных загрязнений достигает критической величины, давление внутри пружины возрастает, растягивает пружину и она освобождается от осевших на нее частиц;
- проблема защиты берегов от эрозии (размыва волнами), решенная в США: вместо громоздких берегоукрепительных бетонных сооружений (волны со временем разбивают и эти "крепостные стены") используются искусственные водоросли из безвредного для окружающей среды пропилена; водоросли крепятся на заякоренной трубе вблизи берега и задерживают песчинки, при этом наносы растут по 5-7 см в сутки и гасят энергию волн;
- широкое применение нашли зеркала с изменяемой геометрией (за гибкой зеркальной поверхностью расположена пневматическая или вакуумная камера с изменяемым давлением) - зеркала заднего вида в автомобилях, в солнечных электростанциях, телескопах и т.д.

#### **Типичный пример на динамизацию:**



а.с. 1 069 662 - рабочий орган центробежного разбрасывателя удобрений, в котором с целью повышения равномерности распределения удобрений путем регулирования угла установки лопаток, лопатки закреплены на эластичной камере с жидкостью, угол наклона лопаток меняется при изменении количества жидкости в камере.

Вообще, надо помнить, что нет абсолютно жестких конструкций - любую можно согнуть на определенный угол. Хороший прием: чтобы жесткий элемент сделать более гибким, увеличивают его длину. Например, при строительстве трубопроводов надо стыковать участки длиной в сотни метров. Но сварочные головки автомата действуют только в одной четверти окружности, повернуть весь трубопровод нельзя, поэтому низ стыка сварить невозможно. По а.с. 340 495 предложено закручивать трубы на  $180^\circ$  - это никак не отразится на трубопроводе большой длины. Тот же прием использован в а.с. 901 377 - создан путеукладчик, который одновременно



Рис. 23

снимает старые рельсы со шпалами и укладывает новые, длина заменяемых участков 800 м, поэтому их свободно изгибают спиралью, размещая на одних и тех же платформах.

Динамизация телескопа и другой оптики оказалась столь эффективной, что появилась новая наука - адаптивная оптика (т.е. приспособливающаяся к изменяющимся факторам внешней среды - загрязнению атмосферы, изменению положения Солнца и т.п.). Разрабатываются мембранные зеркала, сами принимающие параболическую форму, жидкие линзы с изменяющимся фокусным расстоянием и даже... жидкий телескоп (в качестве зеркала используется вращающаяся жидкость, например, ртуть). (Астрономический журнал. - 1985. - Т.62.- Вып. 3 - С.598).

### **ЛУЧШАЯ ПЛАНКА ТА, КОТОРОЙ НЕТ**

**По а.с. 1 020 141 предложена планка для прыжков в высоту, которая не падает, а разделяется на две половинки при неудачном прыжке (половинки поворачиваются и прилегают к стойкам). Сделайте следующие шаги динамизации.**

### **ШЕРЕНГА МАНЕКЕНОВ**

**Непременный атрибут швейных ателье и Домов моделей - шеренга манекенов всех размеров и конфигураций. Особенно неудобно ими пользоваться при конструировании новых моделей: стандартный манекен приходится "исправлять" под нужную фигуру различными накладками, ватой и т.п., а затем подгонять модель и делать из нее развертку деталей одежды. Как быть?**

### **ДИНАМИЗАЦИЯ В СПОРТЗАЛЕ**

*Обычный гимнастический мостик, от которого отталкивается спортсмен, - жесткая конструкция; единственный способ его "регулирования" - пододвинуть его ближе или дальше от снаряда. Поэтому закономерно появление изобретения по а.с. 618 118 - можно периодически менять жесткость мостика, подтягивая или опуская гайку, удерживающую пружину кручения, расположенную между основанием и платформой. Что здесь плохо? Спортсмены ставятся в неравные условия - у них разный вес, а жесткость мостика во время соревнования одинакова для всех. Вот если бы мостик сам менял жесткость в зависимости от веса спортсмена...*

### **КАК ИЗОГНУТЬ КРИСТАЛЛ?**

*Слова "хрупкий" и "кристаллический" кажутся нам синонимами. Разве можно изогнуть кристалл (а это требуется для некоторых приборов)? Однако наука о сопротивлении материалов говорит, что на небольшой угол изогнуть в принципе можно, если удастся рассредоточить изгибающую силу абсолютно равномерно по всей поверхности. Тогда не будет трещины. Но как это сделать?*

### **ЕСЛИ НУЖНО ВЕЩЕСТВО - ВОЗЬМЕМ ПУСТОТУ**

Напомним: любой объект имеет бесконечное число функций и свойств, а его главную функцию может выполнить бесконечное число других объектов.

Умение видеть хотя бы часть этих свойств и функций (чем больше, тем лучше) - очень важное качество сильного мышления. А раз так, в теории должны быть конкретные рекомендации, отвечающие на вопрос: как не выпустить из поля зрения полезные свойства и функции и где искать их? Прием этот называется **анализом вещественно-полевых ресурсов**. Ресурсы - это все, что есть пока незадействованного внутри технической системы, и в ближайшем ее окружении. Отсутствие видения ресурсов - яркий признак инерции мышления.

Психологической инерции присущи несколько особенностей:

1. Большая часть истории техники складывалась так, что новые функции в технической системе обеспечивались введением новых веществ и полей. Это можно объяснить ограниченностью выбора материалов, причем их свойства были трудно изменяемыми (дерево, камень и т.п.). И только в последнее десятилетие ТС формируются из самых разнообразных веществ, способных работать не только, например, механически, но имеющих также физические, химические и биологические свойства (традиционные материалы также имели множество свойств, но они или не были познаны, или не были нужны). Конструктор же привык видеть одно, главное, свойство применяемого материала - только его он и использует.

2. Все методы конструирования содержат подробные рекомендации по выводу отходов (излишков) энергии из системы. Отходы надо скорее "выкинуть" из ТС, чтобы они не нарушали работу частей системы. Но ярлык вредного фактора прочно закрепляется в сознании. Поэтому конструктор, например, электронной аппаратуры при необходимости подогрева какой-либо детали блока вводит специальную нагревательную подсистему, не видя огромных излишков тепла, с которыми он боролся на предыдущем этапе.

3. Бурное развитие техники создало убеждение, что все можно сделать техническими средствами. Можно, но не нужно. Иллюзия обязательности технического воплощения новой функции является причиной расточительного для общества появления технических систем там, где их функции могут выполнить природные объекты. Когда-то использовали только природные силы (ветер, воду). Но сегодня часто забывают об этих бесплатных ресурсах. Правило "чем меньше техники, тем лучше" (т.е. стремление к идеальным системам) должно быть основным при развитии техники.

**Задача 72.** Стальные тросы, на которых спускается в море трал называются ваерами. Они должны сходить с лебедок синхронно или, как говорят моряки, стравливаться на одинаковую длину. Опережение любого из ваеров вызывает перекося трала, а это чревато серьезными неприятностями. Способ замера длины вытравленных ваеров можно назвать "метод бульбы" у лебедок стоят дежурные и, ориентируясь на пеньковые утолщения в стальном тросе - "бульбы", выкрикивают сколько метров ваера ушло в воду. Хорошо, если погода спокойная, нет качки, а "бульбы" новые. Но и тогда ошибка не исключена: стальные ваера, работая в режиме больших нагрузок, вытягиваются. Как быть?

Лишь недавно задача была решена: на тросах ставят магнитные метки через равные промежутки, блок считывает их и на индикаторе появляются цифры вытравленной или выбранной длины ваера. Прибор этот проще магнитофона и имеет примерно такие же магнитные головки. А до этого несколько десятилетий психологическая инерция не давала возможность увидеть (столь очевидное!) свойства стального троса.

**Задача 73.** Турбореактивные двигатели плохо переносят путешествие на железнодорожных платформах. Толчки на рельсовых стыках могут привести к непоправимому повреждению подшипников качения, на которые опирается ротор. Чтобы этого избежать, ротор необходимо все время вращать, хотя бы чуть-чуть. Как быть?

Что из ресурсов можно использовать для создания вращения? Да что угодно - ветер, солнце, вращение колес платформы и т.д. По а.с. 299 700 использовали энергию... самих толчков. К двигателю подвешивается маятник с инерционным механизмом; толчки и покачивание платформы преобразуются во вращательное движение и медленно поворачивают ротор.

Во время войны советские инженеры придумали, как использовать малую толику водорода из аэростатов заграждения в автомобильных двигателях для привода лебедок, опускающих аэростаты.

А вот тот же принцип решения современной серьезной проблемы. Как защитить от коррозии 200 тыс. км стальных газопроводов страны? Лучший метод - катодная защита: достаточно подать на трубу 1,5-2 вольта (труба - минус, земля - плюс), и

коррозия снизится почти до нуля. Но где взять огромное количество дешевых, абсолютно надежных и не требующих ухода источников тока? Дизельные электростанции, аккумуляторы, батареи и пр. ненадежны и не подходят для сибирских морозов и среднеазиатской жары. Надо использовать единственный надежный ресурс - сам газ (его механическую или химическую энергию). Создан простейший источник тока на термоэлементе - спаяв двух полупроводниковых сплавов (висмута с теллуром и сурьмы с теллуром). Нагревая место спаивания, на свободных несоединенных концах проводочек получают ЭДС постоянного тока. Такой источник тока размещают рядом с трубопроводом, подключают к нему микрогорелку - дальше все работает само, а осматривать их требуется не чаще, чем раз в 10 лет.

Термопары (спаяв разнородных металлов) широко используются как датчики температуры. Зная это свойство, можно получить слабый электрический ток везде, где есть бросовое тепло.

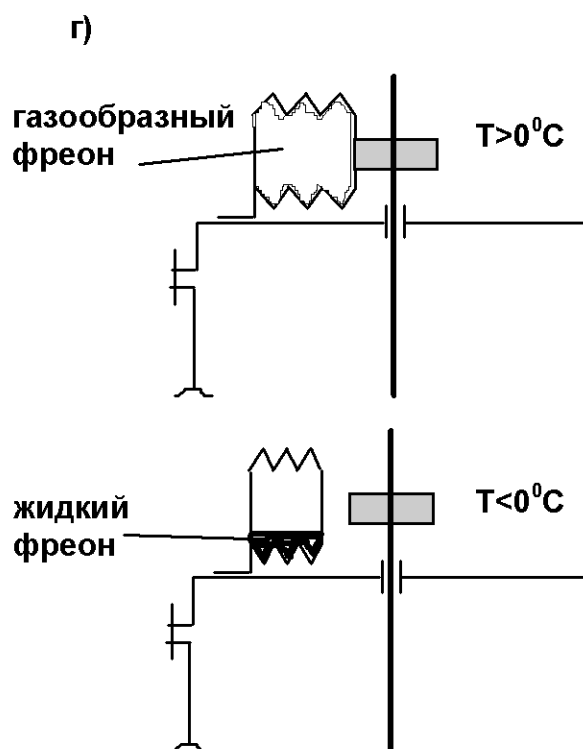
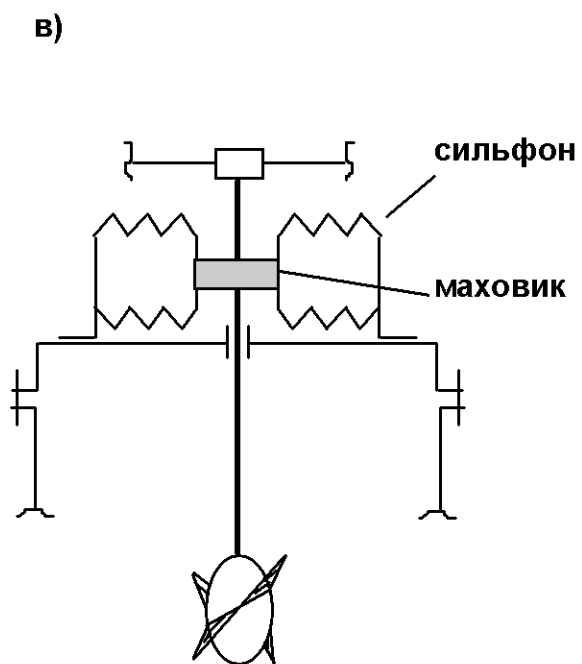
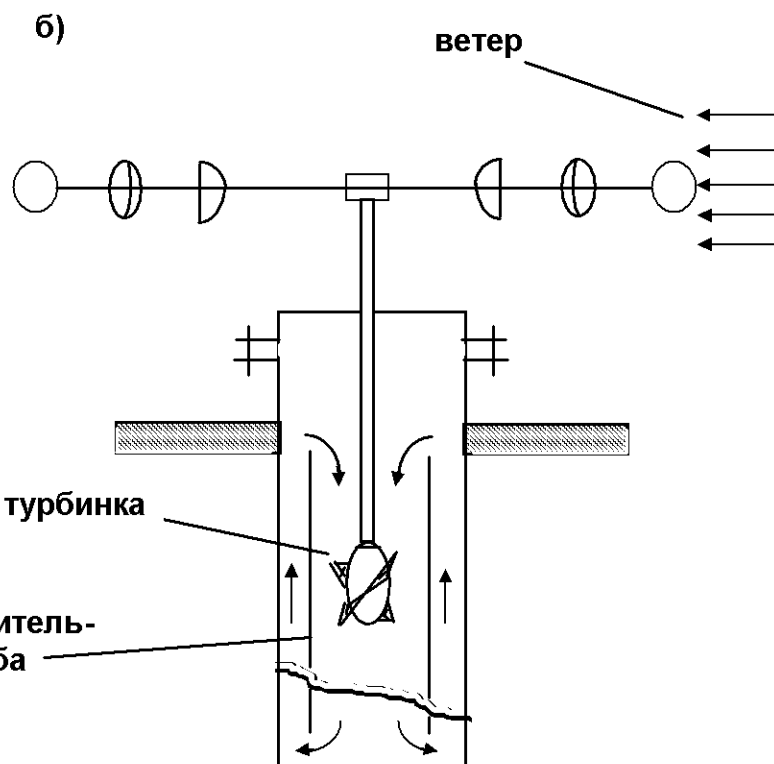
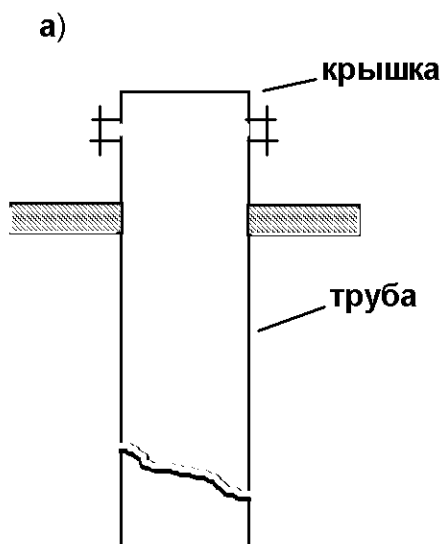
На одном из заводов инженеры подшутили над практикантом, поручив ему проверить до обеда 1000 гальванометров (срочно надо!). Каждый гальванометр нужно было подтащить к стенду, подключить к источнику тока... - работы минимум на неделю. Но практикант подшутил над инженерами. Он взял термопару (от тепла руки на концах проводочек появилась разность потенциалов), обошел стеллажи, поочередно воткнул концы в клеммы приборов, отбраковал их и через 1,5 часа доложил, что все готово...

Техносфера насыщена энергией, правда чаще всего рассеянной, но и этого бывает достаточно. Например, в Японии созданы ручные часы, энергией для которых служат... радиоволны.

Очень выгодно использовать природные (возобновляющиеся) ресурсы.

При строительстве на Севере необходимо тщательно следить за состоянием грунта вокруг опор сооружений - он не должен оттаивать ниже допустимой глубины (фундаменты стоят на мощной, как скала, вечной мерзлоте, если она растает, то превращается в "кисель"). Для этого проводят дополнительную аккумуляцию холода зимой (бесплатный ресурс). В грунте устраивают скважину-колодец со съемной крышкой, зимой крышка открыта (накопление холода), летом закрыта (верхний теплый слой воздуха почти не перемешивается с холодным нижним).

Для лучшей аккумуляции холода зимой предложили принудительную вентиляцию в скважине: крыльчатка в верхней части трубы гонит воздух вниз. Вращает крыльчатку простейший ветродвигатель. Ветер еще один бесплатный и неограниченный ресурс. Но как быть летом? Надо отключать ветродвигатель, поэтому потребовался обслуживающий персонал - плохо. Необходимо обеспечить самообслуживание: с наступлением холодов ветродвигатель сам включается, а при повышении температуры воздуха, допустим до 0°C, он сам отключается. Как быть? Нужен автоматический тормоз, зажимающий ось двигателя летом и отпускающий ее на зиму. И работать он должен от изменения температуры, т.е. опять же от бесплатного ресурса. Здесь явно нужен теполь (веполь на тепловом поле). Можно применить биметалл или нитинол. А вот еще одно эффективное решение: автоматический сильфон. Сильфон - это гофрированный герметичный цилиндр из упругого материала с легкокипящей жидкостью внутри (например, фреоном).



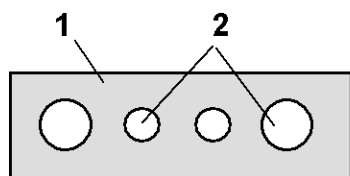


Рис. 25. 1 - лед,  
2 - легкие шланги.

Там, где холода много, лед - самый выгодный строительный материал. Предлагается делать из него: трубопроводы, укладывая надувной легкий шланг (рукав) в траншею и заливая его слоем воды (а.с. 1 146 360, 1 780 848), различные сооружения (а.с. 861 164), в том числе морские суда (Изобретатель и рационализатор. - 1984. - N 3. - С.12-13).

Типичные задачи на использование вещества внешней среды.

**Задача 74.** Судовые краны отличаются от наземных тем, что они не имеют твердой опоры и при выносе тяжелого груза за борт могут опрокинуться вместе с судном. Поэтому нужна какая-то хитрая система противовеса: вот стрела крана поворачивается и тяжелый груз все дальше отходит от центра тяжести судна; в это же время должна возрастать масса противовеса на противоположном борту; при обратном движении груза противовес должен уменьшаться, т.е. противовес не может

быть постоянным, он должен то увеличиваться, то... исчезать. Как быть?

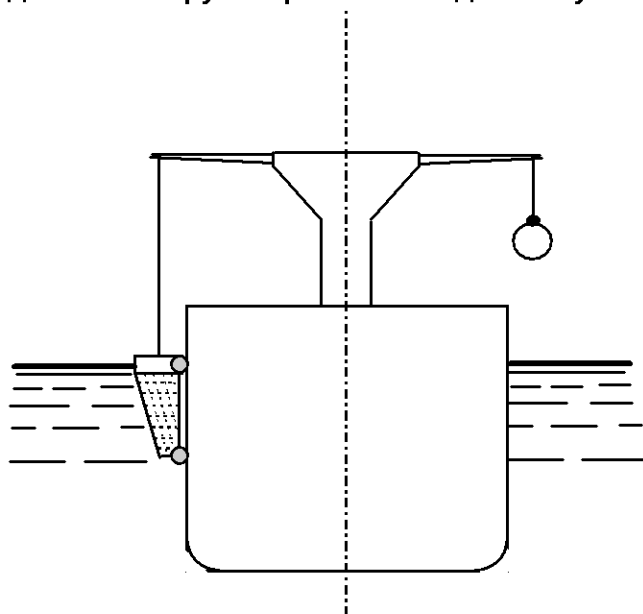


Рис. 26

Задача простая: естественно, противовес должен быть из воды (а.с. 1 202 960). С противоположного борта подвешена емкость (понтон) с водой; если она полностью погружена в воду, противовеса почти нет, а если ее поднимать из воды, вес возрастет до требуемой величины.

**Задача 75.** В действующей химической установке есть две трубы - одна в другой. По кольцевому пространству между трубами, вращаясь, движется неэлектропроводная и немагнитная жидкость. Нужно определить скорость ее спирального движения. Нагревать и охлаждать жидкость нельзя. Вскрывать трубу

нельзя. Прерывать работу установки нежелательно. Трубы стеклянные, толщина кольцевого промежутка 20 мм.

Это трудная задача. Чтобы ее решить нужен подробный анализ, выявление противоречия, формулирование ФП, и его разрешение.

А чтобы разрешить ФП, нужно знать один очень важный вид ресурса.

ФП, например, звучит так: в кольцевом пространстве должно быть вещество-индикатор, чтобы замерить скорость, и такого вещества не должно быть, так как его невозможно туда ввести. Значит, это должно быть "невещество", т.е. пустота. Это типовой прием разрешения подобных ФП: пустоту легко получить, например, с помощью кавитации - пузырьки появятся в фокусе ультразвукового луча, сделают несколько оборотов вместе с жидкостью и исчезнут.

**Задача 76.** При испытании моделей парашюта их помещают в трубу и прогоняют по ней воду. Чтобы сфотографировать образующиеся при обтекании вихри, стропы по-

крывают слоем краски. Но чем больше слой краски, тем больше толстые стропы искажают картину обтекания, хотя и дольше служат. Кроме того, толщина постоянно меняется (краска тает), и это вносит дополнительные искажения. Сделать нити строп в виде трубочек невозможно. Как быть?

Опять сильное ФП (краска должна быть, и ее не должно быть), и снова нужно использовать самый "хитрый" ресурс - пустоту. Здесь подходит второй способ получения пузырьков - электролиз (стропы-проволочки подключают к одному полюсу источника тока, воду - к другому).

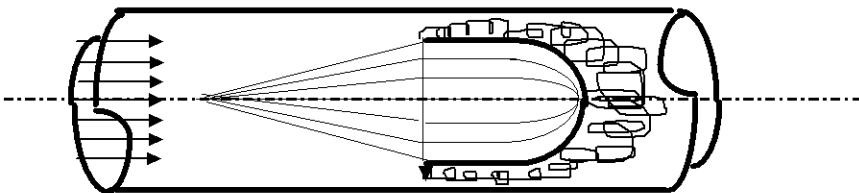


Рис. 27

**Задача 77.** Однако в дальнейших экспериментах выяснилось, что при малых скоростях потока пузырьки всплывают вверх, опыт не получается. Как быть?

Здесь требуется простое изменение ТС - поставить

трубу вертикально и подавать воду снизу вверх, пусть пузырьки всплывают.

**Задача 78.** При испытании моделей новых спортивных парашютов (изменяемая геометрия купола сложной формы, открывающиеся клапаны в куполе, двойной купол и т.п.) пузырьки стали сильно искажать картину обтекания. При отрыве и столкновении вихрей пузырьки соединялись, образуя газовые полости, купол схлопывался. Требуется краска еще более идеальная, нельзя вводить даже пустоту. Как быть?

Если ничего нельзя вводить, то сигнал должна давать сама среда, т.е. вода - единственный оставшийся ресурс. Можно и его использовать. Как говорят специалисты-оптики *"тень не отбрасывают только приведения"*. У чуть подогретой воды другой коэффициент преломления. Если выполнить стропы из тонкой нихромовой проволоки и пропустить слабый ток, мы создадим идеальную краску из той же воды. В проходящем свете на экран будет проецироваться причудливая картина скоростных потоков, струй и вихрей. Таким способом можно увидеть удивительные картины. (Социалистическая индустрия. - 1986. - 10 июля): как тонет капля холодной воды в теплой воде, заглянуть внутрь пламени, увидеть излучаемое телом тепло...

## ТАЙНА МИКРОСХЕМ

Жесткая конкуренция электронных фирм за рынки сбыта часто заставляет их идти на различные махинации с использованием методов промышленного шпионажа. Скажем, разработка новой интегральной микросхемы (ИМС) занимает много времени и средств, но эти затраты могут и не окупиться, если конкуренты сумеют быстро скопировать ИМС и наладить их выпуск (тем более, что ИМС не патентуются, т.е. не имеют гарантированной юридической защиты). Раздобыть новую ИМС несложно - покупай готовое изделие и извлекай микросхему. Скопировать сложнее, но под силу средней лаборатории: ИМС вскрывается и слой за слоем срезается специальным прибором (микротомом), каждый слой фотографируется под микроскопом. Кропотливая эта работа - слои могут располагаться через 1 мкм, тогда с кристалла толщиной 5 мм надо сделать 5 тыс. снимков. Так вот, перед разработчиком встала задача: как защитить новую ИМС от копирования?

Отвлечемся от мира бизнеса и попробуем решить эту задачу как тренировочную. К вам (как будто вы разработчик) два вопроса:

1. Как неопровержимо доказать в суде, что эту схему разработали вы, а не конкурент? Ясно, что в схему надо ввести метку (ловушку) и вводить ее нельзя, так как похитители микросхем ее могут заметить. Как быть?

2. Как сделать, чтобы изготовленная конкурентами копия наверняка не работала или, еще лучше, сразу же вышла из строя?

## МАГИЯ МАЛЕНЬКИХ ЧЕЛОВЕЧКОВ

Отрицательную роль психологической инерции при решении творческих задач отмечали многие исследователи творчества. Также часто подчеркивалась роль воображения. В истории науки и техники отыскивались факты удачного и неудачного решения задач, но, как правило, никаких методических выводов при этом не делалось. Часто, например, приводят два случая смелого образного мышления, связанные с именами Ф.А.Кекуле и Д.К.Максвелла.

*"Однажды, - рассказывает Кекуле, - вечером, будучи в Лондоне, я сидел в омнибусе и раздумывал о том, каким образом можно изобразить молекулу бензола  $C_6H_6$  в виде структурной формулы, отвечающей свойствам бензола. В это время я увидел клетку с обезьянами, которые ловили друг друга, то схватившись между собой, то опять расцепляясь, и один раз схватились таким образом, что составили кольцо. Каждая одной задней рукой держалась за клетку, а следующая держалась за другую ее заднюю руку обеими передними, хвостами же они весело размахивали по воздуху. Таким образом, пять обезьян, схватившись, образовали круг, и у меня сразу же блеснула в голове мысль: вот изображение бензола. Так возникла вышеприведенная формула, она нам объясняет прочность бензольного кольца".<sup>1</sup>*

Второй случай еще более известен. Это мысленный эксперимент Максвелла при разработке им динамической теории газов. В этом мысленном опыте были два сосуда с газами при одинаковой температуре. Максвелла интересовал вопрос: как сделать, чтобы в одном сосуде оказались быстрые молекулы, а в другом - медленные. Поскольку температура газов одинаковая, сами по себе молекулы не разделятся: в каждом сосуде в любой момент времени будет определенное число быстрых и медленных молекул. Максвелл мысленно соединил сосуды трубкой с дверцей, которую открывали и закрывали "демоны" - фантастические существа примерно молекулярных размеров. Демоны пропускали из одного сосуда в другой быстрые частицы и закрывали дверцу перед медленными частицами.

Эпизоды с Кекуле и Максвеллом описывались многими авторами. Но никто не связывал их вместе и не задумывался над вопросом: вот два случая в разных отраслях науки, почему бы не превратить эти случаи в метод, используемый сознательно?

Историю с Кекуле обычно приводили, чтобы поговорить о роли случайности в науке и изобретательстве. А из опыта Максвелла делали и без того очевидный вывод, что ученому нужно воображение...

---

<sup>1</sup> Цит. по книге: Лапшин И.И. Философия изобретения и изобретение в философии. - М: Наука и школа. - 1922. - Т.2. - С. 80-81.

В 50-е годы У.Гордон (США), развивая мозговой штурм, разработал свою методику творческого решения задач - синектику. Одним из приемов в методике была субъективная аналогия (эмпатия). "Конструктор старается представить себе, как можно было бы использовать свое собственное тело для достижения искомого результата, например, что он сам почувствовал бы, если выполнял бы функцию лопасти винта вертолета, какие силы воздействовали бы на него со стороны воздушного потока и со стороны втулки; что он испытывал бы, если бы "был кроватью?"<sup>1</sup>

Субъективная аналогия действительно иногда оказывается полезной. Но чаще всего она вредна, создает дополнительный труднопреодолимый психологический барьер. Человек невольно отбирает и рассматривает только те варианты решения, которые ему (лично) не вредят и отбрасывает все "вредные": разрезание, расплющивание, растворение в кислоте. Кроме того, неделимость человеческого организма мешает образному процессу кардинального изменения объекта. А только такие изменения и есть изобретения.

В ТРИЗ используется более эффективный и универсальный метод - **метод маленьких человечков (ММЧ)**<sup>2</sup>. Взяты именно маленькие человечки, а не, например, молекулы или микробы. Для моделирования нужно, чтобы маленькие частицы видели, понимали, могли действовать коллективно. Применяя ММЧ, изобретатель использует эмпатию на микроуровне, вживаясь в образ частиц вещества. Сохранена сильная сторона эмпатии, и в то же время нет присущих ей недостатков.

#### **Техника применения ММЧ:**

- 1) выделить часть объекта, которая не может выполнить требуемые противоположные действия; представить эту часть в виде "толпы" МЧ;
- 2) разделить МЧ на группы, действующие (перемещающиеся по условиям задачи, т.е. плохо, как задано;
- 3) рассмотреть полученную модель задачи (рисунок с МЧ) и перестроить так, чтобы выполнялись конфликтующие действия, т.е. разрешалось противоречие;
- 4) перейти к техническому ответу.

Обычно выполняют серию рисунков - "было", "надо", "стало", (совмещают первые два); или: "было" и "как должно быть".

Возьмем, например, такую задачу.

**Задача 79.** При испытании супермаховиков (инерционных накопителей энергии, раскручиваемых до скоростей в десятки и сотни тысяч оборотов в минуту) наиболее частой аварией является разрыв маховика на части. Причина разрыва в неоднородности материала маховика (пустоты, наплывы) и неточности изготовления. Практически невозможно повысить точность изготовления и однородность материала. Поэтому заключительной операцией изготовления является балансировка: необычайно точными и тщательно выверенными движениями слесарь сошлифовывает металл там, где его излишек, или наплавляет там, где его недостаток. Многие часы, сутки уходят на балансировку. Как быть?

---

<sup>1</sup> Джонс Дж. К. Методы проектирования. - М.: Мир, 1986. -с.246.

<sup>2</sup> Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. - М.: Сов. радио. 1979. - С. 62-66.

В чем здесь задача? Если применить балансировку, то маховик можно сделать однородным, но это займет много времени, а без балансировки потерь времени нет, но и маховик не однороден. Или еще проще: неоднородность должна быть, так как при существующих методах ее невозможно исключить, и ее не должно быть, потому что при раскрутке маховик разорвется.

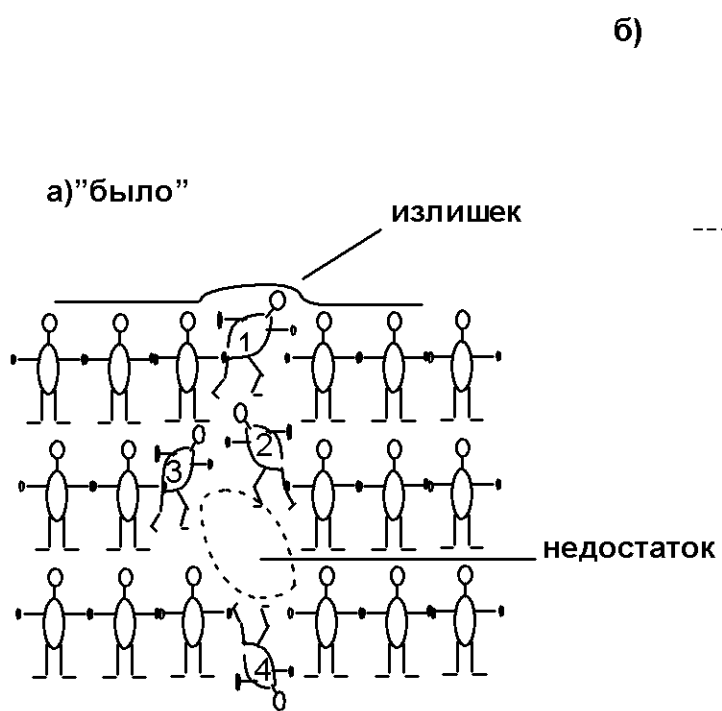
Усилим противоречие: неоднородности есть всегда, а маховик раскручивается до любых скоростей не разрываясь. Это физическое противоречие.

Место конфликта - любая часть маховика. Изобразим это место в виде коллектива маленьких человечков. На рисунке "**было**" (рис.28 а) показано, что среди "нормальных" МЧ есть несколько "ненормальных", которые выбились из своих рядов (№1 из первого ряда высунулся наружу, № 2, 3, 4 также находятся не на своих местах). Все "нормальные" и "ненормальные" МЧ держатся друг за друга, но их "держущая сила" мала по сравнению с центробежными силами.

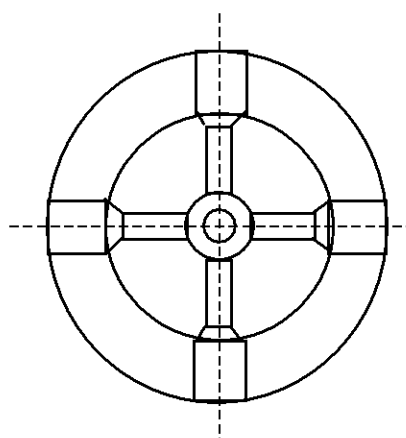
На следующем рисунке - "**как должно быть**" (рис. 28 в) - все человечки заняли свои места, неоднородностей нет. Первое соображение: для того чтобы МЧ заняли свое место, они должны быть свободны, не связаны с другими МЧ. Но если они будут не связаны, то их раскидает в самом начале раскручивания (тут не помогут и сильные магнитные поля).

Как сделать, чтобы они были свободны, но не разлетались при вращении? Это сделать несложно - поставим стенку (рис. 28 г). А если стенка неоднородна? Хорошо, пусть стенка будет с такими же дефектами (пустоты, наплывы). Как должны вести себя те же МЧ? Они должны перераспределиться и уравновесить неоднородности. Раз они свободны, пусть подбегут, соберутся в кучу, где пусто, и разбегутся, раздвинутся там, где наплыв (рис. 28 д) . Второе соображение: МЧ должны быть не просто подвижны, а легкоподвижны.

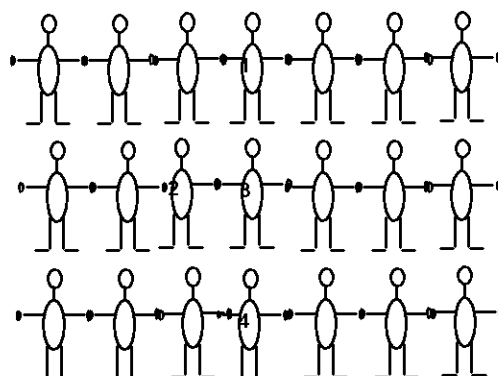
Здесь до технического ответа уже рукой подать: сделаем маховик полым и насыпем туда порошок, еще лучше - шарики. А чтобы шарики быстро и легко перераспределялись в полости под действием центробежных сил, зальем их маслом (пат. США 3 733 923 - самобалансирующийся маховик).



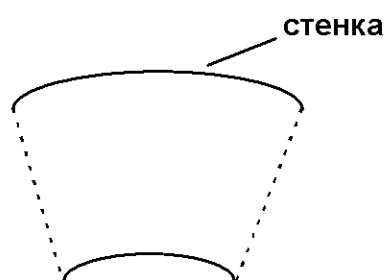
б)



в) "Как должно быть"



г)



д)

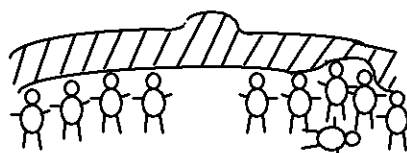


Рис. 28

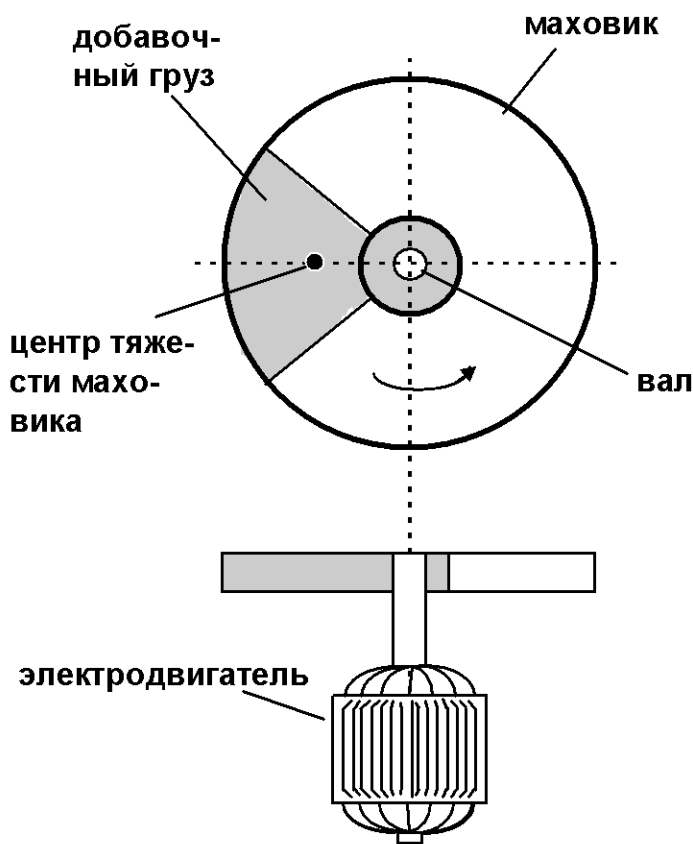


Рис.29.

**Задача 80.** Существуют вибрационные машины с дебалансными вибраторами: на валу электродвигателя насажен дебаланс - маховик со смещенным к краю центром тяжести. Чем больше добавочный груз и чем дальше его центр тяжести от оси вращения, тем больше момент инерции несбалансированной массы маховика и тем выше эффективность работы вибратора. Но тем труднее раскрутить маховик, и приходится ставить электродвигатель, мощность которого во много раз превышает требуемую для работы. Конструкция маховика простая - полый цилиндр с расположенным внутри дебалансным грузом. Как обеспечить высокую эффективность работы вибратора при минимальной мощности двигателя?

Решите эту задачу самостоятельно, применив метод МЧ.

Метод маленьких человечков снижает инерцию, связанную с привычным зрительным образом объекта. Становятся видными тонкая структура объекта, поведение его частиц. Легче заметить и принять "дикие" решения, поскольку для модели с МЧ нет ограничений, здесь все возможно.

Сама сущность ММЧ требует, чтобы человечков на рисунке было много.

Типичная ошибка: рисуют одного или несколько МЧ. Отчетливо представить способ разрешения противоречия можно, только перестраивая большую группу МЧ.

## ПАТЕНТНОЕ БЮРО ФАНТАСТИКИ

**Автор идеи Ж.Верн, приоритет - 1870 г., роман "Двадцать тысяч лье под водой".**

**Способ освещения: применение электрического разряда в газах для целей освещения.**

**Изобретение Ж.Верна внедрено - это всем известные неоновые и другие газосветные устройства.**

**Автор идеи Г.Уэллс, приоритет - 1898 г., роман "Война миров".**

**Рабочее устройство, о т л и ч а ю щ е е с я тем, что для повышения эффективности и расширения сферы применения рабочие органы устройства выполнены в виде гибких подвижных конечностей.**

**Автор идеи Г.Уэллс, приоритет - 1899 г., роман "Когда спящий проснется".**

**Способ обучения человека, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что с целью наилучшего усвоения материала ведут обучение учеников, находящихся в гипнотическом состоянии.**

**Автор идеи Г.Уэллс, приоритет - 1908 г., роман "Война в воздухе".**

**Банка для хранения консервированных продуктов, о т л и ч а ю щ а я с я тем, что для удобства использования банка снабжена встроенным подогревающим устройством, срабатывающим при открывании банки.**

**Автор идеи А.Беляев, приоритет - 1929 Г., роман "Продавец воздуха".**

**Способ хранения воздуха, необходимого, например, для дыхания, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что воздух хранят в состоянии, при котором ядра атомов плотно прижаты друг к другу. Это позволяет сделать максимально возможный запас воздуха.**

**Автор идеи А.Беляев, приоритет - 1936 г., роман "Звезда КЭЦ".**

**Способ добычи полезных ископаемых, например, золота и других ценных металлов, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что в целях максимального использования космических запасов руд ископаемые добываются из астероидов и метеоров либо непосредственно в поясе астероидов, либо после того, как они будут доставлены на базу искусственного спутника Земли.**

**Изобретение А.Беляева пока не внедрено, но уже существует реальный патент на него, выданный в ФРГ (1 229 969).**

## ИЗОБРЕТЕНИЯ, ЗАКАЗАННЫЕ МЕЧТОЙ

Существует эффективный способ развития воображения, фантазии - нужно систематически читать научно-фантастическую литературу (НФЛ). Регулярное чтение НФЛ - обязательная часть курса РТВ. Каждое научно-фантастическое произведение - это, в сущности, одно или несколько упражнений на развитие воображе-

ния: дана необычная ситуация, описаны причины ее возникновения, применен прием выхода из тупика (разрешение противоречия), рассмотрены следствия.

Вторая особенность НФЛ - развитие гибкости мышления, восприимчивости к новому, снижение психологической инерции, подготовка человека к восприятию "диких" идей, без которых немислимо построение будущего.

Поэтому лучше выполняет упражнения и задачи по РТВ тот, кто читает много фантастики. Разумеется, читать надо осмысленно, вдумчиво, постоянно задавая себе вопросы: "А как бы я решил эту задачу? А что бы я сделал в подобной ситуации?". Читать фантастику полезно всякую: из слабой надо делать выводы, на сильной - учиться применению необычных приемов. Библиотека НФЛ - это библиотека сборников по развитию воображения.

**Задача 81.** Предположим, есть планета-тор. Условия почти как на Земле: такая же атмосфера, сутки - 24 часа, год - 365 дней. Наклон "бублика" к плоскости орбиты - 45 град. Три вопроса:

1. Как меняется сила тяжести при передвижении по "бублику"?
2. Как там текут реки?
3. Нарисуйте закат (или восход) Солнца, наблюдаемый с внутреннего экватора "бублика".

Многие привыкли смотреть на НФЛ как на развлекательное чтение, литературу "второго" сорта, средство бездумной растраты времени. Между тем социологические исследования показывают, что наибольший интерес к фантастике присущ, наоборот, тем, для кого важно расширение горизонта мышления, кто интересуется будущим (своим и общества): научным работникам, специалистам по прогнозированию, преподавателям вузов, изобретателям, врачам, студентам, школьникам. За что любят фантастику? НФЛ - это борьба с зарегламентированным миром (демагогией, невежеством, внутренней несвободой, ложью). Не любят НФЛ люди, достигшие успеха и не желающие перемен, не привыкшие много читать и думать...

Фантастика - один из путей втягивания школьников в чтение художественной литературы (хороший прием: введение в литературу через то, что нравится). Тем более что классическая литература во многом включает элементы фантастики: Гомер, Шекспир (тень отца Гамлета), Рабле, Свифт, Дефо, Гоголь ("Нос", "Вакула и черт" и мн. др.), Достоевский, Чернышевский, Пушкин (сказки "Каменный гость", "Моцарт и Сальери" - историческая фантастика)...

Фантастика - это литература в необычном, несуществующем (чего не было и, может быть никогда не будет). Главная цель фантастики, как и всей художественной литературы, - человеко-ведение, познание сущности человека. Главное средство фантастики - построение моделей мира. Фантастика экспериментирует, изменяет реальность (опережающий реализм), и потому она шире, чем просто человеко-ведение. Фантастика неизмеримо раздвигает горизонт, подробно описывает не только реалии сегодняшнего и прошлого, но и далекого, даже очень далекого, будущего. Потому фантастика в большей степени мироведение.

В современной фантастике выделилось более десятка поджанров: научно-техническая фантастика, популяризаторская, философская, историческая, памфлетная, психологическая, социально-утопическая, социально-предупреждающая (антиутопия), парадоксальная, приключенческая, юмористически-сатирическая и т.д. Каждый поджанр - это определенная точка зрения на мир. Нет поджанров "глав-

ных" и "второстепенных", в каждом из них могут быть высокохудожественные произведения (как, впрочем, и в любом виде литературы).

Для курса РТВ наиболее важны два поджанра с ярко выраженной прогностической функцией: научно-техническая и утопическая фантастика. Главная их задача - предвидение научно-технических и социальных изменений в обществе.

Казалось бы, как может фантастика предвидеть то, о чем еще не подозревают ученые?

"Все что человек способен представить в своем воображении, другие сумеют превратить в жизнь" - эти слова принадлежат Ж.Верну. Действительно, история научной фантастики дает яркие примеры превращения "невозможного" в "возможное". В целом получается такая картина (анализ проведен Г.Альтовым).

| Авторы   | Общее количество фантастических идей | Судьба фантастических идей                          |    |                                             |    |                                          |    |
|----------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------|----|---------------------------------------------|----|------------------------------------------|----|
|          |                                      | Сбылись или обязательно сбываются в ближайшее время |    | Подтвердилась принципиальная осуществимость |    | Оказались ошибочными или неосуществимыми |    |
|          |                                      | кол-во                                              | %  | кол-во                                      | %  | кол-во                                   | %  |
| Ж.Верн   | 108                                  | 64                                                  | 59 | 34                                          | 32 | 10                                       | 9  |
| Г.Уэллс  | 86                                   | 57                                                  | 66 | 20                                          | 23 | 9                                        | 11 |
| А.Беляев | 50                                   | 21                                                  | 42 | 26                                          | 52 | 3                                        | 6  |

Столетняя история научной фантастики свидетельствует: у смелых идей большая вероятность осуществления, чем у идей осторожных. Мнение одного из ведущих писателей-фантастов современности Р.Брэдли еще более категорично: "Научная фантастика - самый важный жанр нашего времени. Больше того, она главенствующий жанр нашего времени. Она не часть "главного потока" в литературе. Она и есть главный поток. История научной фантастики - это история идей, которые изменяют мир, но которые сначала были осмеяны и отвергнуты" (Техника молодежи. -1980. - N 9).

Ни одна из сравнительных таблиц, предсказаний и степени их реального воплощения, составленных по результатам работы ученых-футурологов за последние 30 лет, не дает столь высокого процента "попаданий", как у писателей-фантастов. А ведь писатели-фантасты заглядывают в будущее на десятки и сотни лет. Среди удачных предвидений можно назвать, например, утопию Ф.Одоевского "4338 год. Петербургские письма" (1840) - самолеты, электропоезда, синтетические ткани, самодвижущиеся дороги; роман А.Богданова "Красная звезда" (1908) - атомные двигатели, заводы-автоматы (в своем двухтомном труде "Всеобщая организационная наука" (1913-1917) А.Богданов предвосхитил все основные идеи кибернетики); утопия В.Никольского "Через тысячу лет"(1926) - предсказание, что первая атомная бомба будет взорвана в 1945 г.; роман первого американского (в США НФЛ появилась позже, чем в других странах) писателя-фантаста Х.Гернсбека "Ральф 124С41 +" (1911) - видеотелефон, гипнопедия, микрофильмы, радиолокация, ракеты.

Конечно, механизм воздействия фантастики на науку не сводится к простой формуле "фантаст предсказал - ученый осуществил". Более того, в фантастике встречаются идеи сомнительные, неверные и откровенно условные. Однако отлично работают и самые неосуществимые идеи. Просто их работа тоньше: они помогают пре-

одолевать психологические барьеры на путях к "безумным идеям", без которых не может развиваться современная наука. Этот механизм становится в последнее время предметом серьезного анализа. Раскрывая движущие силы современной науки, доктор наук О.И.Ларичев (ВНИИ системных исследований АН РФ) говорит, например, следующее: "Многие замыслы фантастов 50-х годов повлияли если не на сами исследования, то на их цели - и привели в конце концов к позитивным результатам. (...). Этот фактор сильнее, чем кажется на первый взгляд: в подсознание ученых попадают идеи, которые со временем становятся целью". (Химия и жизнь. - 1987. - N 2. - С.18). О роли НФЛ в свое время говорили многие выдающиеся ученые и изобретатели (К.Э.Циолковский, Ю.В.Кондратюк, С.П.Королев и многое др.). Автор открытия одного из видов голографии (диплом на открытие N 88) Ю.Н.Денисюк прямо отмечал, что идею он почерпнул из рассказа И.А.Ефремова "Тень минувшего" (Вопросы изобретательства. - 1986. - N 3& - С& 13). Академик Велихов В.П. также ссылается на НФЛ: многие современные проблемы, связанные с взаимодействием человека и машины, были намечены в научной фантастике 50-60-х годов (Проблемы теории и практики управления. - М., 1965. - N 2).

Следует подчеркнуть, что пока единственным массовым, доступными практически действенным средством развития фантазии остается НФЛ - уникальный способ познания будущего. Ее способность снабжать человечество идеями, моделировать социальные, психологические и научные предпосылки этих идей привлекают и детей, и инженеров, и ученых.

Ни одна смелая идея - ни в науке, ни в фантастике - не была сразу признана абсолютно верной. Идеи всегда рождаются "сомнительными" для обыденного мышления. Поэтому чтение НФЛ должно стать элементом профессиональной подготовки изобретателя.

## ПАТЕНТНОЕ БЮРО ФАНТАСТИКИ

**Автор идеи И.А.Ефремов, приоритет - 1959 г., повесть "Сердце Змеи".**

**Хирургический автомат, снабженный необходимыми для различных операций приспособлениями и управляемый по радио, отличающийся тем, что в целях максимальной эффективности хирургического вмешательства автомат имеет сверхминиатюрные размеры и свободно перемещается в сосудах и внутренних органах. Операция производится без повреждения органов, кроме непосредственно оперируемого.**

**Автор идеи В.Журавлева, приоритет - 1969 г., рассказ "Снежный мост над пропастью".**

**Способ увеличения скорости судов, отличающийся тем, что для уменьшения сопротивления трения воды в направлении движения судна излучают протоны, под действием которых комплексы молекул воды дробятся на отдельные молекулы с резким снижением вязкости и сопротивления движению.**

**Автор идеи Х.Гернсбек, приоритет - 1911 г., роман "Ральф 123С41 +".**

**Способ лечения болезней, отличающийся тем, что для максимального воздействия на больной орган больному передают записанные биотоки соответствующего органа здорового человека, оказывающие на больной орган стимулирующее действие.**

**Автор идеи Р.Хайнлайн, повесть "Если это будет продолжаться...".**

**Способ передачи информации, отличающийся тем, что секретную информацию сообщают курьеру, находящемуся в гипнотическом состоянии, причем после окончания сеанса гипноза курьер не знает ничего о содержании информации. Считывают информацию также после введения курьера в состояние гипноза.**

**Автор идеи Ж.Верн, приоритет - 1914 г., роман "Необыкновенные приключения экспедиции Барсака".**

**Явление сверхпроводимости при комнатной температуре.**

**Роман был написан за 10 лет до публикации. Сверхпроводимость открыл в 1911 г. Х.Камерлинг-Оннес. Крупный шаг к высокотемпературной сверхпроводимости сделан лишь в 1987 г., но при комнатной температуре эффект еще не достигнут.**

## ПОЧЕМУ ПЛОХ МЕТОД ПРОБ И ОШИБОК

От задачи можно (теоретически) идти в любую сторону, но попытки направлены прежде всего в привычном направлении - по вектору инерции (ВИ): *"Надо предотвратить охлаждение расплава? Ладно, будем его подогреть!"*

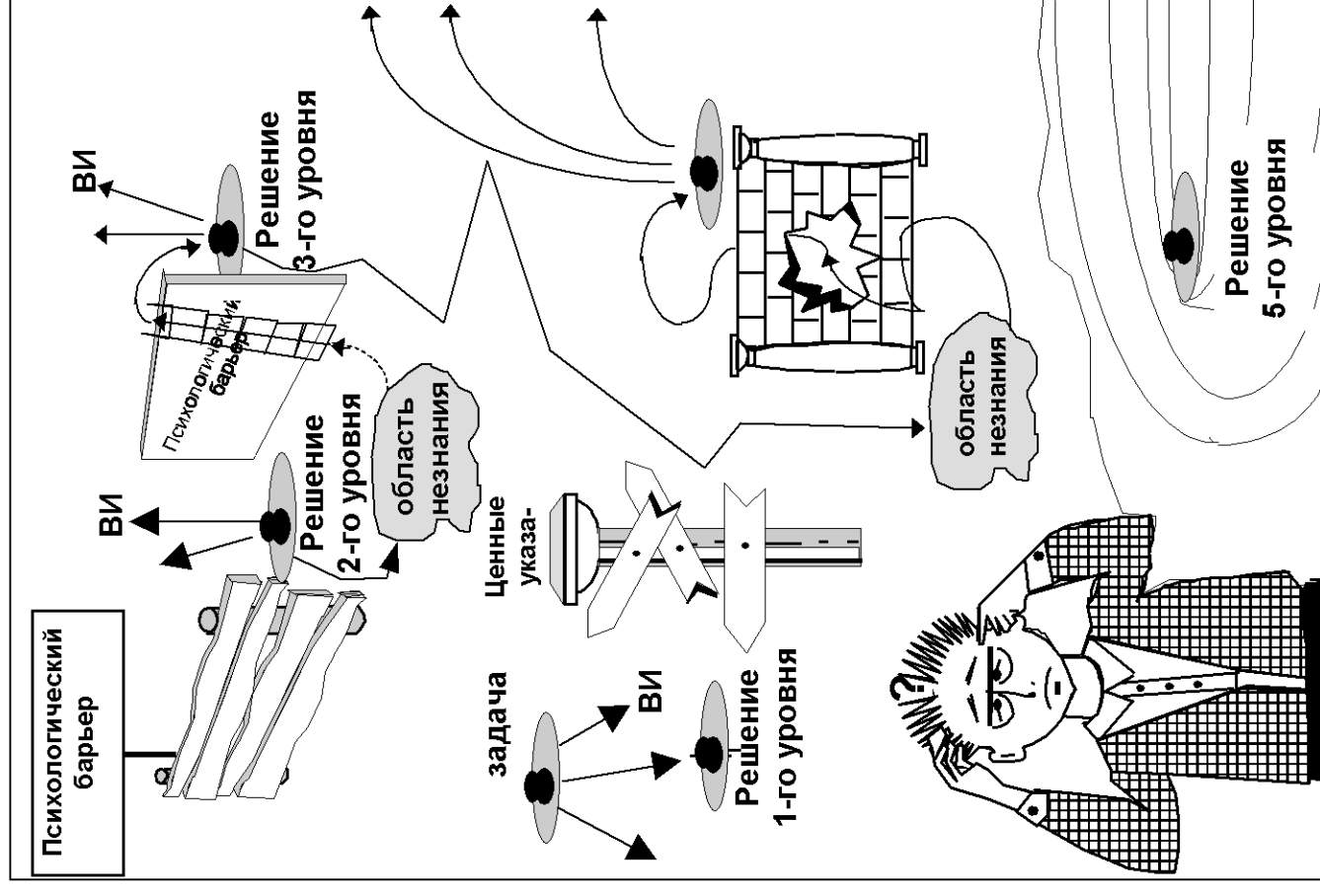
В привычном направлении лежат решения первого уровня. Здесь МППО хорош.

Но сильные решения современных изобретательских задач находятся в стороне от ВИ: *"Надо, чтобы расплав не охлаждался? Ладно, бросим в него лед!"*

На пути к сильным решениям необходимо преодолеть многочисленные психологические барьеры (ПБ).

Препятствием являются и области незнания (ОН), т.е. новые для узкого специалиста области науки и техники (сильное решение механической задачи может оказаться, например, химическим).

МППО в этих условиях крайне не эффективен, как путь пешком через тысячекilометровую тайгу без карты и с неисправным компасом.



## ИСТОКИ ТЕОРИИ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВА

В мире со времен 1-й промышленной революции вышло примерно 50 тысяч книг посвященных техническому творчеству - это говорит об острой актуальности темы для нашей технической цивилизации. Однако использующихся на практике методов творчества - не более 50-ти. Из них только около десятка более или менее распространены в мире: мозговой штурм, синектика, морфологический анализ, метод контрольных вопросов и др.

Метод проб и ошибок не входит и в эту десятку - его нельзя называть “методом”, т.к. в нем нет рекомендаций, правил, шагов... Но большинство изобретателей в мире продолжают пользоваться именно этим “методом” и даже не подозревают о существовании той десятки...

Проблемой творчества (т.е. более широкого понятия, чем технического) заинтересовались 2000 лет назад. Но исследование “творчества вообще” мало что дало для познания механизмов и закономерностей творческого процесса.

100 лет исследований научно-технического творчества позволили только увидеть внешние особенности творческого процесса: как ведет себя изобретатель, ученый, что он ел на завтрак, что видел во сне накануне...

Научная организация процесса решения изобретательских задач может быть основана только на объективных закономерностях выявленных во взаимодействии и взаимовлиянии техники и человека: именно эти два “компонента” составляют предмет технического творчества. Следовательно нужно познавать законы развития техники и всеобщие свойства человеческой психики.

Познать законы развития техники можно только изучая результаты творчества - патентный фонд.

Познать человеческие особенности процесса изобретательства можно только в практике - для этого много лет проводились семинары, школы и курсы обучения техническому творчеству. Главная идея обучения: учащийся получает методику (элементы теории), затем изобретательскую задачу (учебную, с известным ответом), результаты хода решения задачи тщательно изучаются с целью выявления отклонений от методики, их анализа и возможной корректировки методических рекомендаций.

## 7. ВЕКТОР ИДЕАЛЬНОСТИ

### СИСТЕМА НА ВОЛНАХ ЭВОЛЮЦИИ

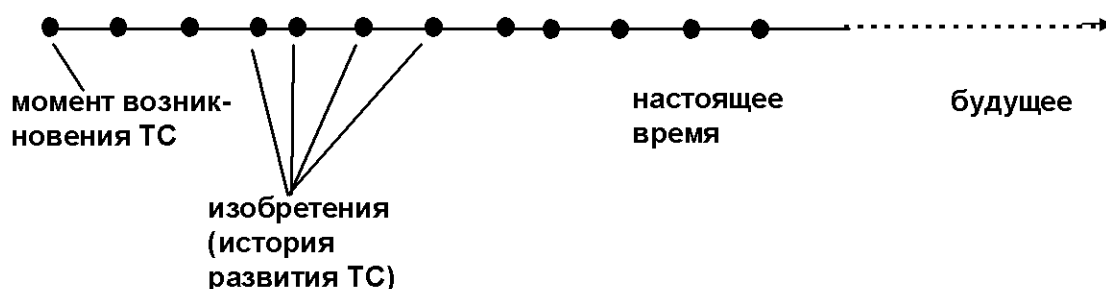
Познакомимся с **главным законом развития техники: развитие всех систем идет в направлении увеличения степени идеальности.**

**Идеальная техническая система - это система, которой нет, а функция ее выполняется.**

Прием перевода реальной ТС в идеальную, как мы уже говорили, имеет вполне материальное основание. Это главная тенденция развития техники, она имеет многократное подтверждение в истории техники и справедлива для всех современных ТС. Только путь превращения ТС в идеальную (исчезновение системы) намного сложнее, извилистее и труднее, чем "волшебный" прием в курсе РТВ. Используя прием в воображаемом изменении объекта, мы "перескакиваем" множество промежуточных ступеней преобразования и получаем вполне нормальную "дику" идею. Чтобы получить ее, нужно смелое мышление, а чтобы свыкнуться с ней, требуется некоторое время.

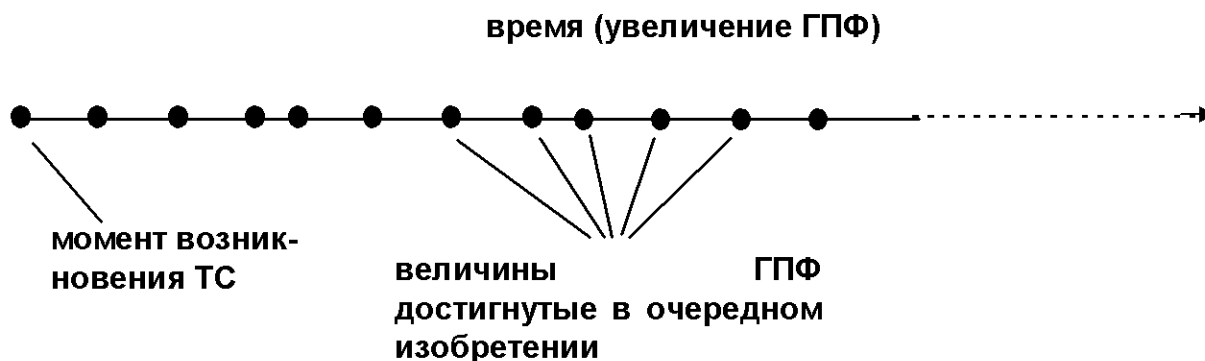
Для того, чтобы увидеть цепочку таких преобразований, полезно применить простой прием: разместить все события (изменения в ТС) на сжатой (короткой) оси времени и посмотреть, что происходит с ТС, какова самая общая закономерность ее развития. Такое исследование было проведено в самых разнообразных, совершенно не похожих друг на друга системах - из теплотехники, транспорта, связи, вооружения и др.<sup>1</sup> Рассмотрим основные теоретические положения и проиллюстрируем их примерами.

В наиболее общем виде процесс развития можно представить как ряд последовательных событий (изобретений) на оси времени от момента возникновения ТС до сегодняшнего дня и далее в будущее:

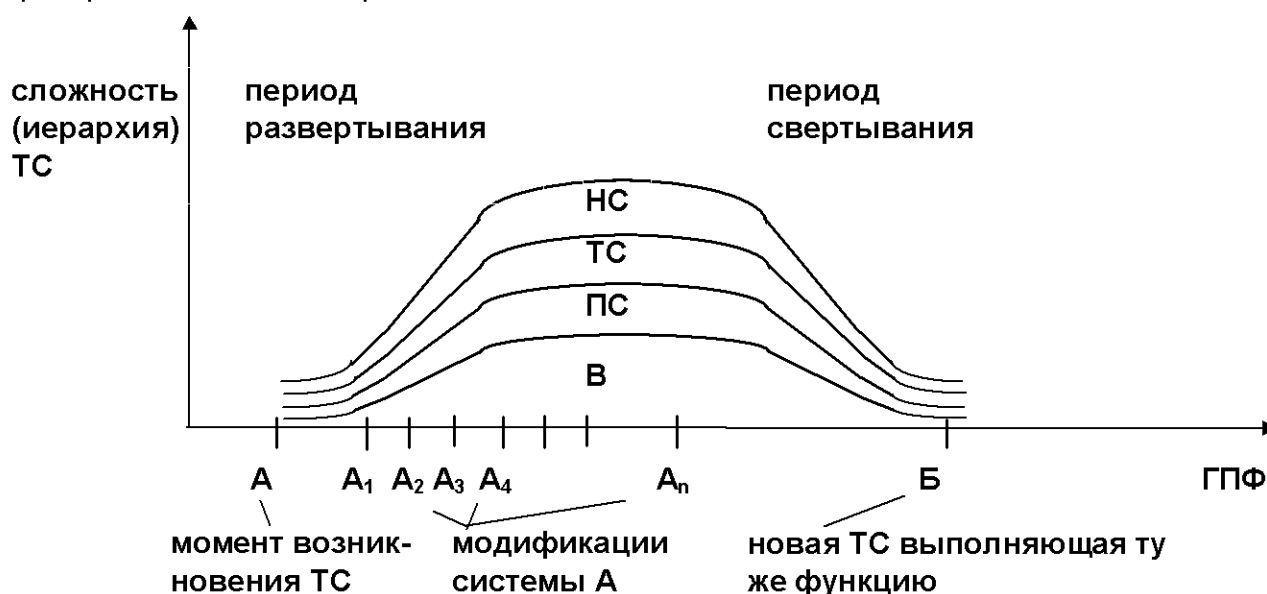


Поскольку всякое изобретение является полезным, т.е. увеличивающим **главную полезную функцию (ГПФ)** системы (в противном случае изобретение никому не нужно и его нельзя считать изобретением), то целесообразно совместить ось времени со шкалой роста ГПФ системы:

<sup>1</sup> Исследования проводились совместно с И.М.Кондраковым



Таким образом, вся история развития ТС - это непрерывная цепь изобретений и усовершенствований с единственной неизменной целью: увеличение ГПФ. Но одна координатная ось мало что дает, можно заметить лишь неравномерность развития: точки (изобретения) расположены то чаще, то реже. Введем вторую ось - **сложность ТС**. Сложность очень общий показатель, он отражает всю иерархическую организацию системы: ТС (например, автомобиль) всегда возникает "в одиночестве" и состоит из нескольких простых элементов (*закон полноты частей системы*), с течением времени она усложняется, "обрастает" множеством подсистем, которые, в свою очередь, делятся на еще более мелкие подсистемы и т.д. - до вещества. Одновременно идет количественный рост однотипных ТС (много автомобилей), появляются системы для их обслуживания (автодороги, гаражи, ремонтные службы и т.п.) - все это объединяется в надсистему (автотранспорт), у которой возникает множество дополнительных систем по управлению (светофоры, ГАИ), производству (автозаводы, нефтеперегонные заводы), сервису, обучению, продаже, уничтожению отработавших ТС и т.д. Все эти изменения, происходящие с ТС, имеют, повторим, одну цель - увеличение ГПФ, например, для автомобиля это будет увеличение скорости, комфорта и безопасности перемещения человека (грузов) в пространстве. Итак, вторая ось - сложность ТС:



Переход технических "организмов" от вида А к виду Б подчиняется закономерностям, и ни один изобретатель не может существенно изменить ход развития: перейти, например, от А к Х или повернуть развитие вспять - от Б к А. Развитие системы А идет мелкими "шагами", изменения постепенно накапливаются, и система, в уже сильно измененном виде, превращается в систему Б.

В самом общем виде закономерность развития ТС выглядит так. Начиная с момента своего возникновения, система увеличивает свою ГПФ за счет увеличения сложности, она "обрастает" массой вспомогательных подсистем - это **период развертывания ТС**. Затем развитие ТС наталкивается на объективные ограничения роста сложности (физические, экономические, экологические) и начинается **период свертывания ТС** - внешне это выглядит как упрощение ТС; на самом деле, полезные функции, найденные на предыдущем этапе развития и воплощенные в дополнительных подсистемах, начинают выполняться "умным" веществом (идеальным веществом). Идеальное вещество (ИВ) может поглотить в себя одну или несколько частей ТС - мы уже рассматривали такие примеры.

Самое интересное - разобраться: как делается шаг от одного изобретения к другому? Каков механизм продвижения ТС от точки к точке? Ответив на эти вопросы, мы узнаем сущность процесса развития.

Анализ истории развития многих ТС показывает, что все они развиваются через ряд последовательных моментов:

1. *Возникновение потребности.*
  2. *Формулирование главной полезной функции - социального заказа на новую ТС.*
  3. *Синтез новой ТС.*
  4. *Увеличение ГПФ - попытка "выжать" из системы больше, чем она может дать.*
  5. *При увеличении ГПФ ухудшается какая-то часть (или свойство) ТС - возникает техническое противоречие, т.е. появляется возможность сформулировать изобретательскую задачу.*
  6. *Решение изобретательской задачи с привлечением знаний из области науки и техники (и даже шире - из культуры вообще).*
  7. *Изменение в ТС в соответствии с изобретением.*
  8. *Увеличение ГПФ (см. шаг 4).*
- и т.д.*

**Возникновение потребности.** Все, что делается в мире техники, делается ради удовлетворения потребности человека и общества. Если в ТС нет нужды, то она никогда не возникает, а если потребность появляется, то с течением времени она становится все более острой и ничто не остановит человека в ее создании.

Расскажем коротко об истории создания летательных аппаратов<sup>1</sup>.

Идея полета (или мечта в чистом виде) возникла у человека в незапамятные времена. Впервые предсказал возможность постройки винтокрылых летательных аппаратов Л.да Винчи (1475): "Я говорю, что когда этот прибор сделанный винтом, сделан хорошо... и быстро приводится во вращение... винт ввинчивается в воздух и

---

<sup>1</sup> См: Арлазаров М. Винт и крыло. - М.: Знание, 1980.

поднимается вверх". Это была идея вертолета. Но Л.да Винчи не знал о реактивном моменте от вращения винта и не подозревал, что при таком устройстве, даже если бы хватило мощности людей, полет был бы не возможен, так как вращалась бы в основном гондола, а не винт, имеющий большое сопротивление воздуха. М.В.Ломоносов в 1754 г. нашел способ разрешить это противоречие, создав модель "аэродинамической машины" - два горизонтально расположенных винта, вращаемых в разные стороны. Модель поднималась в воздух, пружинный двигатель создавал тягу в 10 г. В 1768 г. англичанин Пенктон выпустил книгу "Теория винта Архимеда", в которой он описал винтокрылый аппарат (птерофор): один винт для подъема, другой - для поступательного движения. В 1782 г. Парижская Академия наук дала заключение о невозможности полета аппаратов тяжелее воздуха. В 1784 г. французы Лонуа и Бьенвеню создали модель геликоптера и показали ее полеты академиком. Лопастей винтов были из птичьих перьев, два винта вращались соосно - один под другим (идея М.В.Ломоносова, о которой они, возможно, не знали). В 1783 г. братья Монгольфье подняли в воздух первый воздушный шар, который унес первых воздушных путешественников (петуха, утку, барана); воздушные шары надолго привлекли внимание общественности. В 1842 г. англичанин Филлипс построил модель парового реактивного геликоптера (винт - сегнетово колесо); аппарат продержался в воздухе несколько минут. В 1871 г. француз А.Пено построил ряд легких остроумных моделей летательных аппаратов. Одна из них попала в руки двух американских мальчиков - братьев Орвилла и Вильбура Райтов. В 1870 г. А.Н.Подыгин разработал "Электролет" и предложил проект Французскому комитету обороны - он хотел помочь французам в войне с пруссаками; проект геликоптера был впечатляющ - вес 8 т., мощность электродвигателя - 300 л.с.! Дальнейшее хорошо известно: А.Ф.Можайский, братья Райт и т.д.

Как видим, первыми создают потребность отдельные творческие личности и лишь постепенно потребность в новой ТС становится социальной потребностью. Противоречие между существующим уровнем техники и потребностями общества разрешается при изобретении первой минимальной работоспособной ТС. Но с возникновением ТС появляются и претензии к ней. Они заставляют развиваться систему дальше.

6 октября 1910 г. на беговом ипподроме в Петербурге проводился Всероссийский праздник воздухоплавания. Всеобщее внимание привлекли сложные фигуры пилотажа трех русских асов авиации: М.Ефимова, Л.Мациевича, С.Уточкина. И вдруг на глазах у всех произошло несчастье: из кабины самолета выпал и разбился на смерть Лев Мациевич. Гибель Л.Мациевича потрясла всех зрителей, но для одного из присутствующих этот момент стал поворотным в жизни. Вся жизнь актера Глеба Котельникова с этого дня была посвящена изобретению и совершенствованию парашюта - аппарата для спасения жизни авиаторов.

Потребности общества постоянно увеличиваются (*закон возвышения потребностей*), к системе предъявляются повышенные требования. Попытка увеличения ГПФ системы наталкивается на очередное противоречие, и разрешение этого противоречия приводит к очередному шагу в развитии ТС. Так из одного единственного самолета братьев Райт возникла сложная иерархическая система - современная авиация.

Истинные потребности общества следует отличать от надуманных, искусственных и просто глупых. По мнению американского социолога У.Тоффлера, около 80% всех

произведенных с начала века в США товаров не отвечали истинным потребностям или вообще не были нужны обществу.

За любой современной ТС стоят десятки, сотни, тысячи последовательных (последовательно развивающихся) изобретений: за столетнюю историю автомобиля по этой ТС было сделано более 1 млн. изобретений, по велосипеду - более 100 тыс., даже по такой "системе", как карандаш, - более 20 тыс.

**Увеличение ГПФ.** Все изобретения увеличивают ГПФ системы. Человеку нужна именно полезная функция, а не сама система. Необходимость иметь ТС - это "плата" за ее полезную функцию. Например, автомобиль предназначен для перевозки пассажиров и грузов. При этом мы вынуждены - именно, вынуждены! - "возить" и сам автомобиль. Автомобиль будет тем идеальнее, чем меньше окажутся его собственный вес, габариты и энергоемкость. Идеальный автомобиль должен состоять из одной только пассажирской кабины, или одного кресла, или вообще из "ничего". Эта тенденция развития вполне реальна. Вот данные за первые сорок лет автогонок: 1895 г. - вес автомобиля на единицу мощности (1 л.с.) составлял 1000 кг; 1896 г. - 166 кг/л.с; 1897 г. - 100 кг/л.с; 1899 г. - 65 кг/л.с; 1900 г. - 40 кг/л.с; 1908 г. - 10 кг/л.с; 30 - е годы - 4-5 кг/л.с. (Новости резиновой промышленности. - 1938. - Т. 13. - N 8-9-С.109). Сейчас эта закономерность почти незаметна, так как любой выигрыш в весе тут же используется на увеличение мощности двигателя и комфортности. Но рост ГПФ все равно хорошо заметен: вчерашние гоночные машины стали серийными.

ГПФ увеличивается не только "внутри" автотранспорта, но и в более общей надсистеме - в транспорте. Например, скорость транспорта: гужевой - 30 - 60 км/ч; железнодорожный - 10 - 120 км/ч; автомобильный - 20 - 200 км/ч; поршневая авиация - 50 - 800 км/ч; реактивная авиация - 800 - 8000 км/ч; химические ракеты - 3000 - 70000 км/ч; ядерные ракеты (проект) - 8 тыс. км/ч - 1 млн. км/ч.

ГПФ увеличивается также и на всех нижних этажах иерархии. Например, степень преобразования энергии (к.п.д.) в двигателях: первые паровые машины Сэвери-Ньюкомена имели к.п.д. 1-2%, машины Уатта - 2-4%, усовершенствованные паровые машины - 5-15%, паровые машины с тройным расширением пара - 13-19%, первые паровые турбины - 17-30%, усовершенствованные паровые турбины 25-40%, двигатели внутреннего сгорания - 30-50%, топливные элементы (превращение химической энергии в электрическую) - 45-60%.

Факторы, мешающие увеличению главной полезной функции системы, являются причиной возникновения **административного противоречия (АП) - противоречия между потребностью и возможностью**. Формулируется исходная ситуация, выделяется изобретательская задача. Решение изобретательской задачи (разрешение ТП) продвигает ТС вперед, компромисс оставляет систему на месте. С помощью изобретателя система "уходит" от претензий. Куда и как? ТС приспосабливается (адаптируется) к изменяющимся условиям. Процесс этот похож на биологическую адаптацию: мутагенез спасает биологический вид от вымирания в изменившихся условиях среды обитания; выживают особи, которые в результате мутации приобрели необходимые свойства. Простой пример: мы хотели выиграть бой с микробами с помощью нового оружия - антибиотиков, но природа ответила на претензию появлением микроорганизмов, устойчивых к лекарствам; антибиотики послужили фактором отбора, выжили те формы бактерий, которые вооружены защитными ферментами. Массовое изобретательство по методу проб и ошибок - это

"технический мутагенез" выживают, т.е. превращаются из "бумажных" патентов в реальные системы, только те ТС, которые в наилучшей степени приспособлены к "среде обитания" (техносфере), к ее экономическим, производственным и экологическим требованиям. Естественно, если изобретать в соответствии с законами развития ТС, потребуются не тысячи, а десятки и единицы изобретений.

*Противоречия, возникающие при попытках увеличения ГПФ, являются главной движущей силой развития техники.* Это хорошо видно в военной технике: вся ее история - это история конкурирующего развития двух систем - обороны и нападения.

Рассмотрим коротко историю "дуэли" боевых кораблей и артиллерии<sup>1</sup>.

В середине XIX в. произошел переход от деревянных кораблей к паровому флоту. Мощные паровые машины позволили усилить бронирование. В то же время шло совершенствование корабельной артиллерии, появились мины и торпеды. В 1859-1860 гг. были построены первые корабли нового типа - броненосцы, с толщиной железных броневых плит 100-125 мм. Это вызвало повышение калибра и мощности артиллерии, что, в свою очередь, привело к строительству кораблей с еще более толстой броней. Эта взаимная гонка калибров гладкоствольных орудий и толщины брони продолжалась примерно 20 лет. В 1876 г. итальянский броненосец "Дуилио" имел броню 540 мм! В 1881 г. английский "Инфлексибл" - 600 мм! Калибр орудий достиг максимальной величины - 452 мм. Дальнейший рост калибра и толщины брони стал невозможен - резко упала скорость и маневренность кораблей. Количественный рост параметров (для увеличения ГПФ) в обеих системах натолкнулся на объективные ограничения. Требовались качественные изменения артиллерии и брони. В 80-х годах появилась сталежелезная броня-компаунд, позволившая резко уменьшить толщину бронирования. На кораблях начали ставить нарезную артиллерию, калибр снизился до 280-305 мм. В 1891 г. появились броневые плиты, легированные никелем, в 1894 г. - специальная хромоникеле-молибденовая сталь. Это вновь потребовало увеличения бронепробиваемости артиллерии. Но простое увеличение калибра уже ничего не давало - снаряды просто раскалывались при ударе о такую броню. Изобретение адмирала С.О.Макарова решило эту проблему: он предложил надевать на снаряды наконечники из вязкой стали, чтобы снаряды не раскалывались о броню. Изобретение оказалось столь эффективным, что в 1900 г. все государства приняли на вооружение снаряды с макаровскими наконечниками. В начале XX в. эскадронные броненосцы имели толщину брони 150-200 мм, а их корпус был разделен переборками для увеличения непотопляемости. Но появились подводные лодки, новые торпеды и т.д.

Претензии, предъявляемые человеком к системе, и противоречия, возникающие при попытке увеличения ГПФ, всегда вызывают появление новых свойств и функций в ТС. В первый период развития - развертывание ТС - новые полезные функции выполняются новыми подсистемами. Например, попытка увеличения скорости токарной обработки (увеличение ГПФ) вызвало нежелательный перегрев резца; для устранения перегрева в токарный резец ввели подсистему охлаждения: сначала простую, например, тепловую трубу для отвода тепла от режущей пластины (а.с. 1 175 611), затем к тепловой трубе добавили холодный спай полупроводниковых материалов (а.с. 1 175 612).

---

<sup>1</sup> Техника в ее историческом развитии. - М.: Наука, 1982.- С. 419-422.



Рис. 30

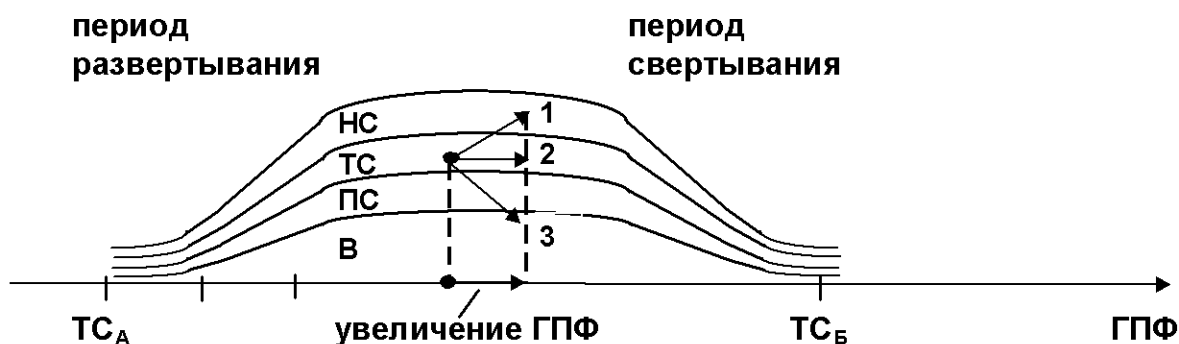
Процесс развертывания системы хорошо заметен в развитии простых ТС и инструментов. Например, в Англии выпускается отвертка с вакуумными присосками (захват и удержание винта), встроенным электромоторчиком (50-1200 об/мин), сменными лезвиями (для винтов диаметром 0,4-7 мм) и электронным управлением. В а.с. 1 214 495 описана электронная авторучка: вмонтированные в нее датчик силы и электронный блок регулируют порцию чернил, подаваемую в капиллярный канал наконечника.

До каких пределов идет развертывание ТС? Иногда этот процесс заходит слишком далеко - появляются гигантские сложные технические системы ("динозавры" и "монстры" техники). Пример: колесный трактор - 65 т, гусеничный трактор - 9000 т, кран грузоподъемностью 1360 т, шагающий экскаватор - 1300 т. (Изобретатель и рационализатор. - 1985. - N 1. - С. 31); котлоагрегат для Березовской ГРЭС высотой 117 и весом 26 тыс.т (Знание-сила. - 1986. - N12. - С. 1-2). Во время войны немцы выпустили на поле боя партию танков ("сухопутных линкоров"), вес каждой машины был 68 т! В первом же бою все они были подбиты нашими "тридцать-четверками", в головной машине врага сгорел сын конструктора этих "монстров" Ф.Порше...

Парадокс гигантизма техники заключается в том, что конструкторы пытаются решить задачу увеличения ГПФ "в лоб", путем увеличения мощности, расхода ресурсов и энергии, а не путем введения новых принципов и изобретательских решений, поэтому такие ТС быстро наталкиваются на объективные ограничения. Неизобретательские решения приводят к тому, что, например, в экономике назвали "законом Гроша": намерен купить ЭВМ вдвое большей производительности - готовься платить за нее в четыре раза больше.

В природе, в отличие от техники, существуют жесткие ограничения. Установлено, например, что ни одно животное за всю историю Земли не могло весить более 100 т; если бы оно было весом, допустим, 140 т, то должно было бы состоять почти из одних костей и, конечно, двигаться бы не смогло. (Природа. -1987. - N 2. - С. 117).

Итак, **техническая система тем лучше, чем она идеальнее.** За счет чего же идет процесс идеализации? В принципе возможны три пути идеализации ТС после периода развертывания:



**Путь 1** - это увеличение ГПФ системы за счет передачи части функций в НС, **путь 2** - за счет дальнейшего развития подсистем, **путь 3** - за счет выполнения части функций ТС какой-либо ее подсистемой и далее - веществом. Все три пути ведут к одному и тому же - к новой системе Б, выполняющей ту же ГПФ, но имеющей очень малые М,Г,Э. Самый короткий путь 3 - свертывание ТС в идеальное вещество. Второй путь достаточно ясен - структура ТС почти не меняется, идет совершенствование всех подсистем: то одна, то другая ПС увеличивает свою полезную функцию, и эти добавки складываются в увеличение общей ГПФ системы.

**Свертывание ТС в идеальное вещество** начинается с совмещения функций: одна из подсистем начинает выполнять функцию соседней, которая исчезает за ненадобностью; одно из веществ принимает на себя выполнение функций другого вещества, и это второе вещество исключается из ТС.

#### Примеры совмещения функций на уровне подсистем.

Фары автомобиля установлены так, чтобы освещать путь впереди машины. Из соображений безопасности неплохо было бы иметь еще одну фару, которая светила бы несколько вверх и вбок, освещая дорожные знаки, стоящие на обочине. В патенте Великобритании 1 486 587 предложено совместить обе функции в одной фаре. Для этого на внутренней стороне стекла фары делается выступ в виде призмы. Призма рассчитана так, что при переключении на ближний свет часть пучка света от фары отклоняется вбок и вверх, освещая дорожные знаки на расстоянии 25 м от автомобиля.

В США выпускаются перчатки со вшитыми в запястья пластинчатыми гибкими батарейками и миниатюрными лампочками, от которых идут световодные оптические волокна до кончиков пальцев (перчатки выполняют функцию фонарика), - они удобны для водителей (можно прочесть ночью карту) и хирургов (хорошо освещается операционное поле). По а.с. ! 225 525 хирургическая перчатка выполняет функцию измерительного прибора для измерения размеров внутренних органов в кончик одного из пальцев вшит плоский магнит, в кончик другого - гальваномагнитный преобразователь, а на запястье установлен индикатор.

В Токио для создания разветвленной городской связи оптоволоконные кабели прокладывают внутри действующих водопроводных труб, а в Лондоне точно так же прокладывают телевизионные кабели в полимерной изоляции. Это техническое решение (а также примеры с перчатками), пока лишь частичное совмещение подсистем. Полное совмещение наступит, когда одна из подсистем будет выполнять функцию другой (включите воображение: например, телевизионный кабель, по которому течет вода...).

### Примеры на совмещение функций двух веществ в одном.

И водители и пешеходы знают, что в солнечный день бывает нелегко разглядеть сигнал светофора. Отражаясь от цветных стекол, солнечный свет создает ложный сигнал. Поэтому появились патенты на светофоры с черными шторками: как только фонарь (например, красный) выключается, его стекло закрывается автоматической шторкой, а шторка другого фонаря (например, желтого) открывается. По патенту Великобритании 1 454 386 стекло фонаря покрыто пленкой жидких кристаллов с электродами по бокам; когда лампа не горит, жидкие кристаллы не пропускают свет и выглядят как матовая черная поверхность, при включении лампы электрическое поле, создаваемое протекаемым током, переориентирует молекулы кристаллов и шторка становится прозрачной.

В электродвигателях и электрогенераторах требуется подавать на ротор или отводить от него электрический ток. Для этого служат токосъемные устройства: на валу ротора установлен коллектор (медные контакты по окружности вала), по которым скользят концы угольных щеток - графитовых стержней, закрепленных на корпусе двигателя (генератора). К противоположным концам щеток прикреплены медные провода. Место соединения меди с графитом - самое "больное" место устройства. Дело в том, что эти материалы невозможно соединить обычными способами (сваркой, пайкой), поэтому их соединяют спеканием: кончик провода вставляют в форму с порошком угля (сажей) и спекают уголь (сажу) при температуре 500-600°C. Но при этой температуре на меди образуется окисный диэлектрический слой ТП: высокая температура нужна для спекания угля, но она не допустимо портит медный провод. Появились десятки изобретений, в которых пытались найти компромиссные решения: спекание в вакууме или в среде инертного газа (дорого), замена графита бронзовой плоской пружины (например, а.с. 915 145) - но графит не требовал смазки, а здесь ввели систему подачи смазочной жидкости к пружине).

Что происходит в системе? Есть два вещества, выполняющие две функции: графит служит хорошим контактом, не требующим смазки, а медный провод - хорошим гибким проводником тока. Провод не может быть контактом, а графит - гибким проводником. Противоречие было разрешено в патенте Франции 1 557 274: проводник выполнен из витого пучка углеродных волокон, конец которого спечен и выполняет функцию щетки - в одном веществе совмещены две функции. Но на этом развитие не остановилось (щетка постепенно стирается, и требуется регулировать контакт), поэтому появились изобретения на самовосстанавливающиеся щетки: ферропорошок и магнитное поле, затем щетку заменили каплей магнитной жидкости (а.с. 1 023 471, 1 026 209). Есть даже идея изнашивающихся щеток в виде струек ионизированного газа, разряда в вакууме и т.д.

Подобный путь развития (идеализация вещества) характерен для всех веществ в технических системах, но для того, чтобы заметить его, а главное - продолжить в будущее, изобретателю требуется смелость мышления, отсутствие психологической инерции. На одном из занятий специалист-гидротехник, решая задачу о защите водопропускных каналов ГЭС от кавитационной эрозии (при больших скоростях в потоке возникает кавитация, и "злые" пузырьки, схлопываясь на поверхности бетона, отрывают от него частицы), пришел к выводу, что бетон поверхности канала должен стать "небетоном". Это показал анализ изобретений: сначала в бетон вводили различные минеральные добавки, затем полимеры, затем отказались от цемента и т.д.; анализ показывал, что "бетон" должен быть мягким, волокнистым...

*"Нет,- сказал специалист,- это неправильно! Наша лаборатория двенадцать лет повышает прочность бетона. Уже достигнуто увеличение срока службы бетона на несколько процентов. И мы будем продолжать борьбу за прочность..."*

В электронагревательных устройствах обычно есть спираль и элемент, который нужно нагреть. В а.с. 1 273 221 предложено нагревать непосредственно жало паяльника, которое выполнено из материала с высоким омическим сопротивлением. В польском патенте 106 109 предложен утюг, в котором нагревательный элемент выполнен в виде тонкого полупроводникового слоя окисей металлов, нанесенных на внутреннюю поверхность стеклянной подошвы утюга.

При производстве разнообразных по цвету ацетатных тканей требуется соответствующее количество цветных ацетатных нитей. Нити получают путем скручивания пучка тончайших волокон, которые образуются при продавливании прядильного раствора через фильеры. Для упрощения производства предложено окрашивать не нити или ткани, а прядильный раствор - добавлять краску прямо в ванну с раствором перед подачей его на фильеры. Но тогда, из-за необходимости частой смены цвета и замены прядильного раствора, нужно каждый раз промывать фильеры - падает производительность, выливаются неизрасходованные растворы. Найдено остроумное решение (Химические волокна. - 1984. - N1. - С.53-54): используется всего три цвета раствора - красный, синий и желтый, а также бесцветный раствор; из комбинации волокон этих цветов получают "бесплатные" зеленые, оранжевые и фиолетовые нити, а с добавлением бесцветных волокон - бесчисленное разнообразие всех оттенков цветовой гаммы. Волокна в нити настолько тонки, что глаз человека воспринимает их "пестроту" как один цвет. (Внимание! Это еще не решение задачи о швейной фабрике, по которой мы ведем анализ).

Идеализация вещества не останавливается на "захвате" функции соседнего вещества и исключения его из системы. Самое интересное начинается потом: развиваясь, вещество начинает выполнять функцию одной из подсистем, затем нескольких подсистем и, наконец, всей технической системы ("поглощение" системы идеальным веществом или, что то же самое, свертывание ТС в идеальное вещество).

#### Примеры на свертывание подсистем в идеальное вещество.

Посадочные огни на полосах аэродромов должны быть абсолютно надежными: не перегорать, не отказывать ни в дождь, ни в холод. Причем не только сами огни, но и провода, к ним идущие, и генераторы, их питающие. Идеальный огонь - "светлячок" изобретен в США: стеклянная труба покрыта изнутри люминофором - сульфидом цинка, а в центр ее вставляется ампула с радиоактивным изотопом водорода - тритием (период полураспада чуть больше двенадцати лет). Два идеальных вещества (люминофор и тритий) "поглотили" в себя все подсистемы. Огни видны с расстояния в три километра, не требуют никакого ухода и служат десять лет (уровень радиоактивности от трития не представляет опасности для человека).

Чтобы обнаружить разрыв в печатной плате с радиодеталями, нужно провести измерение в десятках точек - к каждой из них прикоснуться щупом измерительного прибора. Тот же дефект предложено обнаруживать мгновенно - стоит приложить к плате жидкокристаллическую пленку, чутко реагирующую на малейшее изменение температуры (в месте дефекта температура отличается от температуры других участков).

Устанавливаемые в радиаторах охлаждения двигателей автомобилей вентиляторы должны работать тем производительнее, чем выше температура окружающего воздуха. Обычно для этого используют автоматику, увеличивающую скорость вращения вентилятора при повышении температуры воздуха или охлаждающей жидкости. В Англии разработали вентилятор, у которого при изменении температуры лопасти сами меняют угол установки, а значит, и подачи воздуха. Угол установки лопастей меняется с помощью трех колец из пластмассы с высоким коэффициентом линейного расширения - кольца удлиняются или укорачиваются в зависимости от температуры и поворачивают лопасти. Максимальный угол поворота  $30^{\circ}$ , т.е. расход воздуха изменяется значительно.

А вот саморегулирующаяся теплица (а.с. 1 279 562): теплица, включающая каркас, светопрозрачное покрытие и расположенные в боковых стенках и кровле каркаса регулируемые вентиляционные окна с заслонками, отличающаяся тем, что с целью повышения точности регулирования температуры заслонки выполнены в виде герметично закрытых рукавов, полость которых заполнена легкоиспаряющейся жидкостью, при этом каждый рукав вдоль своей образующей с одной стороны закреплен на каркасе, а с противоположной стороны снабжен грузом. Повысилась температура - жидкость в рукаве-заслонке испаряется, давление внутри повышается и заслонка поднимается - открывает окно.

Очень наглядно процесс идеализации вещества идет в радиоэлектронике: сверхбольшие интегральные микросхемы включают десятки тысяч элементов. Разработаны способы программирования свойств кристаллов таким образом, чтобы в одном кристалле создавать микрзоны, выполняющие роль диодов, триодов, конденсаторов и сопротивлений. В одном кристалле размещается сложнейшая электронная схема. Причем эти схемы не будут собирать из отдельных элементов, а целиком выращивать блоки ЭВМ, телевизоров и т.д.

Хорошо заметны революционные изменения в технологии обработки металлов. Традиционная технология - токарные, фрезерные и прочие металлорежущие станки - "разрезала" металл на две неравные части: из малой части получались детали, большая часть превращалась в стружку, т.е. в отходы. Из одной тонны руды получалось 20-30 кг деталей (Юный техник. - 1980. - N 5. - С.26-30). Мы уже сравнивали эту технологию с безотходной гидроэкструзионной. Но выдавить можно не каждую деталь, особенно сложной формы. Поэтому металлорежущие станки развивались дальше, насыщались электроникой, автоматизированными блоками управления, росла их мощность. Вершина развития - обрабатывающие центры, в которых объединены десятки и сотни инструментов. Производительность возросла на 30-40%, но количество стружки не уменьшилось. Идеальная технология ближайшего будущего - сборка деталей по атомам. В основе этой технологии лежат так называемые химические транспортные реакции: металлы, взаимодействуя с газом, образуют газообразные продукты, которые после переноса в любое другое место разрушаются при повышенной температуре с выделением исходного вещества. Например, для изготовления стальной детали железную руду обрабатывают хлористым водородом, извлекают из нее атомарное железо и направляют газообразный продукт в камеру с затравкой, допустим, отрезком трубы. Атомы металла оседают на затравке, в точности повторяя ее форму и структуру. В результате из камеры непрерывно ползет новенькая труба с идеально гладкой поверхностью.

Выращивание схем, сборка деталей по атомам, введение в технические системы самоорганизующихся процессов - все это и есть увеличение степени идеальности

технических систем. Вся техника развивается в этом направлении. Между тем нередко идеалом считают машину "покрасивее" и "помощнее". Это серьезная ошибка. Она создает психологический барьер.

**Понятие об идеальной ТС - фундаментальное понятие теории изобретательства.** Многие трудные задачи потому и трудны, что в них содержатся требования, противоречащие главной тенденции развития техники. Почти все темники по изобретательству пестрят словами: "Создать устройство, которое..." Но зачастую никакого устройства как раз и не надо создавать: вся соль задачи в том, чтобы обеспечить требуемый результат "без ничего" или "почти без ничего".

На идеализацию технических систем "работают" все законы развития техники. Часть законов мы уже разобрали, с другими еще предстоит познакомиться.

## ПРОТИВОРЕЧИЯ СФОРМИРОВАЛИ ОБРАЗ МИККИ-МАУСА

Американский биолог С.Д.Гоулд проследил эволюцию облика знаменитого героя мультфильмов Уолта Диснея - мышонка Микки-Мауса. Сравнивая фильмы разных лет, он заметил, что с течением времени Микки-Маус приобретал все больше черт, свойственных детенышам животных и человеческим детям. Его череп увеличивался по отношению к размеру тела (художники не только рисовали голову все крупнее, но и отодвигали уши назад, что создает впечатление выпуклого лба), мордочка

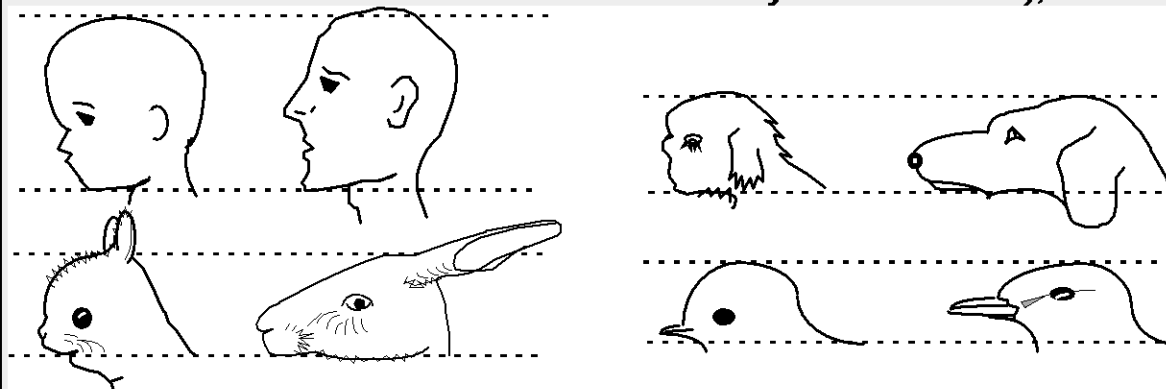


Рис. 31, а. Силуэты детенышей и взрослых.

уплощалась, глаза увеличивались и округлялись, лапы становились более пухлыми. Именно эти черты свойственны всем детенышам, вызывают у нас инстинктивный прилив нежности, желание погладить, накормить, защитить.



Рис. 31, б. Эволюция Микки-Мауса.

Микки-Маус подвергался эволюции именно по этим законам. В первых фильмах серии он был не слишком положительным героем, позволял себе грубые и жестокие шутки, иногда прямо-таки хулиганил. Но письма зрителей (претензии!), недовольных таким поведением главного героя фильмов, заставила Диснея постепенно превратить мышонка в чисто положительного героя, доброжелательного к окружающим, временами беспомощного и, безусловно, симпатичного. Художник не был знаком с основами биологии, он просто старался увеличить привлекательность персонажа.

### **ЭЛЕМЕНТ ДОЛЖЕН БЫТЬ, И ЕГО НЕ ДОЛЖНО БЫТЬ**

Художник В.А.Серов писал портрет актрисы М.И.Ермоловой. Актриса входит в полутемную комнату, ее фигура в правой половине картины. По законам композиции надо, чтобы в левой части картины было что-то "уравновешивающее", какой-то предмет, человек и пр. Но любое "что-то" будет загромаждать картину, будет лишним отвлечением от главной темы. Как быть? Для уравновешивания надо что-то вводить и нельзя этого делать... "Фигура актрисы несколько смещена от центральной оси картины, но зрительного перевеса в правой части холста не ощущается, чему способствует как бы случайно введенное темное отражение в зеркале. Оно уравновешивает композицию и тем самым усиливает выразительность картины" (Изобразительное искусство /Под ред. Г.В.Смирнова. - М.: Просвещение, 1977).

### **КОМУ ПЕРЕДАТЬ "ФУНКЦИЮ" АЛЕКСАНДРА НЕВСКОГО**

Художнику И.С.Телятникову в 1942 г. была поручена разработка эскиза ордена Александра Невского. На ордене должен быть профиль Александра, причем такой, чтобы сразу было ясно, кто это. Однако не сохранилось ни портретов, ни описаний внешности Невского. Как быть?

На ордене изображен профиль артиста Н.Черкасова, незадолго до этого сыгравшего главную роль в фильме "Александр Невский". (Правда. - 1984. - 18 июля).

### **СОВМЕЩЕНИЕ ФУНКЦИЙ В ОПЕРЕ**

В финале первого акта оперы "Князь Игорь" должны одновременно звучать тревожный набат, хор женщин, напуганных приближением половцев, хор бояр, призывающих к борьбе, ария растерянной Ярославны. Чтобы все это не сливалось в шум, композитор А.П.Бородин придает женскому хору набатный "волнообразный" рисунок, чтобы хор выполнял по совместительству функцию набата.

## ИДЕАЛИЗАЦИЯ В ИСКУССТВЕ

Художественные системы тем эффективнее воздействуют на потребителя (зрителя, читателя), чем они идеальнее, т.е. чем они меньше (при сохранении функции). Идеализация в искусстве - это передача функций самому потребителю. Вспомните "Давида" Микеланжело. А вот пример из "Евгения Онегина".

"Мой дядя самых честных правил..." - кто не знает эту строчку?! Но далеко не каждый знает, что она означает на самом деле. Пушкин писал ее, основываясь на широко известной в то время поговорке "Осел был самых честных правил".

## ЧАСТИЧНОЕ СОВМЕЩЕНИЕ ДВУХ СИСТЕМ

Например, гроза и человек (роман Л.Леонова "Русский лес"):

"Дрожащими руками Поля накрывала на стол, и вдруг из перевязанной ладони выскользнула любимая Варина чашка... Обернувшись на звон, Варя увидела ослепительные черепки на полу, залитые молнией, и почти черный румянец испуга на Полиных щеках. Все скопившееся за эти дни вырвалось наружу. Ливень грянул одновременно по всей Москве. Он зыбунами ходил по крышам, захлестывал в комнату, превращаясь в туман и брызги, так что Полина подушка тоже оказалась мокрой. Напрасно Варя старалась утешить подругу. Тучка стояла прямо над Благовещенским тупиком. Можно было дивиться, как в такой маленькой умещалось такое отчаяние. И едва ливень в два могучих вала промыл застойный воздух, горная свежесть разлилась по Москве."

## ОРИЕНТИР В МЕНЯЮЩЕМСЯ МИРЕ

Каждое изобретение подталкивает развитие ТС вперед. В паузах между двумя "толчками" ТС остается неизменной. Раньше эти промежутки были длительными, машины совершенствовались медленно. В наше время ТС взрослеет намного быстрее. Идет непрерывный процесс совершенствования техники, и потому в изобретательских задачах нет недостатка. Но также нет недостатка и в средствах разрешения технических противоречий: каждую задачу можно решить десятком, сотней способов. Какой из них выбрать? Существует ли ориентир на лучшее решение? Тем более, что современные наука и техника дают возможность решать многие задачи "напролом" - не считаясь с затратами и нагромождая сложное оборудование, порой навешивая на "кувалду" автоматику и электронику.

В теории изобретательства такой ориентир есть и он, естественно, должен соответствовать главному закону развития техники - увеличению степени идеальности. Это **идеальный конечный результат (ИКР)**. В процессе решения изобретательских задач неизвестно, как реально устранить противоречие, но всегда есть возмож-

ность сформулировать идеальное решение, воображаемый конечный результат. ИКР - это воображаемый абсолютный итог решения поставленной задачи.

ИКР формулируют по простой схеме: один из элементов "больного" места системы или внешней среды сам устраняет вредное (ненужное, лишнее) действие, сохраняя способность совершать полезное действие.

Здесь самое волшебное слово - "**сам**", т.е. без участия человека, без притока энергии, без новых подсистем, без вмешательства надсистемы - абсолютно "без ничего". Разумеется, реально достичь такой результат, как и всякий идеал, невозможно. ИКР - это маяк, позволяющий ориентироваться на самое лучшее решение. Мы уже говорили, что, чем меньше "цена" заплачена за изменения в системе и чем больше достигнутый эффект, тем сильнее изобретательское решение. Стремление приблизиться к ИКР отсекает все решения низших уровней, отсекает сразу, без перебора. Остаются ИКР и небольшой выбор близких к нему вариантов.

Возьмем, например, задачу 21 (как извлечь кубик льда из формы). Задача на разрушение вредного веполья - надо ввести второе поле, противодействующее вредному ("держателю" кубик), или третье вещество. Вариантов решения по одним и тем же формулам может быть несколько: от использования биметаллических пластин для выталкивания кубика до надувных (или жидкостных) форм. Попробуем найти более идеальное решение.

Сформулируем ТП: для получения льда воду в форме охлаждают, но при этом вода расширяется и лед трудно извлечь из формы.

Идеальным было бы решение, когда вода замерзает, а лед легко извлекается из формы. *ИКР можно записать так: "Лед замерзает и сам извлекает себя из формы".*

Что может быть идеальнее? Ничего не вводим, ничего не усложняем, никаких механизмов, но вредное действие исчезло, а полезное действие появилось. ИКР предлагает парадоксальное решение. И никаких компромиссов! Но как реально осуществить это решение? При поиске ответа, близкого к ИКР, надо всегда начинать с рассмотрения имеющихся ресурсов: что они могут дать для требуемого решения? С ресурсами у нас небогато - вода, лед, холод - тем лучше, меньше вариантов надо рассматривать. Что может создать, например, выталкивающую силу? При замерзании объем льда увеличивается на 9% по сравнению с исходным объемом воды, при этом развиваются огромные усилия. Пусть эта сила выталкивает лед. Значит надо разделить воду: часть ее замерзает с образованием нужного кубика



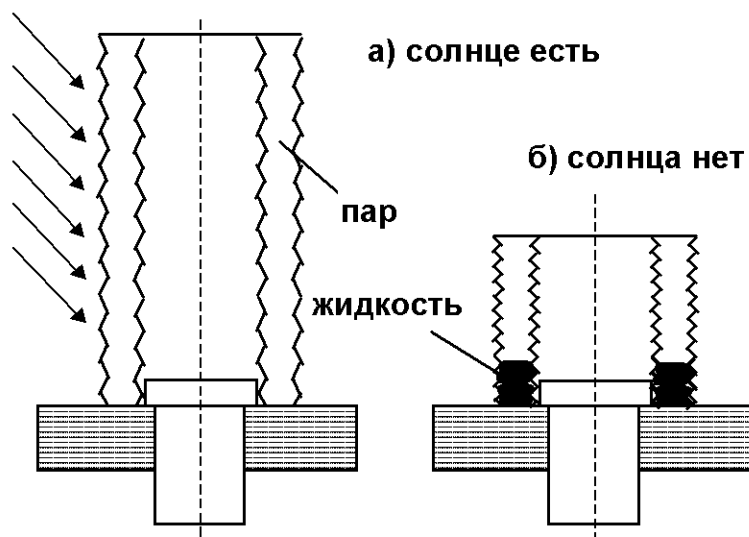
Рис. 32

льда, а другая часть замерзает для создания выталкивающей снизу силы. А чтобы нижний слой замерзал и выталкивал кубик после того, как сам кубик замерзнет, нижний слой должен быть из чуть подсоленной воды с температурой замерзания, например,  $-4^{\circ}\text{C}$ . Техническое решение предельно простое: у формы двойное дно с верхней эластичной перегородкой, под которой находится слой подсоленной воды.

К подобным решениям можно отнести, например, а.с. 1 044489, по которому горячие слитки сами себя перевозят из одного цеха в другой за счет преобразования их тепла термоэлектрическим генератором, смонтированным на тележке с электроприводом; патент РФ 606 282, выданный французским изобретателям на обогрева-

тель стекол автомобиля (для предотвращения запотевания и обмерзания), который включается сам при появлении на стекле влаги - она замыкает тончайшие полоски-электроды, нанесенные на стекло.

**Задача 82.** Вентиляционные трубы есть во всех жилых и производственных зданиях, через них выходит наружу отработанный воздух. Однако зимой они обмерзают - на внутренней поверхности образуется наледь от конденсирующейся влаги отходящего воздуха, которая может перекрыть все сечение трубы. Придумано множество механических устройств, удаляющих наледи с внутренней поверхности воздухово



дов. Все они не надежны (сами обмерзают) и требуют обслуживания. Нужна новая идея.

ИКР: труба сама себя очищает от наледи. На первый взгляд это совершенно невозможно осуществить. Однако каждое изобретение - путь через "невозможно". И в этой задаче "невозможно" означает лишь "невозможно известными способами". Изобретатель должен найти новый способ, тогда невозможное станет возможным.

Рис.33

Эта задача решается тем, что воздуховод делают в виде гофрированной трубы из эластичного материала с двойными стенками (а.с. 1 298 488);

полость заполняют легкоиспаряющейся жидкостью, наружная стенка прозрачная, а внутренняя - зачерненная. Солнце есть - труба распрямляется под действием давления паров жидкости, солнца нет - труба складывается "в гармошку".

Главное правило при использовании ИКР: не следует заранее загадывать, возможно или невозможно достичь идеального результата. При формулировании ИКР не должно быть никаких психологических барьеров. Сама формулировка является мощным средством снижения психологической инерции. Переход от ситуации "это невозможно" к утверждению "это уже работает" помогает снять боязнь перед необычным, смелым решением. Академик И.Л.Кнунянц рассказал интересный случай из своей практики: "Знакомый офицер, приехав с фронта, привез подобранный где-то тончайший женский чулок, сделанный явно не из натурального шелка. Принеся его подарок в лабораторию, я облил чулок соляной кислотой, погрел - и из колбы потянуло хорошо знакомым мне запахом капролактама" (Химия и жизнь. - 1985. - N 5.- С. 70).

Так ученые узнали, что немцы научились делать полимеризацию капролактама (это считал невозможным даже создатель первых полиамидных волокон У.Х.Карозерс) и наладили производство капрона. Но раз "*это уже работает*", то нет и психологического барьера "это невозможно". Сотрудники лаборатории "...грели и грели капролактамы в стеклянных трубках при всевозможных условиях - с добавками, без добавок. Полимер не получался. И однажды я ей (сотруднице Ю.Рымашевской - Ю.С.) говорю: попробуем-ка запаять трубку. Капролактама, конечно не летуч и из открытой трубки никуда не девается, но, кто знает, может быть, воздух чему-нибудь там мешает? Наутро чуть свет прибегает Рымашевская, кричит - получилось!".

В 1952 г. появился прекрасный научно-фантастический рассказ Р.Джоунса "Уровень шума", сюжет которого полностью построен на снятии психологического барьера "это невозможно": американским физикам показали "секретный" фильм (специально смонтированный, но от них это скрыли) о том, как русские испытывают антигравитационный летательный аппарат; "антигравитация создана!" - значит, "это и нам под силу!", и они приступают к напряженной работе...

При решении многих задач *наилучший способ определения ИКР состоит в том, чтобы просто перевести вопрос, содержащийся в задаче, в утвердительную форму.* Взять хотя бы задачу "как изогнуть кристалл?" (с.203), ИКР: "пусть он сам изогнется". Обратите внимание на определение ИКР не влияют соображения о том, возможно это или невозможно и как именно это будет осуществлено. Представьте себе два кинокадра. На одном изображена исходная ситуация (кристалл не изгибается), на втором - ИКР, кристалл медленно, плавно изгибается на небольшой угол. Разумеется, нужно знать какой-то эффект. Но найти его намного проще, если знаешь требуемое идеальное действие. Контрольный ответ (а.с. 799 959): на одну из граней нагретого кристалла напыляют материал с другим коэффициентом теплового расширения (маленькие человечки крепко хватаются за каждого человечка кристалла), а затем систему охлаждают и кристалл изгибается (цепочка МЧ материала "сжеживается" сильнее, чем цепочка МЧ кристалла); если нужен вогнутый кристалл, напыляют материал с большим коэффициентом расширения, если - выпуклый, то с меньшим.

То же с задачей о "тайне микросхем" (с.212). ИКР должен быть: схема сама "сообщает (доказывает)" в суде истинное авторство. Это может быть только в одном случае - если метка (знак) будет выполнен из тех же рабочих элементов схемы. В рисунок схемы вводят инициалы разработчика (располагают элементы особым образом, незаметным для похитителей) - идеальная метка, которой нет, а функция ее выполняется. Для наказания злоумышленников в схему также вводят избыточные непосредственные элементы: например, проводник между элементами в соседних слоях - похитители дорисовывают неподсоединенное место, воспринимая это как ошибку.

Близкие к идеалу решения можно получить, используя современные сильные физические эффекты. Так, для разрешения ФП по задаче об "умных" штырьках (с.115) - *штырьков должны быть много и должно быть мало* - надо выбрать действие, обеспечивающее выполнение ГПФ (резку листов металла): штырьков должно быть много, но при приближении огня они должны исчезнуть. Ответ: штырьки выполнены из нитинола (материал, обладающий эффектом памяти формы); как только очередная опора (штырек) почувствует приближающееся тепло, она отгибается к столу (вспоминает форму, приданную ей в горячем состоянии), а остыв, сама возвращается в исходное положение.

## КОНСПЕКТ ЖИЗНИ ТВОРЧЕСКОЙ ЛИЧНОСТИ

**И.Ф. Земмельвейс (1818-1865).** Проблема: в акушерских клиниках от родильной лихорадки умирают 30 и более процентов женщин. Болезнь считалась эпидемического характера, существовало 30 теорий ее происхождения (влияние атмосферы, почвы и т.д.); вскрытия всегда показывали, что смерть наступала от заражения крови.

В 1847 г. венский врач И.Земмельвейс пришел к выводу, что причина в нестерильности условий и неаккуратности врачей. Он предложил простой выход: мыть руки хлорной водой. Внедрению этого приема он посвятил всю жизнь.

Качества творческой личности. Земмельвейс выбрал цель неслучайно: это была такая же острая проблема, как сейчас рак. Программа достижения цели: чтобы найти истинную причину заражения, он постоянно исключал факторы, действующие на пациента; проверка идеи на животных, на человеке; метод внедрения - сначала частные письма во все клиники Европы, издание книги, после полного игнорирования медицинской общественностью - обвинительные письма, просьбы о проверке методики. Работоспособность: работа над проблемой все время, кроме сна, работа до навязчивого состояния. Техника работы: сначала планомерный поиск, затем лихорадочные, бессистемные попытки (узнав, что в соседней клинике женщины рожают на боку, он применил это у себя, не помогло); изучение статистики смертности, анализ условий в различных клиниках. Неожиданно умирает друг - от ранки, полученной при вскрытии женщины, умершей от родильной лихорадки. Медленно приходит понимание, он начинает применять хлорную воду. Открытие произошло до работ Пастера, выявившего бактерии как источник болезни. Умение держать удар: за открытие увольняют с работы, он уезжает в Будапешт и продолжает работать. Его открытие было оскорбительно для акушеров: в смерти виноваты сами врачи! Он был молод и "не имел права" учить профессуру. В 1865 г. Земмельвейс был помещен в психиатрическую больницу в Вене, где через месяц умер, по злой иронии - от ранки, полученной на последней операции.

Учение Земмельвейса не было принято при его жизни, хотя так просто было проверить его правоту на практике (Пахнер Ф. За жизнь матерей. Трагедия жизни И.Ф.Земмельвейса - М.: Госмедиздат., 1963).

## ВЫНЕСЕМ ТРИВИАЛЬНОЕ ЗА СКОБКИ

Нерешаемых задач нет, но тем не менее история изобретения чаще всего начинается с того, что кто-то говорит: "невозможно". Нет ни одного сколько-нибудь значительного изобретения, по поводу которого в свое время не было бы сказано - "невозможно".

Причины, заставляющие говорить "невозможно", и доказательства невозможности бывают самые разные. Иногда действует самое простое невежество. Так, когда-то Французская академия отвергла идею железной дороги, полагая, что стальные колеса паровоза будут скользить по стальным же рельсам и состав не сдвинется с места. Когда же первые паровозы Стефенсона успешно покатались по рельсам, скептиков не убавилось. Вот только некоторые их аргументы: из-за шума и гудков

паровозов куры перестанут нестись, у коров пропадет молоко, дым и искры погубят пастбища и леса, а жизни пассажиров угрожает взрыв котла и даже возможность сойти с ума от столь быстрого движения. Декабрист Н.Бестужев, находясь в читинском остроге, изобрел наипростейший замок к русским ружьям. Его механизм получился удачным и имел только один шуруп. Но тогда любая идея ссыльных декабристов казалась крамольной и разработку Бестужева похоронили среди бумаг правительственных комиссий.

И все-таки невежество не главная причина, заставляющая говорить "невозможно". Чаще всего это говорят люди, которых трудно заподозрить в некомпетентности.

В 1912 г. С.Лебедев впервые в мире осуществил процесс получения синтетического каучука. Уже действовала опытная установка, а Эдисон сам долгое время занимавшийся этой проблемой, заявил: *"Этого никак нельзя сделать. Скажу больше: все сообщения - ложь. Из моего собственного опыта и опыта других ясно, что вряд ли возможно получение синтетического каучука вообще, и особенно в России"*. Его мнение задержало разработку синтетического каучука в США на семь лет. А.С.Попов хорошо знал мнение Г.Герца, что радиоволны никогда не найдут применения в практике. "Я открыл эти волны, мне лучше знать", - отвечал Герц на попытки заинтересовать его проектами радиосвязи. Попов через несколько лет отправил в эфир первую радиogramму, состоящую из двух слов: "Генрих Герц". Французский философ О.Конт говорил, что есть вещи абсолютно непостижимые для человека. Например, невозможно измерить скорость звезды, движущейся от нас или к нам, для этого надо подождать миллион лет. По иронии судьбы, через несколько лет был открыт эффект Доплера, позволяющий по спектру определять скорости приближения и удаления звезд. К.А.Тимирязев не признавал хромосомной теории. В.Томпсон всю жизнь отвергал электромагнитную теорию. Гюйгенс и Лейбниц говорили о ньютоновском понятии тяготения, что она относится не к науке, а к области оккультизма. Кольбе называл стереохимическую теорию Ван-Гоффа "отбросами человеческого ума". Больцман не верил в победу атомизма ранее, чем через 300 лет, уже через пять лет после его самоубийства атомная теория получила полное признание. За месяц до первого полета братьев Райт (17.12.1903 г.) была опубликована статья вице-президента Академии наук США профессора Ньюкомба о невозможности полета...

Что же побуждает знающего и вообще несколько не консервативного человека не верить в новое? Вот характерный пример.

Один из руководителей большого проекта в КБ А.Н.Туполева рассказал (Изобретатель и рационализатор. - 1984. - N 10. - С.20-23), как долго они бились над конструкцией простейшего, казалось бы, датчика для определения момента отсоединения одного агрегата от другого. Его функция должна была быть аналогичной кнопке домашнего холодильника - при закрытии дверцы кнопка замыкает цепь, и лампочка подсветки гаснет. Но условия работы были неоспоримо сложнее: вибрация, холод, жара, пыль, влага, а главное - надежность срабатывания должна быть абсолютной. Из-за этого схема состоящая из двух проводков и кнопки, разрослась в приличный по размерам блок автоматики, где каждый элемент дублировали, а то и утраивали, появилась логическая схема по отсеву ложных сигналов и т.д. Неожиданно пришло простое и остроумное решение: применить отрывной разъем; проще говоря - отошел один агрегат от другого, проводочка порвалась, значит, электрическая цепь разомкнется... "Это предложение вызвало бурю возмущения и насмешек. Мне объяснили также, что я малограмотный неуч... Словом, порассказали

много всего, кроме одного: почему нельзя так сделать? Какие физические соображения этому мешают? Просто - так не делают, потому что не делает так никто!" Ему привели также "убийственные" данные, что среди множества датчиков одноразового действия, которыми полон международный рынок и которые выпускают самые уважаемые фирмы, нет такого "разгильдяйского"... Однако он сумел настоять на своем, "схема была воплощена в жизнь, система эксплуатируется с тех пор - уже более четверти века! без всяких замечаний".

*С парадоксальностью новой идеи первыми сталкиваются специалисты. Новая идея ломает сложившиеся представления, устоявшиеся порядки. Естественно, она встречает отпор у специалистов, по меньшей мере - непонимание и насмешки.* Вот свидетельство изобретателя первого советского турбореактивного двигателя А.М.Люльки: по его словам, в 1941 г. многие просто не понимали, как струя, входящая во "что-то" и выходящая из "чего-то", способна двигать самолет. Нас считали авантюристами, делающими деньги из воздуха (Техника и наука. - 1983. - N 9. -С7 - 38). Началась Великая Отечественная война. Казалось бы, военные потребности должны были стимулировать интерес к его двигателю, обещавшему дать 900 км/ч уже, так сказать, на первой репетиции. Увы, не наш самолет с турбореактивным двигателем первым поднялся в воздух. А.М.Люлька прямо указывает, что сомнения в перспективности турбореактивных двигателей сеяли крупные конструкторы самолетов и двигателей. На их мнению основываются решения хозяйственных руководителей, вынужденных, из-за ограниченности ресурсов, нехватки времени, выбирать одно направление разработок из нескольких возможных. "Директивное" торможение технического прогресса нередкое, к сожалению, явление. Предотвратить ошибки в планировании средств на научно-технические разработки можно, только опираясь на научно обоснованные прогнозы развития техники. Нужно знать тенденции и закономерности развития. В развитии техники преобладает эволюционный путь в сочетании с "мини"-революционными качественными скачками (если выразиться еще точнее, то подавляющее большинство изобретений это "микро"- скачки). Настоящие революционные изменения происходят очень редко. Они связаны или с научными открытиями (например, лазер) или с неожиданно возникшей острой общественной потребностью. Прогнозировать научные открытия пока невозможно. А вот часть будущих потребностей сформулировать не очень трудно. Одна из причин их появления - столкновение тенденций развития общества. Различные, часто очень далекие тенденции постепенно нарастают, увеличивается их влияние на общественные процессы, и, наконец, эти разные тенденции сталкиваются, вызывая противоречия, напряжения в общественной жизни. Тут же возникает острая потребность в их разрешении. Противоречия могут разрешаться социальными, политическими, техническими и другими средствами. Нас интересует техническая сторона будущих противоречий общественного развития. Противоречия можно предвидеть, искусственно продолжая существующие сегодня направления развития техники и общества с помощью простого приема из курса РТВ - **метода тенденций**.

#### Техника применения:

1. *Выбрать две реальные, но внешне не связанные друг с другом тенденции в развитии человечества (техники, науки, культуры и т.д.).*
- 2 *Каждую тенденцию независимо друг от друга продолжить в будущее до тех пор, пока она не станет определяющей.*
3. *Выявить противоречие между развитыми тенденциями.*

4. С помощью любого из известных вам способов разрешения противоречий *предложите идею, устраняющую противоречие.*

Например, первая тенденция - урбанизация, рост городов, вторая - увеличение печатной продукции, рост тиражей, количества названий и т.д. Продолжим обе тенденции в будущее: 1) все население планеты живет в городах, каждый город занимает огромную площадь; 2) огромное количество печатной продукции (по 1000 изданий на человека в день); продукцией забиты все библиотеки, под хранение занято большое число зданий в городе; человечество разделилось на две половины - тех, кто пишет и обрабатывает информацию, и тех, кто читает; невозможно обрабатывать всю информацию и тем более прочитать ее.

Сформулируем несколько возможных противоречий: а) человеку нужна информация, но его трудно найти в огромном городе и еще труднее доставить ему информацию; б) человеку доставляют информацию, но он не в состоянии прочесть ее (нет сил и времени) и найти нужную ему, очень малую долю информации.

Возможные пути устранения противоречий:

- изменение физического принципа передачи информации, отказ от бумажного носителя, использование магнитных носителей информации, распространение по компьютерным сетям (сегодняшний путь развития); но для перевода информации на магнитные носители также может не хватать людей, поэтому нужна информационная система без человека - передача информации от машины к машине; человеку выдается только небольшая часть действительно нужной ему информации;

- создание "нервной" (информационной) сети города, когда любая информация сама находит того человека, которому она нужна;

- "домашняя типография" - с экрана телевизора отпечатывается только нужная членам семьи информация;

- совмещение печатной продукции с другими предметами и веществами - упаковкой продуктов и товаров, обоями, одеждой и т.д.; съедобная информация (в пище, в таблетках);

- совмещение человека с информационной системой; например, часть организма - библиотека знаний (при условии создания биологических носителей информации); новый стереотип в сознании: чем толще или выше человек, тем больше он знает...

Можно пойти и другим путем: задаться, например, вопросом, откуда взялось столько информации. Возможно чисто фантастическое развитие ситуации: информация получена в спрессованном виде от иной цивилизации - о том, чего они достигли за миллион лет. Вся информация разделена на много частей между всеми научными городками мира; городки стремительно растут из-за притока необходимых для осмысления информации ученых. Распечаткой информации заняты все типографии мира, строятся новые...

*Главный смысл упражнения состоит в получении качественно новой технической или фантастической идеи. Уже само генерированное идей и их обсуждение сбивают психинерцию, отучают от стереотипов мышления, от боязни заглянуть в завтра. "Невозможно" потому и возникает, что, не зная, как это произойдет, заранее говорят, что этого вообще не может быть. А надо сказать - будет, хотя неизвестно, как именно.*

**Задача 83.** Примените этот метод к любым двум выбранным вами тенденциям: а) старение населения, увеличение количества людей пенсионного возраста; б) бы-

строе обесценивание знаний, необходимость частого их обновления; в) рост числа технологических катастроф в мире (внезапных промышленных выбросов, аварий и т.п.) и увеличение опасности для природы и человека; г) увеличение степени использования "даровой" энергии из окружающей среды (солнечной, ветровой, волновой, приливной, подземного тепла и т.д.); д) микроминиатюризация техники; е) увеличение стоимости научно-технических проектов (не только ядерных и космических программ, но, например, и в биологии - проект расшифровки гена человека стоит 3,5 млрд. долл.); ж) специализация труда, увеличение количества профессий; з) увеличение активно используемой части человеческого мозга, сейчас используется лишь малая доля его емкости; полная информационная емкость мозга составляет 1000 млрд. бит, что равно примерно пятистам объемам многотомной "Британской энциклопедии"; и) увеличение количества свободного времени человека; ж) увеличение количества домашней техники; л) увеличение теплоизоляции дома для экономии энергии; м) увеличение числа работников в сфере обслуживания; н) стремление к освоению космоса; о) увеличение числа стрессовых ситуаций; п) потепление климата; р) культ развития личности, культ здоровья человека, культ природы; с) все более быстрое моральное старение техники.

Можно неограниченно продолжать список тенденций, стоит только более пристально всмотреться в окружающую действительность...

### **КОНСПЕКТ ЖИЗНИ ТВОРЧЕСКОЙ ЛИЧНОСТИ**

**Ален Бомбар.** В начале 50-х годов XX в. А.Бомбар, французский врач, выдвинул гипотезу о том, что люди, потерпевшие кораблекрушение и оказавшиеся в море на лодках или других спасательных средствах, умирают не от жажды или голода, а из-за страха перед неизбежностью смерти. Его доказательства: 90% людей, оказавшихся в море, гибнут в течение первых трех дней, когда еще не может быть и речи о смерти от отсутствия воды или пищи. Спасатели к месту гибели "Титаника" прибыли через 3 ч., но в лодках уже было много трупов и людей, лишившихся рассудка. Идея Бомбара: пищу и воду надо брать из океана, рыба и планктон содержит все необходимые вещества. Чтобы доказать свою правоту, он решается в одиночку переплыть океан на надувном плотике по маршруту Христофора Колумба.

Бомбар переплыл океан. Выжил, ловя рыбу, проводя физиологические исследования, изучая основы навигации.

Эксперимент Бомбара - это величайший акт самопожертвования. Есть цель - дать шанс выжить пятидесяти тысячам людей, каждый год оказывающимся не по своей воле в океане и гибнущим мучительной смертью от нехватки воды и пищи. Он шел почти на верную смерть ради тысяч совершенно незнакомых ему людей и не считал это героизмом. (Бомбар Ален. За бортом по своей воле -М.: Мысль, 1975).

### **ПРАКТИКУМ ПО РЕШЕНИЮ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ**

Известный вам инструментарий ТРИЗ расширился: теперь узнаете еще три закона развития ТС (согласование ритмики, динамизация, идеальность), конкретные правила и приемы применения этих законов, новые приемы из курса РТВ, понятие о вещественно-полевых ресурсах, некоторые физические эффекты и особенности

их применения, расширился фонд примеров и задач-аналогов. Надо продолжать изобретательские тренировки с целью закрепления знаний.

Задачи, как и прежде, даются на весь предыдущий материал. Но это не означает, что их можно решить только на основе этого предыдущего материала - большинство изобретательских задач следует рассматривать шире, к их решению можно возвращаться и на любом последующем этапе изучения теории. Среди предложенных вам задач есть задачи нерешенные, т.е. не имеющие контрольного ответа, - это не значит, что их невозможно решить...

**Задача 84.** Три задачи: все они вроде бы разные, но имеют одинаковые (в общем виде) ответы.

А. Нитрид ниобия (тугоплавкое соединение) получают сжиганием таблетки прессованного порошка ниобия в азоте. Чтобы горение прошло по всей толще таблетки, в нее надо ввести негорючий балласт (20-30%). Но балласт портит конечный продукт. Как быть?

Б. В лаборатории потребовалось быстро расплавить твердый кислород в емкости с узким горлом. Снаружи нагреть невозможно - сосуд имеет специальную вакуумную теплоизоляцию. Может быть, нагревать изнутри? Но любой теплоноситель (например, водяной пар) загрязнит кислород, а это недопустимо. Как быть?

В. При обработке расплава металла ультразвуком (для его дегазации) в металл опускают специальный стержень-волновод - проводник ультразвука. Но стержень постепенно разрушается от высокочастотных колебаний и высокой температуры и загрязняет металл. Как быть?

**Задача 85.** Во время работы экскаватора на его ковш постоянно налипает грунт, емкость ковша используется неэффективно. Как сделать, чтобы грунт не налипал на ковш?

**Задача 86.** В горнорудных карьерах одновременно работают сотни машин и их выхлопные газы настолько загрязняют воздух в этих огромных "ямах" глубиной в сотни метров, что возникла серьезная проблема их проветривания. Тяжелые самосвалы, груженые углем, лесом, глиной, рудой, медленно поднимаются по спиральной дороге, проложенной по краям карьера, оставляя за собой черный шлейф дыма. Очищать бы эти выхлопные газы через какой-то фильтр прямо на автомобиле, не давая дыму загрязнять воздух. Но любой фильтр - это затраты на его устройство и эксплуатацию... Фильтр должен быть, и его не должно быть - ваше предложение?

**Задача 87.** В 1885 г. Р.Стивенсон написал небольшую повесть "Странная история доктора Джекиля и мистера Хайда". В ней рассказывалось о том, как доктор Джекиль нашел препарат превращающий его на время в злого Хайда - средоточие всего плохого, что было в докторе. Постепенно "злое я" становилось все сильнее, самостоятельнее, пока, наконец, "дьявол Хайд" не стал единственным обликом Джекиля...

В экранизации Рубена Момуляна (1932) есть сцена преобразования почтенного, безукоризненно аккуратного и холеного доктора в страшного Хайда. Эпизод снят субъективной камерой, без единой склейки и остановки в съемке. Зритель ощущает себя Джекилем, смотрящимся в зеркало после принятия препарата. Преобразование происходит на глазах: в зеркале проступают полосы, складки, морщины на лице Джекиля, превращающегося в Хайда...

Как была снята сцена?

**Задача 88.** Изготовлен прибор, которому предстоит работать в жидкой кислой среде. Для предохранения от действия кислоты на металлическую поверхность прибора нанесено полимерное покрытие. Как проверить, нет ли в этом покрытии сквозных микроотверстий?

Известен способ, по которому проверяемые покрытия покрывают люминофорной или ферромагнитной взвесью. После промывки взвесь остается в трещинах (если они есть). Но этот способ в данном случае не годится, потому что он обнаруживает любые трещины, в том числе и несквозные. А надо обнаружить только сквозные трещины. Итак, нужен способ, позволяющий сразу отбраковать приборы с негодным покрытием. Как быть?

**Задача 89.** Для охлаждения промышленных агрегатов используется вода из открытого источника, подаваемая центробежным насосом. Температура воды в источнике изменяется, а следовательно, надо изменить количество охлаждающей воды. Известно несколько способов изменения подачи, но все они требуют ручного регулирования или, хуже того, разборки насоса и изменения угла наклона лопаток колеса. Предложена также автоматическая установка, включающая датчики температуры и расхода, электродвигатели, блок управления и т.д. Масса, габариты и энергоемкость установки увеличились, дежурного слесаря заменили на инженера по обслуживанию автоматики, количество отказов и ошибок не снизилось...

Надо, чтобы насос сам регулировал свою производительность без вмешательства человека и без электроники. Как быть?

**Задача 90.** Обработка метеорологических данных за 300 лет показала, что на Земле наблюдается четкая тенденция к потеплению. Существует гипотеза, что причина в так называемом парниковом эффекте - увеличение содержания углекислого газа в атмосфере (из-за промышленных выбросов) способствует уменьшению теплового излучения планеты в космическое пространство. Но как доказать эту гипотезу, где взять пробы воздуха за прошедшее столетие?

**Задача 91.** Фонтаны завораживают нас тихой музыкой струй, причудливыми каскадами воды, вечным движением. Архитектура и декоративные эффекты фонтана - предмет соревнования между городами мира во все времена. Петродворец, Дрезден, Италия... Что нового появилось в "искусстве фонтанов" в последнее время? Увеличилась высота струй, их пересечения стали замысловатее, струи подкрашивают, используют цветомузыкальные эффекты - из неизобретательных решений, пожалуй все. Изобретений, кстати, тоже немного. Вот наиболее интересные: фонтан мыльных пузырей - в виде водяного цветка и взлетающих к небу или подпрыгивающих в причудливом танце на гребнях воды больших и маленьких пузырей (а.с. 774 466); в мыльный раствор можно добавлять люминесцентные красители - получится красивое динамическое освещение; предложено устройство для создания куполообразной пленки жидкости для получения декоративных эффектов (а.с. 787 102); в воду можно добавлять поверхностно-активные вещества, снижающие гидравлическое сопротивление (например, полиакриламид, делающий воду "скользящей"), - это резко увеличит высоту струй при тех же насосах; звучащий ("поющий") фонтан по а.с. 1 214 239.

Поработайте с этой системой, придайте фонтану новые функции, используйте фонд эффектов, стандартные решения, приемы РТВ.

**Задача 92.** Одно из наиболее опасных и катастрофических разрушений нефтегазопроводов - быстрое развитие гигантской трещины вдоль трубы. Длина такой трещины может достигать десятков километров, а скорость распространения - сотен метров в секунду. Причины возникновения и закономерности развития таких трещин

пока плохо известны. Происходят такие катастрофы на трубопроводах, рассчитанных по всем нормам прочности. Как быть?

Пока же предложено строить несколько параллельных ниток труб небольшого диаметра, вместо одной большого диаметра (Доклады АН СССР. - 1985. - N 2. - Т.285. - С.357). Это удорожает строительство и эксплуатацию, требуется больше арматуры и т.д. Есть также техническое решение на "перехват" трещины: на трубопроводах через определенное расстояние приваривают кольцевые шайбы, трещина доходит только до ближайшей шайбы и останавливается. Но это лишь частично решает задачу, так как сразу возникает ТП: чем чаще стоят шайбы, тем надежнее, но тем дороже и более трудоемко их устройство.

**Задача 93.** Как определить, размораживались продукты в морозильной камере во время длительного отсутствия хозяина или нет? В морозильных камерах можно хранить продукты несколько месяцев, но при одном условии - в период хранения они не должны оттаивать. Требуется предложить простое, доступное любому решение.

## ЗАКОНЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ.

Необходимые условия принципиальной жизнеспособности технической системы:

- наличие и хотя бы минимальная работоспособность четырех основных частей: двигателя, трансмиссии, рабочего органа и средств управления;

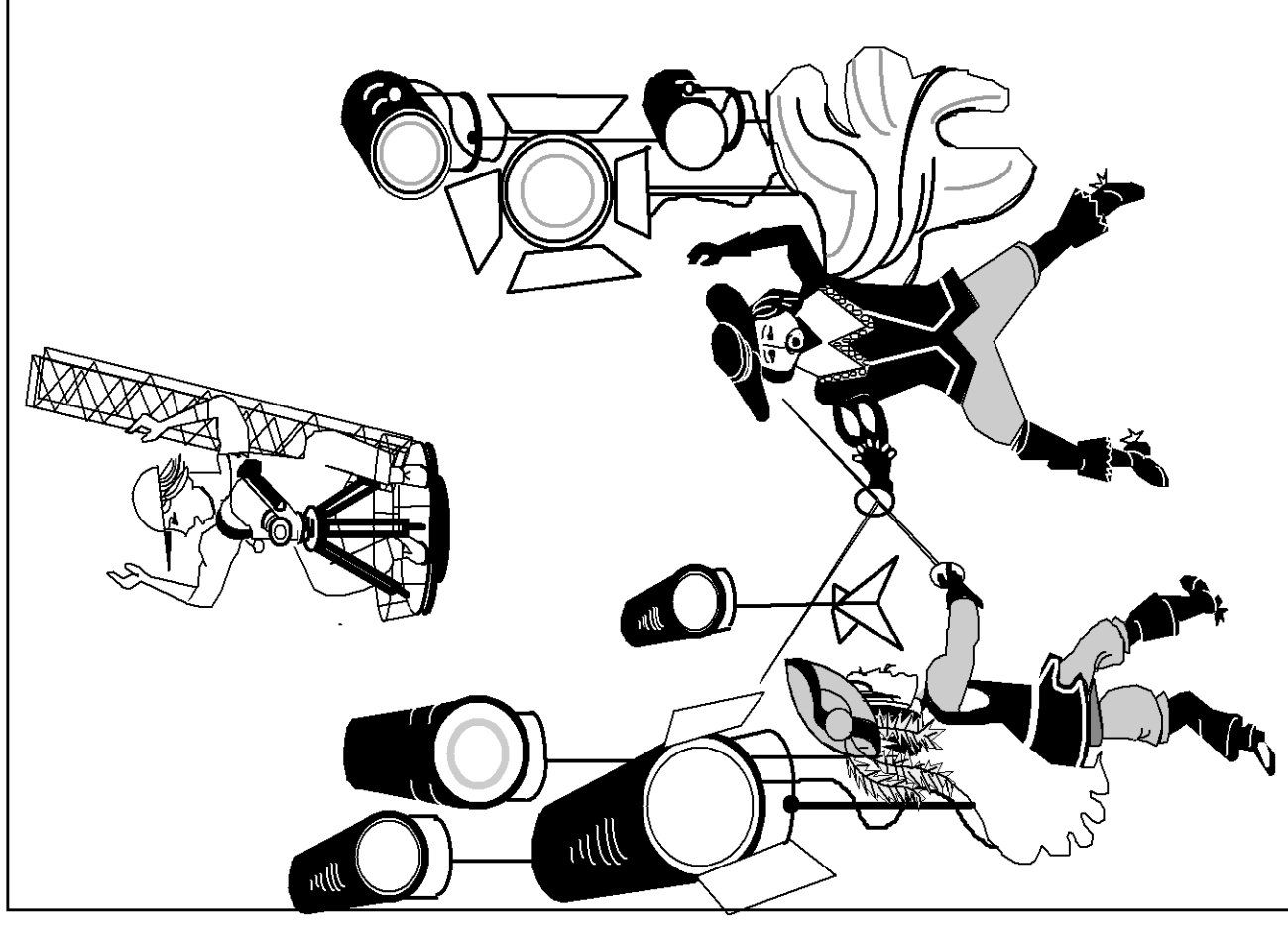
- сквозной проход энергии по всем частям системы;

- согласование ритмики частей;

Пример:

Шторка кинообъектива открывается 24 раза в секунду. Пики яркости в лампах - 100 раз в секунду.

Несогласованность ритмов ведет к энергопотерям, затрудняет работу актеров.



## БРЫЗГИ ПЛАСТМАССОВОГО ДОЖДЯ

Для покрытия различных поверхностей защитным полимерным слоем используют установку для распыления расплавленной пластмассы. Расплав подают в сильную струю горячего воздуха, закрученный поток которого подхватывает полимерный состав, разбивает его на мелкие капельки и с помощью сопла направляется на покрываемый участок поверхности.

- Здорово работает! - сказали ребята из кружка юных изобретателей, когда технолог выключил установку и вытащил горячую еще деталь с готовым покрытием.

- Когда-то это и нас радовало. А теперь - нет! - технолог взял штангельциркуль, измерил толщину покрытия и показал ребятам, - Видите, два миллиметра, а кое-где и все три... Это очень много, надо 0,5, а еще лучше 0,1-0,3 мм. Из-за больших размеров капель большой перерасход пластмассы получается. Подумайте, что тут можно сделать.

- А почему нельзя получить мелкие капли?

- По очень простой причине. Пластмасса очень вязкая, густая как мед. Пробовали увеличить скорость воздушной струи, поднимали температуру расплава, подогревали покрываемые детали, еще больше закручивали поток - все бесполезно.

- Можно ли вносить добавки в полимер?

- Добавлять в расплав можно что угодно, лишь бы это не портило две главные характеристики покрытия: адгезионность (прилипаемость к поверхности детали) и его сплошность, т.е. не должно быть отслаиваний, вздутий, непокрытых участков. Это направление мы также пробовали, и тоже бесполезно - добавляли растворители, разжижители... Чем больше растворителя, тем жиже расплав, но тем больше вздутий и разрывов в покрытии из-за испарения растворителя...

- ...а чем его меньше (или вообще без растворителя) - тем лучше покрытие, но тем оно толще, - подхватили ребята, - это же типичное противоречие! Вот теперь нам задача ясна - будем разрешать это ТП.

## 8. СТРАТЕГИЯ ПЛЮС ТАКТИКА

### ГОТОВНОСТЬ К ДЕЙСТВИЮ

Говорят, что у хорошей хозяйки пропадает только петушиный крик. А у хорошего изобретателя не должен пропадать даже... уличный шум; например, выпускаемые голландской фирмой "Филипс" светофоры имеют аккумуляторы, заряжающиеся от уличного шума - бесплатного ресурса. Есть даже идеи полезного использования домашнего шума - если сделать обои из полимерной пьезоэлектрической пленки (преобразователь механических колебаний в электрическую энергию), то, чем больше будут шуметь соседи, тем больше вы сэкономите электроэнергии...

В природе, как у самой лучшей хозяйки, ничего не пропадает впустую: полностью безотходное "производство", состоящее из многофункциональных элементов - идеальных с точки зрения техники - живых систем (вспомните, хотя бы круговорот веществ в биосфере). В последнее время в науке стал очень популярен близкий по смыслу логико-философский принцип "бритва Оккама" (Уильям Оккам 1280-1349 гг., богослов, видный деятель ордена францисканцев): напрасно пытаться сделать посредством большего то, что может быть сделано посредством меньшего. Этот принцип, кстати, давно используется в искусстве. Например, известный художник В.Ф.Рындин, оформляя один из своих первых спектаклей, повесил на декорацию деревенской изгороди валенок, и изгородь ожила, окрыленный похвалой, он повесил второй валенок, и его раскритиковали: "Один валенок - образ, а два валенка - обувь". В военном деле, где сильнейшие претензии заставляют с максимальной пользой задействовать любые ресурсы, давно известны остроумные приемы использования в качестве ресурсов даже... врагов. Например, Тамерлан в битве при Дели приказал выгнать против выстроенных индийских боевых слонов верблюдов, груженных сеном; зажженное сено вызвало панику среди слонов, которые, спасаясь от огня, смяли ряды индийских воинов<sup>1</sup>.

Умение использовать вещественно-полевые ресурсы (ВПР) - признак "высшего пилотажа" изобретателя. Такой прием вырабатывается после многих лет изобретательского творчества, да и то не у каждого. А в теории решения изобретательских задач это сильный, но в общем-то рядовой прием, которым можно успешно пользоваться после некоторой тренировки. Анализ ВПР и их использование - это очень выгодная часть процесса идеализации технических систем. В систему ничего (или почти ничего) не вводится, но она начинает выполнять новые функции и приобретает новые качества. Передача функций веществ, подсистем и системы в целом другим элементам ТС или надсистемы или элементам окружающей среды - это всегда изобретение высокого уровня. Такие изобретения появляются как результат мобилизации вещественно-полевых ресурсов.

ВПР всегда готовы к действию. Но прежде надо увидеть их, суметь "заставить" работать на выполнение главной полезной функции, а если их свойства в недостаточной степени отвечают требованиям, то и суметь повысить их "боеготовность" (преобразовать ВПР в нужном направлении). Здесь важны три момента: а) надо выявить ресурсы; б) точно определить, что они должны делать; в) использовать имеющиеся бесплатные ресурсы и, если это не решает задачу, изменить (мобилизовать) ресурсы.

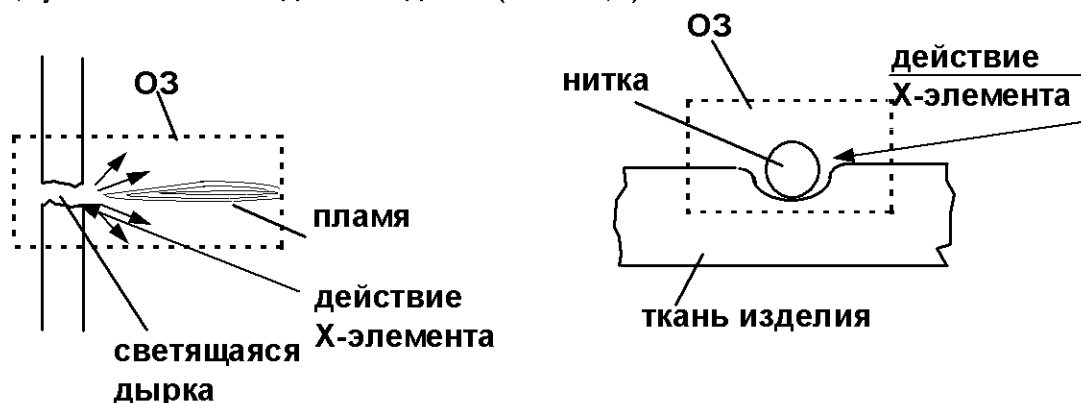
---

<sup>1</sup> См.: Айрапетов С.Г. Здоровье, эмоции, красота. - М.: Мол. гвардия, 1977. - С.66.

Продолжим решение задачи 57 и задачи о швейной фабрике и доведем ход их решения до мобилизации вещественно-полевых ресурсов.

**Шаг 9. Определить оперативную зону (ОЗ).**

В простейшем случае ОЗ - это пространство, в пределах которого возникает конфликт, указанный в модели задачи (шаги 7,8).



**Шаг 10. Определить оперативное время (ОВ).**

Оперативное время - это имеющиеся ресурсы времени: конфликтное время  $T1$  и время до конфликта  $T2$ . Конфликт (особенно быстротечный, кратковременный) иногда может быть устранен (предотвращен) в течение  $T2$ .

**В задаче 57:**

$T2$  - время определения местоположения дырки; вспыхивает свечение дырки, а пламя в этот момент на некотором расстоянии от нее;

$T1$  - к светящейся дырке прицельно приближается пламя (очень близко, вплотную).

**В задаче о швейной фабрике:**

$T2$  - нитка на некотором расстоянии от ткани, цвет нитки не совпадает с цветом ткани;

$T1$  - нитка на ткани, их цвет одинаков.

**Шаг 11. Определение ВПР.**

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

1. Внутрисистемные ВПР:

- а) ВПР инструмента;
- б) ВПР изделия.

2. Внешнесистемные ВПР:

а) ВПР среды, специфической именно для данной задачи, например, вода в задаче об испытании модели парашюта;

б) ВПР общие для любой внешней среды, "фоновые" поля, например, гравитационное, магнитное и др. поля Земли.

### 3. Надсистемные ВПР.

- а) отходы посторонней системы (если такая система доступна по условиям задачи);
- б) "копеечные" - очень дешевые посторонние элементы, стоимостью которых можно пренебречь.

#### Примечание.

14. При решении конкретной мини-задачи желательно получить результат при минимальном расходе ВПР. Поэтому целесообразно использовать в первую очередь внутрисистемные ВПР, затем внешнесистемные ВПР и в последнюю очередь надсистемные ВПР. При развитии же полученного ответа и при решении макси-задачи целесообразно задействовать максимум различных ВПР.

#### **В задаче 57:**

ВПР инструмента - пламя (поток продуктов сгорания).

ВПР изделия - дырка, т.е. стекло вокруг дырки, края дырки.

Внешнесистемные ВПР - воздух.

Надсистемные ВПР - нет.

#### **В задаче о швейной фабрике:**

ВПР инструмента - ткань.

ВПР изделия - нитки, швейное изделие.

Внешнесистемные ВПР - воздух.

Надсистемные ВПР - нет.

**Шаг 12. Записать формулировку ИКР-1:** *икс-элемент, абсолютно не усложняя систему и не вызывая вредных явлений, устраняет (указать вредное действие) в течение ОВ в пределах ОЗ, сохраняя способность инструмента совершать (указать полезное действие).*

**В задаче 57 ИКР-1:** *икс-элемент, абсолютно не усложняя систему и не вызывая вредных явлений, обеспечивает свечение дырки при отсутствующем проводнике и не мешает пламени запаивать.*

**В задаче о швейной фабрике ИКР-1:** *икс-элемент, абсолютно не усложняя систему и не вызывая вредных явлений, обеспечивает мгновенную смену цвета ниток при непрерывно меняющемся цвете ткани.*

**Шаг 13. Усилить формулировку ИКР-1** дополнительным требованием: *в систему нельзя вводить новые вещества и поля, необходимо использовать ВПР.*

#### Примечание:

15. При решении мини-задачи следует рассматривать используемые ВПР в такой последовательности:

ВПР инструмента,

ВПР внешней среды,

побочные ВПР,

ВПР изделия.

Наличие разных ВПР обуславливает существование четырех линий дальнейшего анализа. Практически условия задачи обычно сокращают часть линий. При решении мини-задачи достаточно вести анализ до получения идей ответа; если идея получена, например, на "линии инструмента", можно не проверять другие линии.

При решении макси-задачи целесообразно проверить все существующие в данном случае линии.

Последовательный анализ линий решения можно заменить параллельным; здесь может сработать полезный эффект: перенесение идеи с одной линии на другую, скрещивание или содействие идей (линии решения).

Ограничимся рассмотрением внутрисистемных ВПР.

По задаче 57 в формулировке ИКР-1 можно использовать только ВПР инструмента, так как стекло (ВПР изделия) по условиям задачи изменять нельзя.

Усиленный ИКР-1: пламя, абсолютно не усложняя систему и не вызывая вредных явлений, обеспечивает свечение дырки при отсутствующем проводнике.

В задаче о швейной фабрике к внутрисистемным ВПР относятся только ткань и нитки; швейное изделие - это те же ткань и нитки.

Усиленный ИКР-1: ткань непрерывно меняющегося цвета, абсолютно не усложняя систему и не вызывая вредных явлений, обеспечивает мгновенную смену цвета ниток.

Или: нитки, абсолютно не усложняя систему и не вызывая вредных явлений, обеспечивают мгновенную смену своего цвета при непрерывно меняющемся цвете ткани.

Что дали нам формулировки ИКР? В обеих задачах мы очень близко подошли к ответам. И если в задаче 57 для получения полной ясности требуется обычно сделать еще один-два шага, то во второй задаче достаточно смешать, слить воедино, две формулировки усиленного ИКР-1, и нужный ответ будет напрашиваться сам собой...

Всегда, однако, полезно довести анализ до конца.

**Шаг 14. Записать формулировку физического противоречия:** *оперативная зона в течение оперативного времени должна быть (указать физическое состояние, например, "быть горячей"), чтобы выполнять (указать одно из конфликтующих действий), и должна быть (указать противоположное физическое состояние, например, "быть холодной"), чтобы выполнить (указать другое конфликтующее действие или требование).*

#### Примечания.

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

17. Если составление полной формулировки ФП вызывает затруднения, можно составить краткую формулировку: "Элемент (или часть системы в оперативной зоне) должен быть, чтобы (указать) и не должен быть, чтобы (указать)".

ФП в задаче 57: ОЗ в течение ОВ должна быть электропроводной, чтобы не содержать проводник (не портить его).

ФП по задаче о швейной фабрике: в ОЗ в течение ОВ нитка должна быть одного цвета, чтобы не тратить время на частую ее замену, и должна быть мгновенно меняющегося цвета, чтобы принимать цвет непрерывно меняющейся ткани.

**Шаг 15. Записать формулировку идеального конечного результата ИКР-2:** *оперативная зона (указать) в течение оперативного времени (указать) должна сама обеспечивать (указать противоположные физические состояния).*

ИКР-2 в задаче 57: пламя в течение оперативного времени должно быть электропроводным для того, чтобы дырка светилась и не требовался проводник (наружный электрод).

Это уже ответ, ведь пламя - это плазма, ионизированный газ, т.е. отличный проводник тока.

ИКР-2 по второй задаче: нитка в момент ее соединения с тканью должна сама принимать цвет ткани.

Это также довольно ясный ответ: нитка должна быть или прозрачной, или зеркальной. В реальных условиях используют объединенное решение - нитки из тонкого светлого (почти прозрачного) капрона с блестящей (т.е. частично зеркальной) поверхностью (Химия и жизнь. - 1975. - N 8).

Но есть задачи и посложнее этих. Итак, допустим, несмотря на сильную "подсказку" содержащуюся в формулировках последних шагов, вы ее не поняли или не знаете тот или иной физэффект. Значит надо вести анализ дальше.

#### **Шаг 16. Метод ММЧ.**

Правила применения ММЧ вы уже знаете. Этот шаг нужен, чтобы перед мобилизацией ВПР наглядно представить, что, собственно, должны делать частицы вещества в оперативной зоне и близ нее. ММЧ позволяет отчетливо увидеть идеальное действие ("*что надо сделать*") без физики ("*как это сделать*"). Благодаря этому снимается психологическая инерция, форсируется работа воображения. ММЧ часто приводит к техническому ответу, так как расстояние от "картинки" до требуемого эффекта обычно не велико.

По задаче 57 мы должны были бы изобразить:

а) МЧ стекла, образующих дырку; МЧ воздуха вокруг дырки; МЧ пламени на некотором удалении от дырки; конфликт в том, что проводника (наружного электрода) нет и поэтому никто не передает человечкам воздуха электрические заряды (светящиеся шарики);

б) надо, чтобы кто-то передавал электрические заряды; это не могут быть МЧ стекла, значит, "передатчиками" должны быть или МЧ воздуха или МЧ пламени...

По задаче о швейной фабрике:

а) МЧ ниток нарисуем черного цвета, а МЧ ткани - белого; между ними не может быть никакого согласия, они враждуют друг с другом;

б) кто-то должен победить, подчинить себе других МЧ; МЧ ткани явно больше, чем МЧ ниток; МЧ ниток не имеют своего цвета и принимают цвет своих "победителей".

#### **Шаг 17. Мобилизация ВПР.**

*Сущность этого шага состоит в том, чтобы как можно меньше вводить в систему новых веществ и полей. Если имеющиеся ВПР не могут быть применены в том виде, как они есть, то необходимо попытаться изменить их. Для этого можно воспользоваться следующими правилами:*

1. Использовать смесь двух ресурсных веществ или смесь одного вещества с пустотой. Пустота - исключительно важный вещественный ресурс. Она всегда имеется в неограниченном количестве, предельно дешева, легко смешивается с имеющимися веществами, образуя, например, пену, пузырьки, полые и пористые структуры и т.д. Смесь воздуха с пустотой - это воздух под пониженным давлением. Пустота не обязательно вакуум. Если вещество твердое, пустота в нем может быть заполнена жидкостью или газом. Если вещество жидкое, пустота может быть газовым пузырьком.

2. Перейти к использованию би- и поливеществ, составленных из отдельных моновеществ (пример: блокнот вместо одного толстого листа).

3. Использовать вещества, производные от ресурсных (или смесь этих производных веществ с пустотой). производные вещества - это вещества, полученные из ресурсных путем изменения агрегатного состояния (лед и пар по отношению к воде) или разложения (водород и кислород из воды, компоненты из многокомпонентных смесей, продукты сгорания веществ и т.д.). К производным веществам относятся также ионы, полученные из атомов и молекул, и наоборот - молекулы и атомы, полученные (достроенные) из ионов.

#### Примечание.

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

минимально обработанное вещество (например, проволока, лист...),  
агрегаты молекул, кристаллические решетки, полимеры,  
сложные молекулы,  
молекулы,  
атомы,  
часть атомов,  
элементарные частицы,  
поля.

Правила указывают эффективные пути получения производных веществ из "недр" уже имеющихся или легко вводимых веществ - разрушением крупных структур в мелкие, достройкой мелких в крупные. Правила выводят на физэффект, необходимый в том или ином конкретном случае.

4. Использовать вместо вещества электрическое поле или взаимодействие двух электрических полей. Например, известен способ разрыва труб скручиванием (а.с. 182 671); при скручивании трубы приходится механически зажимать, это вызывает их деформацию; предложено возбуждать крутящий момент в самой трубе - за счет электродинамических сил (а.с. 342 759). Электроны - это "вещество", которое всегда есть в имеющемся объекте.

5. Использовать пару "поле - добавка вещества, отзывающегося на поле" (например, магнитное поле и ферровещество, УФ-свет и люминофор и т.д.).

Итак, цель применения вещественно-полевых ресурсов не в том, чтобы их все использовать, а в том, чтобы получить сильное решение при их минимальном расходе: решение задачи тем идеальнее, чем меньше затраты вещественно-полевых ресурсов.

**Шаг 18.** Если мобилизация ВПР не привела к решению задачи, рассмотреть возможность устранения физического противоречия с помощью типовых преобразований (таблица "Разрешение физических противоречий").

**Шаг 19.** Применение "Указателя эффектов".

Рассмотреть возможность устранения противоречия с помощью указателей физических, химических и геометрических эффектов.

### Разрешение физических противоречий

| Принципы                                                                                                                                 | Примеры                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Разделение противоречивых свойств в пространстве.                                                                                     | А.с. 256 708 для пылеподавления при горных работах капельки воды должны быть мелкими, но мелкие капли образуют туман; предложено окружать мелкие капли конусом из крупных капель. |
| 2. Разделение противоречивых свойств во времени                                                                                          | А.с. 258490: ширину ленточного электрода меняют в зависимости от ширины сварного шва.                                                                                             |
| 3. Объединение однородных или неоднородных систем в надсистему.                                                                          | А.с. 722 624: слябы (прямоугольные слитки) транспортируют по рольгангу впритык один к другому, чтобы не охлаждались торцы.                                                        |
| 4. Переход от системы к антисистеме или сочетанию системы с антисистемой.                                                                | А.с. 523 695: способ остановки кровотечения - прикладывают салфетку, пропитанную кровью другой группы                                                                             |
| 5. Вся система наделяется свойством А, а ее часть - свойством анти-А.                                                                    | А.с. 510 350: рабочие части тисков для зажима деталей сложной формы - каждая часть (стальная втулка) твердая, а в целом зажим податливый, способен менять форму.                  |
| 6. Замена фазового состояния части системы или внешней среды.                                                                            | А.с. 252 262: способ снабжения энергией потребителей сжатого газа в шахтах - транспортируют сжиженный газ.                                                                        |
| 7. Переход к системе, работающей на микроуровне.                                                                                         | А.с. 179479: вместо механического крана - "термокран" из двух материалов с разными коэффициентами теплового расширения; при нагреве образуется зазор.                             |
| 8. Двойственное фазовое состояние одной части системы (переход этой части из одного состояния в другое в зависимости от условий работы). | А.с. 954 479: теплообменник снабжен прижатыми к нему лепестками из нитинола; при повышении температуры лепестки отгибаются, увеличивая площадь охлаждения.                        |
| 9. Использование явлений, сопутствующих фазовому переходу.                                                                               | А.с. 601 192: приспособление для транспортирования мороженных грузов имеет опорные элементы в виде брусков льда (снижение трения за счет таяния).                                 |
| 10. Замена однофазного вещества двухфазным.                                                                                              | А.с. 722 740: способ полирования изделия - рабочая среда состоит из жидкости (расплав свинца) и ферромагнитных абразивных веществ.                                                |
| 11. Физико-химический переход: возникновение-исчезновение вещества за счет разложения-соединения, ионизации-рекомбинации и т.д.          | А.с. 342 761: для пластификации древесины аммиаком осуществляют пропитку древесины солями аммония, разлагающимися при трении.                                                     |

## СУММА ИНФОРМАЦИИ: УКАЗАТЕЛЬ ЭФФЕКТОВ ДЛЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЯ

Ответы многих простых и сложных задач основаны на физических эффектах - это нетрудно заметить в большинстве задач, которые мы уже рассматривали.

Как, например, решается задача (с.16) о пирамиде Хеопса? Чрезвычайно просто и эффективно: по периметру площадки выкопали канаву и залили ее водой; по уровню воды выравнивалась вся площадка с точностью до десятых долей миллиметра (Изобретатель и рационализатор. - 1982. - N 6. - С. 30)! Древние строители понятия не имели о физике, но успешно использовали простейший физэффект - горизонтальность свободной поверхности жидкости в гравитационном поле Земли. Точно так же поступили и строители Исаакиевского собора в Петербурге, когда потребовалось строго по одному уровню срубить верхние концы свай - котлован залили водой.

Сегодня такой эффект известен любому школьнику. Но значит ли это, что эффект будет сразу же применен, как только возникнет подобная техническая задача? К великому сожалению - нет! Технические применения физики не знают не только школьники и учителя, но и инженеры. Физические знания существуют сами по себе, обособленно от технических задач. Знания простаивают...

Поэтому применение даже простых физэффектов по их прямому назначению (без всяких "хитростей") часто признается изобретением, т.е. техническим решением, обладающим новизной, существенными отличиями и полезностью. Примеров бесчисленное множество - откройте любой "Бюллетень изобретений" и вы найдете десятки, сотни подобных изобретений.

Ну что, казалось бы, может быть проще эффекта сообщающихся сосудов? Те же канавы вокруг площадки под пирамиду - сообщающиеся сосуды. Несмотря на это, эффект многократно используется в изобретениях. Вот только два из них.

А.с. 351 112 (1972)

**Течеискатель**, содержащий щуп, устройство для оценки утечки, связанное со щупом гибким шлангом, и откачное устройство, обеспечивающее вакуум в течеискателе, отличающееся тем, что в целях упрощения конструкции и повышения точности устройство для оценки утечки выполнено в виде U-образного сосуда, заполненного водным раствором индикатора, например, 1%-ным раствором фенолфталеина, одна из ветвей которого в средней части имеет больший диаметр, чем остальная часть, выбираемый из условия повышения чувствительности.

А.с. 1 203 358 (1987)

**Гидростатический нивелир**, содержащий частично заполненные жидкостью сосуды, соединенные жидкостным и газовым трубопроводами, расположенными один внутри другого, отличающийся тем, что в целях упрощения монтажа и эксплуатации устройства за счет исключения нижнего по отношению к сосудам трубопровода оба трубопровода выведены из сосудов вверх, жидкостный трубопровод размещен внутри газового и выполнен в виде пучка капиллярных трубок или волокон из смачиваемого жидкостью материала.

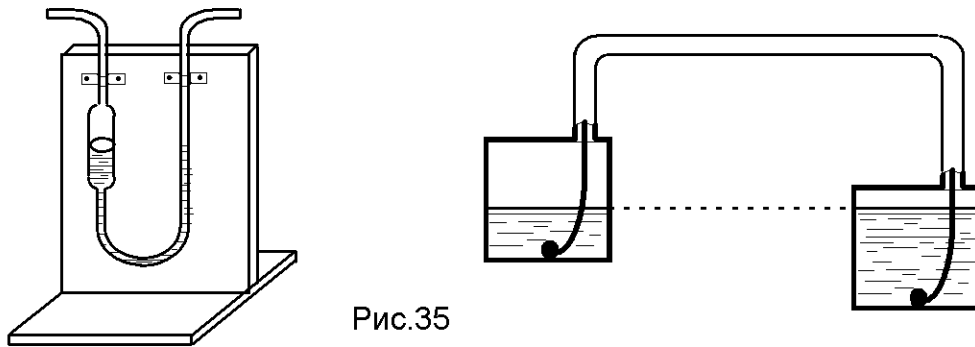


Рис.35

Первое решение отличается от классического опыта с сообщающимися сосудами только расширением трубки в средней части, а второе - заменой жидкостной трубки на фитиль.

*"Тело, погруженное в жидкость или газ, испытывает действие выталкивающей силы, равное весу вытесненной им жидкости или газа"* - знаменитый закон Архимеда не менее популярен в изобретательстве. Его применение всегда гаран-

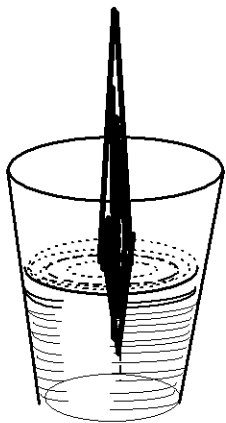


Рис. 36

тирует получение дешевых и остроумных решений. Вспомните задачу об измерении высоты пещеры, задачу 8, доставание мяча из детандера, задачу 41 и др. Решение по задаче 74 один к одному использовано для создания универсального груза по испытанию кранов (Изобретатель и рационализатор. - 1986. - N 6. - С.28-30): при погружении-вытаскивании блока из бассейна с водой плавно меняется его вес, который определяется по делениям на стенке блока, - не нужно держать в цехе десятки громоздких бетонных блоков разного веса. Наипростейшее, но все-таки полезное изобретение - кисточка для рисования с поплавковой ручкой (патент США 3432 874). О законе Архимеда всегда полезно помнить. Скажем, вам предложили такую задачу: как без барж и понтонов переправить машину через реку? Элементарный расчет показывает, что удельный вес, например, автомобиля "Жигули" в прорезиненном мешке составит 0,1

т/м<sup>3</sup> (осадка в воде будет менее 20 см!), трактора Т-130 - 0,38 т/м<sup>3</sup> (легче сухой сосны!), трактора "Беларусь" - 0,17 т/м<sup>3</sup> и т.д. (Изобретатель и рационализатор. - 1984.- N 7. - С.14). Таким способом можно переправлять почти любую технику (а.с. 624 818).

Когда-то Л.Н.Толстой описал остроумный способ, с помощью которого наполеоновский инженер Молар выправил стены Музея искусств и ремесел в Париже. Молар пропустил сквозь стены болты и, попеременно нагревая и охлаждая их, подтягивал гайки. Тепловое расширение тел столь часто используется при решении задач, что его можно считать частью элементарной культуры изобретателя. Например, большой класс задач на микроперемещения объектов имеет простейшее и эффективное решение - надо использовать свойство теплового расширения, вместо того, чтобы затрачивать огромные усилия на конструирование сверхточных механических устройств (задача 9). При этом достигается немыслимая для механики точность - атомные размеры перемещения; ведь регулировать выделяющееся на толкателе (например, металлическом стерженьке) количество теплоты, а значит, и изменение его размеров можно с помощью электрического тока - самого легкоуправляемого поля.

**Задача 94.** Для окончательной обработки глухих точных отверстий необходимо снять последний слой металла в 8-10 мкм. Для этого существует специальный инструмент - развертка, наружный диаметр которой калиброван, т.е. точно соответ-

вует заданному диаметру. Может возникнуть вопрос: как же тогда вставляют развертку в необработанное отверстие, диаметр которого меньше требуемого на эти самые 10 мкм? Очень просто - инструмент делают слегка коническим и вводят тонким концом. Но этот способ, естественно, не подходит для глухих отверстий (конец упрется в "дно" отверстия, и обработки не будет). Как быть?

Анализ задачи приведет к одному из двух ФП:

- 1) диаметр инструмента должен быть меньше калибра, чтобы можно было вставить в отверстие, и должен быть равен калибру, чтобы обрабатывать;
- 2) диаметр отверстия должен быть соответственно больше-меньше.

Разумеется, разрешить ФП надо с помощью теплового расширения: охладить инструмент или нагреть деталь (а.с. 709344).

На этой задаче четко виден **механизм применения физэффектов**: в исходной ситуации о физике нет и речи, задача становится "физической" только после выявления ФП. Мысль о применении физэффекта вначале даже не возникает. А после формулировки ФП выйти на физэффект не составляет труда.

Теперь можно ответить на вопрос: почему физические знания плохо используются в изобретательской практике? Здесь несколько причин:

- *прежде чем пытаться применить физэффект по прямому назначению, надо "препарировать" задачу, выявить ФП;*
- *в большинстве задач применение физэффекта связано с преобразованием технической системы (добавляются или убираются элементы, вводятся подсистемы, новые связи), а такие преобразования требуют знания законов развития ТС, анализа;*
- *изобретателю нужна не просто физика, как ее преподают в учебных заведениях, а "изобретательская физика", т.е. все особенности и изобретательские возможности физэффектов.*

Таким образом, физику невозможно эффективно использовать в сочетании с МПиО.

**Задача 95.** Операция сшивания кишок трудоемка и длительна. Двое хирургов в течение трех часов попеременно сшивают послойно стенки кишок (Химия и жизнь. - 1982. - N 5. - С. 40-42 (рис.)).

Было установлено, что если соединить кишки наружной стороной (рис. 37а), а концы кишок передавить, то слои стенки быстро срастаются. Для осуществления таких операций была предложена пластмассовая конструкция типа "крышки консервной банки" (рис. 37б). Недостатки: 1) при "защелкивании" крышка травмирует стенки кишок, так как устройство находится внутри, а прижимать крышку приходится через стенку кишки; 2) для удаления этой конструкции к ней привязывают нитку и выводят через рот. С ней больной ходил и спал 10-15 дней (в зависимости от индивидуальных особенностей организма), пока срасталось место соединения. Момент полного срастания определялся рентгенографически - защемленные края отмирали и зажим смещался вниз от шва. Часто случалось, что больной проглатывал нитку, приходилось повторять операцию или привязывать нитку заранее к зубу. И вообще процедура извлечения была мало приятной... Как быть?

Если эту задачу дать в самом начале занятий по ТРИЗ, то в процессе решения предпринимаются бесплодные попытки усовершенствовать "крышки" и придумывания новых способов проведения операции (например, зажим растворяющийся через определенное время; но скорость срастания у каждого человека своя и заранее неизвестна). После освоения раздела ТП-ФП и знакомства с указателем эффектов практически все быстро выходят на противоречие: "Устройство для зажима должно быть большим (равным диаметру кишки), чтобы надежно держать края крышки до полного их срастивания, и должно быть маленьким, чтобы беспрепятственно выходить из организма естественным путем". Тут же предлагается целая гамма решений: два кольца должны быть сборными из мелких магнитных сегментов с точкой Кюри в районе 40 - 45<sup>0</sup>С (нагрев: УВЧ или грелкой), зажим из металла с эффектом памяти формы (сборные элементы разгибаются и распадаются на составные части при тех же температурах или превращаются в шарики) и т.д. Магнитные кольца (но, к сожалению, цельные, не распадающиеся на мелкие элементы) внедрены в детской хирургии (Изобретатель и рационализатор. - 1983. - N 7. - С. 21). Другие эффективные решения еще ждут своего внедрения.

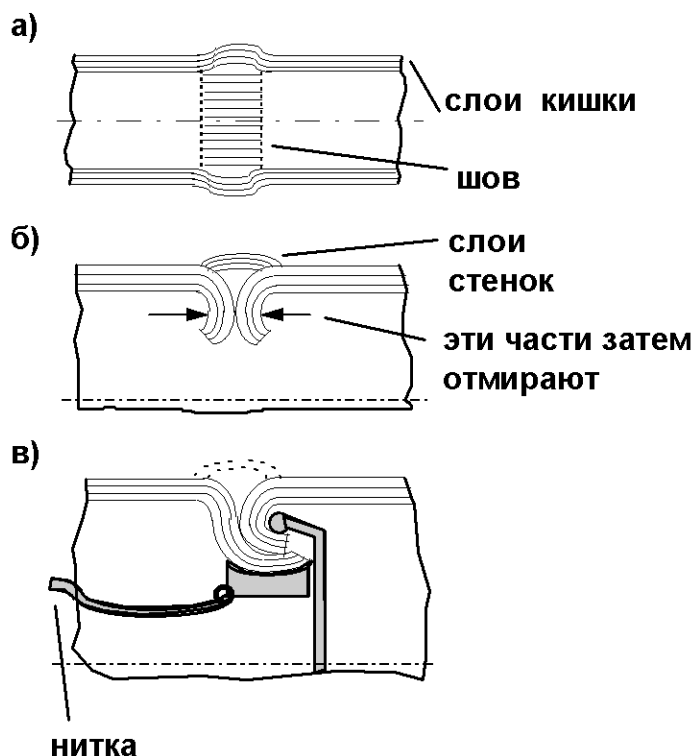


Рис. 37

Указатель физэффектов - это мост между физикой и техникой, свод знаний по техническому применению физики. Указатель дает лишь название эффекта, поэтому он не заменяет учебник по физике. Приведенный в приложении фрагмент указателя физических эффектов является как бы оглавлением части разделов полного указателя. Внешне полный указатель похож на каталог: кратко описываются физэффекты, приводятся характерные примеры их применения, рассматриваются наиболее важные сочетания с приемами и другими эффектами, дается список литературы. В сущности, указатель - это краткий справочник по "всей физике" для изобретателя. Понятие *краткий* относительно - его объем превышает объем данного пособия. Поэтому мы попытались разрешить противоречие (указатель надо давать как можно большего объема, и невозможно это сделать) следующим образом: необходимо использовать "вещественно-полевые ресурсы" в виде патентных фондов, имеющихся в каждом городе (в библиотеках, центрах научно-технической информации, на предприятиях). Для указателя в приложении отобраны наиболее популярные в сегодняшнем техническом творчестве эффекты и даны номера только российских авторских свидетельств и патентов. Суть изобретения в большинстве случаев ясна из формулы, которую легко найти в "Бюллетене изобретений" по номеру авторского свидетельства, подробности применения эффекта (если они не будут ясны из формулы) содержатся в описании к изобретению, которое можно найти в патентных фондах библиотек.

Еще хуже используются в изобретательской практике химические знания, хотя именно химэффекты часто дают ответы, близкие к идеальным. Нередко бывает, что логика решения задачи приводит изобретателя к столкновению с незыблемыми физическими законами. Это ловушка, из которой годами ищут выход, безрезультатно пытаюсь разрешить сильное физическое противоречие. А рядом - химия, арсенал мощнейших инструментов, как бы специально созданных для "обмана" физических законов. Многие химэффекты десятилетиями лежат в запасниках химии, не находя технического применения. И вдруг, если повезет, изобретатель находит ошеломляюще простое "химическое" решение задачи, над которой он так долго бился. Вот поэтому, чтобы такое везение было более частым, в приложении приведен также фрагмент указателя химических эффектов и явлений<sup>1</sup>.

Главный смысл применения физико-химических эффектов состоит в преобразовании вещества оперативной зоны, в появлении новых системных свойств при разрешении противоречия.

Та же цель достигается и при использовании геометрических эффектов. Причем часто это самые дешевые изобретательские решения - изменяется лишь форма или взаимное расположение частей системы, а их физическая или химическая природа остается неизменной.

Об изобретательском применении геометрических свойств тел дает представление фрагмент указателя геометрических эффектов, приведенный в приложении.

---

<sup>1</sup> Подробнее о применении химэффектов при решении изобретательских задач см: Саламатов Ю.П. Подвиги на молекулярном уровне. /Нить в лабиринте. - Петрозаводск: Карелия, 1988.

## КОНСПЕКТ ЖИЗНИ ТВОРЧЕСКОЙ ЛИЧНОСТИ

**А.В.Дьяков (род. в 1911 г.).** Разработал принципиально новую теорию предсказания погоды, дающую намного больший процент достоверности, чем все существующие. Окончил два университета, занимался научными исследованиями. В 1935 г. неожиданно оказался с теодолитом на строительстве железной дороги Мундыбаш-Таштагол. Затем - главный метеоролог Горно-Шорской железной дороги ("...ошибка в ту пору на той стройке стоила дорого - суровые были и погода и время"). Цель жизни была навязана обстоятельствами - повышение качества прогнозов. Программа: применение математических методов в метеорологии; внедрение - попытка в частных письмах убедить в верности своей теории. Специалисты игнорируют теорию, но она успешно работает. Со всего мира к нему идут многочисленные запросы и благодарности за подтверждающиеся прогнозы. Техника решения задачи: нашел и рассчитал закономерности изменения погоды в соответствии с солнечной активностью, изменением магнитного поля Земли. Умение держать удар однажды по ложному доносу помощника его отстраняют от должности на пять лет; это совсем не отразилось на работе, адресаты по-прежнему получали сводки, на телеграммы с прогнозами во все концы света зарабатывал фотографией. Работоспособность: ежедневно в течение 50 лет проводит измерения, обрабатывает массу научной литературы, составляет прогнозы. Точность прогнозов доведена до 90-95%, предсказал 50 значительных погодных аномалий на всем земном шаре не менее чем за 15 суток по каждому прогнозу; в 1972 г. предсказал засуху в стране.

А в столе лежит рукопись книги, написанной 30 лет назад, по которой могло бы учиться уже второе поколение метеорологов... (Рост Ю. Одиноким борец с земным притяжением /Лит. газ. -1984. - 28 марта).

## УВИДЕТЬ БУДУЩЕЕ

Используя приемы по развитию технического воображения, невольно задаешь себе вопрос: а какие из них самые сильные? Ответ прост: те, которые близки по смыслу законам развития ТС. Генерируя новые фантастические идеи, мы придумываем новые системы. Это значит, что учет системных свойств новых фантастических объектов важен всегда. Самое простое использование понятие система заключается в последовательном просмотре нового объекта в двух плоскостях: "по горизонтали" (его прошлое, настоящее и будущее) и "по вертикали" (под- и над-системы всевозможных рангов). Даже если объект в результате применения приемов фантазирования получился не очень сильно измененным и не обладающим принципиально новыми качествами (т.е. качествами, которых и в зачатке не было в исходном объекте), то такой просмотр с анализом системного статуса объекта часто дает неплохие фантастические идеи. Есть и другие возможности: просмотр связей и взаимодействий с соседними системами, с внешней средой и т.д. Смысл подобных манипуляций состоит в анализе возможных изменений в других объектах (там они могут быть намного сильнее и качественно новее) в связи с изменениями, достигнутыми в данном объекте.

Но изменения в системах подчиняются еще и всеобщим закономерностям - диалектическим законам. Их умелое применение гарантирует получение новых качественных изменений в системах. Поэтому приемы РТВ тем сильнее, чем они ближе по своей сущности к диалектическим законам (закон единства и борьбы противоположностей, закон перехода количественных изменений в качественные, закон отрицания отрицания). Требования двух первых законов содержится во всех рассмотренных нами приемах РТВ: мы постоянно напоминали о необходимости выявления (или создания) и преодоления противоречий в процессе развития (преобразования) объектов фантазирования, а также об обязательности получения новых качеств в процессе количественных изменений этих объектов.

Даже хорошо известный вне курса РТВ метод тенденций "привязан" к диалектике - требуется получить столкновение тенденций, создать противоречие и разрешить его. В этом его принципиальное отличие от подобных методов, используемых в других областях знания. Например, в традиционной *прогностике (футурологии)* - науке о прогнозировании будущего - метод тенденций применяется напрямую (без каких-либо диалектических "хитростей"): в будущее продолжается сегодняшняя тенденция и при этом, как правило, не ведется анализ возможности столкновения тенденций и возникающих при этом противоречий. Типичные образцы таких прогнозов<sup>1</sup>:

- к 2000 г. ожидают появление самолета на тысячу пассажиров, который будет летать со скоростью в 10 раз превышающей скорость звука (более 12000 км/ч);
- моря будут бороздить суда грузоподъемностью 1 млн.т;
- пассажирские поезда будут развивать скорость 300 км/ч;
- не позднее 2000 г. весь земной шар будет опоясан сетью видеотелефонной связи;
- телевидение станет объемным.

И т.д.

В последнее время этот метод справедливо подвергается критике, так как подобная логика может привести к нелепостям типа: вся территория городов США в 2000 г. будет занята автомобилями, все население развитых стран будет заниматься наукой и т.п.

Диалектический метод предполагает иной подход к проблемам прогнозирования: заставляет выявлять закономерность развития систем, формулировать конкретные механизмы применения законов диалектики, проверять их на данном классе систем и, если они подтверждаются, применять в процессе развития систем.

Два первых закона диалектики показывают механизм процесса развития (т.е. отвечают на вопрос: как именно развиваются системы?) - он воплощен в аппарате ТРИЗ, который представляет собой, в сущности, **механизм развития технических систем**. Третий закон диалектики (закон отрицания отрицания) показывает направление ("траекторию") развития систем (т.е. дает ответ на вопрос: куда именно идет процесс развития систем?) - его действие в технике отражено в законе увеличения степени идеальности технических систем ("волна" идеализации - это одна из проекций всеобщей спирали развития).

А есть ли объективная закономерность в развитии фантастических идей? И если она есть, нельзя ли ее использовать для нахождения новых идей?

---

<sup>1</sup> Мир в 2000 году. - М.: Прогресс, 1973.

Чтобы найти общую форму процесса развития фантастических идей, необходимо было прежде всего собрать идеи, разбросанные в тысячах произведений. Собрать, ввести классификацию, составить "Регистр фантастических идей". Эта работа велась Г.Альтовым на протяжении нескольких лет. (Литературный Азербайджан. -1970. - N 11.- С. 118-124). В "Регистре" собрано несколько тысяч идей, разделенных на классы, подклассы, группы и подгруппы. До этого еще никто не собирал и не систематизировал фантастические идеи. "Регистр" позволил рассмотреть тонкий и порой причудливый процесс возникновения фантастических идей.

Оказалось, например, что в развитии любой фантастической темы (космическое путешествие, связь с внеземными цивилизациями, освоение океана и т.п.) существуют четыре резко отличающиеся категории идей:

***I этаж** - один объект, дающий некий фантастический результат;*

***II этаж** - много объектов, дающих в совокупности уже совсем иной результат;*

***III этаж** - те же результаты, но достигаемые без объекта;*

***IV этаж** - условия, при которых отпадает необходимость в результатах.*

Эта схема развития фантастических идей получила название "**этажное конструирование**" (**ступенчатый эвдоритм**). Рассмотрим схему подробнее.

**I этаж.** Фантастических идей больше всего здесь: подводная лодка "Наутилус", одна космическая ракета, одна станция на два океана, одна машина времени, один робот и т.д.

**II этаж.** Также много фантастических идей: эскадрилья звездолетов (например, в "космических операх" - популярном когда-то поджанре НФЛ), подводные цивилизации (А.Кларк), массовая телепатия... Но много пустых "комнат" на этаже (первый этаж темы заселен, второй - нет).

**III этаж.** Мало идей. Например, сближение звезд вместе с планетными системами ("Звездные корабли" И.Ефремов), идея о связи через нуль-пространство, обмен разумами между цивилизациями (Р.Шекли), идея о полете радиокопии мозга (В.Тендряков), спуск под воду без скафандра ("Человек-амфибия", А.Беляев).

**IV этаж.** Идей в НФЛ еще меньше, чем на третьем этаже. Цель полетов - достигнуть звезд. Когда отпадает необходимость в полетах? Тогда, когда до звезд будет рукой подать или... не будет звезд. Первая идея: сверхцивилизация создает звездные города - шаровые скопления ("Порт Каменных Бурь" Г.Альтов). Вторая идея (звезд нет) - пока не используется в фантастике.

Что дает схема развития фантастических идей?

Вот несколько широко известных идей, относящихся к фантастическим изменениям человеческого организма: человек-невидимка, человек-амфибия, человек, проходящий сквозь стены... Попробуйте теперь придумать что-нибудь новое - и вы невольно начнете продолжать этот ряд. Человек, который видит электричество. Человек, который не знает усталости, с безграничной памятью...

Инерция мышления заставляет нас идти вдоль ряда идей I этажа, перебирать идеи все в той же плоскости.

**II этаж:** многие изменения человеческого организма; человек со множеством дополнительных свойств (своеобразная "идеализация" человека, совмещение множества функций в человеке). Или так: коллектив людей, каждый из которых имеет

одно очень сильное дополнительное свойство, вместе эти люди образуют как бы "сверхчеловека" для решения сверхзадач (суперсложных задач для нужд всей цивилизации).

**III этаж:** достижение цели без объекта (без дополнительных свойств у человека). Сверхзадачи решает группа обычных людей, с заурядными достоинствами и массой недостатков. Сразу возникает множество вопросов в развитие идеи: что это за коллектив? Как он управляется? Кто руководитель? Какую сверхзадачу решает коллектив?

**IV этаж:** отпадает необходимость в решении сверхзадач (соседняя цивилизация сообщила ответы на все будущие задачи, кончились сверхзадачи, и цивилизация потеряла цель развития, цивилизация, решающая только микро-задачи, и т.д.). Продолжая обдумывание этой ситуации, нетрудно получить и детализировать ряд абсолютно новых фантастических идей.

Можно видоизменить эвритм, сделать его более подробным - это расширит игровые возможности приема фантазирования. Например, будем одновременно рассматривать изменение системы (С) и ее функции (Ф) при последовательном переходе с этажа на этаж, увеличим и количество этажей.

**I этаж (С+Ф).** Система одна (единственная во всем мире), она обязательно выполняет свою функцию.

**II этаж (НадС + Ф).** Надсистема из множества одинаковых систем, их даже слишком много. Или: надсистема выполняет функцию системы.

**III этаж (НеС + Ф).** Системы вообще нет, ее функция выполняется другими системами.

**IV этаж (АнтиС + Ф).** Функция прежняя, а система противоположная.

**V этаж (ПодС + Ф).** Функция выполняется одной из подсистем исходной С.

**VI этаж (С + надФ).** Система одна, а функций много (помимо основной).

**VII этаж (С + неФ).** Система осталась, а функция ее ненужна (или нет необходимости в поставленной цели).

**VIII этаж (С + антиФ).** Система прежняя, а функция у нее противоположная.

**IX (С + подФ).** Неполное, частичное осуществление функции.

## **Техника работы:**

1. *Выбрать объект изменения.*
2. *Сформулировать основную цель (функцию) этой системы.*
3. *Для выбранных С и Ф провести исследование по эвритму.*

## **Примечания.**

1. На каждом этаже должна быть предложена идея реализации формулы этажа.
2. На каждом этаже должна быть получена качественно новая идея.

Возьмем, например, в качестве системы *скафандр*. Функция скафандра - оградить человека от вредных влияний внешней среды.

### **1 этаж.**

А. В мире всего один скафандр - у инопланетянина

Б. Человек изменен так, что исследования космоса и океана проводятся без скафандров (единственный скафандр - в Центре предварительной тренировки); отпала

необходимость в таких исследованиях (исчез космос?! - необычная идея; на Земле нет океанов, осталась одна глубокая расщелина с водой - туда можно спуститься туристам в единственном скафандре, взяв его напрокат).

## **II этаж.**

А. Скафандры всюду (дома, в школе, в магазине, у подъездов...), все люди в скафандрах (из-за чрезмерного загрязнения окружающей среды или резкого изменения природных условий, появления неизвестного вируса и т.п.), создана специальная отрасль промышленности по производству скафандров, журналы мод на скафандры, скафандры для домашних животных.

Б. Все помещения герметичны, с микроклиматом (дом-скафандр), автомобиль-скафандр, город под непроницаемым куполом, Земля - в изолированной оболочке...; города и заводы на дне океана.

**III этаж.** Функция скафандра выполняется обычной одеждой (герметичные застежки, ткань одежды фильтрует воздух и т.д.), человеческий организм выполняет функцию скафандра (киборгизация человека); подводный скафандр из измененной воды.

## **IV этаж.**

А. Антискафандр, т.е. система не для ограждения, а для максимального слияния человека с внешней средой (скафандр, концентрирующий запах цветов в лесу, собирающий из воздуха воду в пустыне, пресную воду в океане, впитывающий лекарственные вещества из окружающей среды...).

Б. Антискафандр, защищающий человека, находящегося не внутри, а вне его (очищает воздух, впитывает загрязнения, поглощает шумы, "притягивает" удары, пули и метеориты); скафандры не для людей, а для роботов (непроницаемая для злоумышленников оболочка), для автомобилей (не выпускает выхлопные газы и шум), для заводов (полностью изолированы от среды, для вулкана; живые скафандры...).

В. Антискафандр, не защищающий, а изолирующий человека от общества (преступника, инфекционного больного).

**V этаж.** Защита человека от внешних воздействий с помощью части скафандра (жилет или шлем, создающие непроницаемое поле вокруг человека, ранец, создающий тепловую и воздушную оболочки вокруг человека в космосе или под водой).

**VI этаж.** Использование скафандра в различных целях: средство передвижения, обучающая система, гелиоустановка на солнечных батареях, компьютер, индивидуальная ракета, скафандр, превращающийся в надувную палатку, квартиру (жилище, которое всегда с человеком), аэростат, лифт, лечебный скафандр; скафандр - пульт управления сложной системой (подключение датчиков к нервным рецепторам).

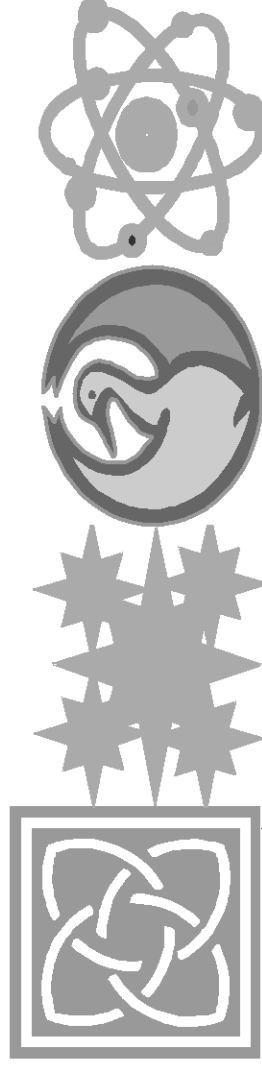
**VII этаж.** Внешняя среда так изменилась, что отпала необходимость в скафандрах (в космосе, допустим, в пределах солнечной системы, появился воздух, нормальная температура и давление; в океане создают вертикальные воздушные колодцы - спуск на дно на воздушном шаре или вертолете...).

**VIII этаж.** Скафандр с противоположной функцией, антигуманные идеи не рассматриваем - пропустим этот этаж.

**IX этаж.** Частичная защита человека (защищаются только отдельные части тела и органы); кроме известных систем (перчатки, очки, противогаз, обувь и т.п.), можно

перейти к новым идеям: что такое "скафандр" для защиты мозга от перегрузок, сердце от стрессов, клетки от радиоактивного излучения?...

**Задача 96.** Используя ступенчатый эвритм, получите новые идеи при изменении следующих объектов: 1) спасательный круг; 2) карандаш; 3) портфель, 4) молоток, 5) комбайн, 6) велосипед, 7) вертолет, 8) гвоздь, 9) ножницы, 10) скульптура, 11) уют, 12) дорога, 13) лампа, 14) дом, 15) лодка, 16) трубопровод, 17) парашют, 18) часы, 19) книга, 20) фотоаппарат, 21) лифт.



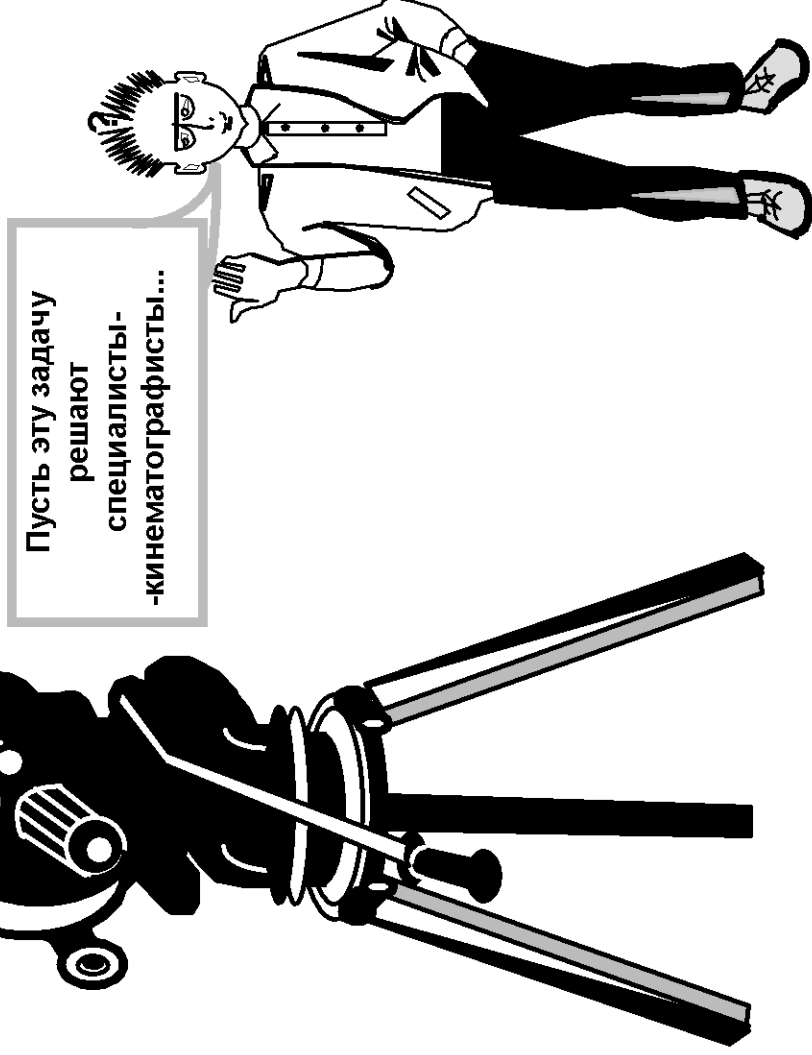
## РАЗВИТИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ МОЖНО ПРОГНОЗИРОВАТЬ

Знание законов развития позволяет видеть возможности преобразования даже благополучных систем. Таким образом, используя законы, можно не только решать очевидные или кем-то поставленные задачи, но и прогнозировать появление новых задач.

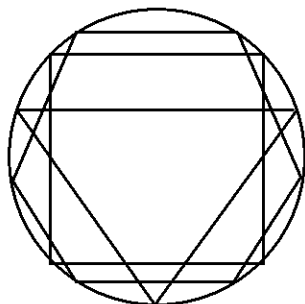
### Задача 25

В а.с. 305 445 описан способ получения кинoeffекта: "...с целью расширения творческих возможностей смешивают разнородные вещества, окрашенные в разные цвета, например, йодную настойку с дихлорэтаном, и характерную картину, полученную при контакте этих веществ, фотографируют".

Это - внедренное изобретение, оно использовалось, например, при съемках фильма "Солярис". Однако синтез новой системы осуществлен с нарушением одного из важных законов. Какой закон нарушен? Какую задачу теперь следует формулировать? Как решить эту задачу?



## ЭВОЛЮЦИЯ ШЛИФОВАЛЬНОГО РЕМНЯ



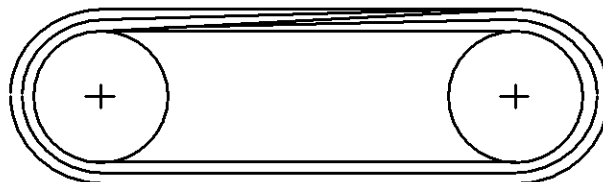
Если шлифовальный ремень выполнить в виде ленты Мебиуса, то рабочая поверхность при тех же габаритах увеличится вдвое. Ленту Мебиуса можно сделать объемной - с сечением в виде треугольника. Это тоже увеличит рабочую поверхность. Или квадратной. И в виде шестигранника... Вот, например, формула изобретения по а.с. 1 119

603:

“...шлифовал

ый ремень, выполненный из склеенной в кольцо с перевернутой ветвью основы с поперечным сечением

в виде правильного многоугольника, на гранях которого нанесено абразивное покрытие, отличающееся тем, что с целью повышения долговечности, ветвь основы перевернута на две грани”. В пределах рабочей поверхности можно увеличить в  $\pi$  раз (круглое сечение). А если надо увеличить эту поверхность в 7-8-10 раз? Как быть? Есть ли выход? Что бы вы предложили?



## КУПАНИЕ В ...МЕРНОЙ КОЛБЕ!

Часто при медицинских исследованиях требуется узнать объем тела пациента. Для этого используют погружение в специальную ванну с делениями на стенке. Но “мокрый” способ Архимеда довольно неудобен, он требует частой смены теплой воды, полотенце, многим он неприятен. Но недовольство взрослых пациентов не идет ни в какое сравнение с проблемами измерения объема тела маленьких детей - крик, шум, брызги во все стороны, искажение показаний из-за рук матери и медсестры, колебания уровня воды - очень трудно взять точный отсчет...

Еще более затруднительно использование “мокрой” методики при массовых измерениях на фермах, например, при откорме бычков, поросят, а также в зоологических исследованиях “на объектах” живой природы.

Как быть?

## 9. ПРОГРАММИРУЕМ НЕОЖИДАННОСТИ

### СИСТЕМЫ: ВОЗВЕДЕНИЕ В СТЕПЕНЬ

Представьте, что вам предложена такая задача: “Создано новое техническое устройство А-1. Каковы его следующие модификации А-2, А-3, и т.д.?” Естественно недоумение или даже возмущение: “Разве это задача?... Неизвестно какое это устройство, а вы требуете решения... Такую задачу невозможно решить”.

Сформулируем иначе. Вы едете на автомобиле по незнакомому городу. Вот висит знак “поворот направо”, у вас карта, надо доехать до такого-то места. Ориентируясь на знаки вы и выбираете наилучший путь. Это и есть - решение, т.е. путь к цели.

Один из путей, по которому идет развитие технических систем на волне идеализации, это переход в надсистему (НС): **технические системы объединяются с образованием би- и поли-систем.**

Объединение систем в надсистему выгодно для ТС:

- *часть функций передается в НС.* (например, ремонт телевизоров в одной мастерской),
- *часть подсистем выводятся из ТС, объединившись в одну, становятся частью НС* (коллективная антенна вместо десятков индивидуальных),
- *у объединенных в НС систем появляются новые функции и свойства.* (высококачественное кабельное телевидение от одной квартальной или поселковой антенны, плюс возможность организации видеосвязи по тем же кабелям).

Возникшие би- и поли-системы также не останавливаются “на достигнутом” - их развитие идет как “вверх” (образование еще больших над-над-систем), так и “вниз” (свертывание нескольких систем в одну систему или, даже, в идеальное вещество). Такой двухсторонний, встречный процесс можно изобразить следующим образом:



Развитие техники в чем-то напоминает развитие жизни на Земле: объединение живых организмов во все большие надсистемы по цепочке: “клетка - организм - популяция - экосистема - биосфера”, **совмещение функций** (лист растения совмещает в себе функцию преобразователя солнечной энергии в химическую, функцию насоса, поддерживающего давление в капиллярах, функцию регулятора температуры, функцию кладовой питательных веществ; печень выполняет более 20 функций), а также **свертывание систем** с полезной функцией в идеальное вещество (например, система передачи наследственной информации сначала была “отработана” на клеточно-организменном уровне, а затем “свернулась” в генетический аппарат).

Но есть и принципиальные отличия. Американский биолог К.Саган приводит (Драконы Эдема, М.: Знание, 1986, с.28) такой пример: “Каждый из “Викингов” - космических аппаратов, опустившихся на Марс в 1976 году, имел в своих компьютерах заранее запрограммированные инструкции объемом в несколько миллионов битов. Таким образом, “Викинг” обладал несколько большей “генетической информацией”, чем бактерия, хотя и значительно меньшей, чем

водоросли." Это действительно так: по сложности, точности и эффективности работы с бактерией можно сравнить, например, космического робота "Викинг", а с "нормальной" клеткой живого организма сравнивать надо, пожалуй, завод по сборке этих "Викингов". Таким образом, наиболее близкими прототипами современной техники могут быть лишь очень древние организмы, да некоторые самые простые "подсистемы" ныне существующих животных. О прямой аналогии биологических и технических законов говорить нельзя, есть лишь некоторые общие черты, характерные для развития любых систем. К таким наиболее общим закономерностям развития относится закон перехода в надсистему.

Рассмотрим основные особенности его проявления в развитии техники (рис. 40). Исходная **единичная система** (*моно-система*) удваивается с образованием **би-системы** (*би-С*) или, при объединении нескольких систем, - **поли-системы** (*поли-С*). Объединяться могут не только одинаковые (однородные) системы, но и системы со сдвинутыми (чуть отличающимися) характеристиками, а также разнородные (с разными функциями) и инверсные (с противоположными функциями) системы. Во всех случаях объединение и слияние систем идет по одним и тем же этапам.

Переход **моно-би-поли** может осуществляться в любом периоде развития и справедлив для любого уровня иерархии ТС (над-, под-системы, вещество). При образовании би- и поли-систем происходят качественные изменения по трем параметрам: **свойства, связи, внутренняя среда**.

**В этом и состоит главный смысл применения перехода моно-би-поли - количественные изменения (объединение систем) оправданы только в случае появления новых качеств.**

**Задача 94.** Теплица - система, которая достаточно хорошо всем известна. Предложите новые модификации этой системы с использованием перехода в надсистему.

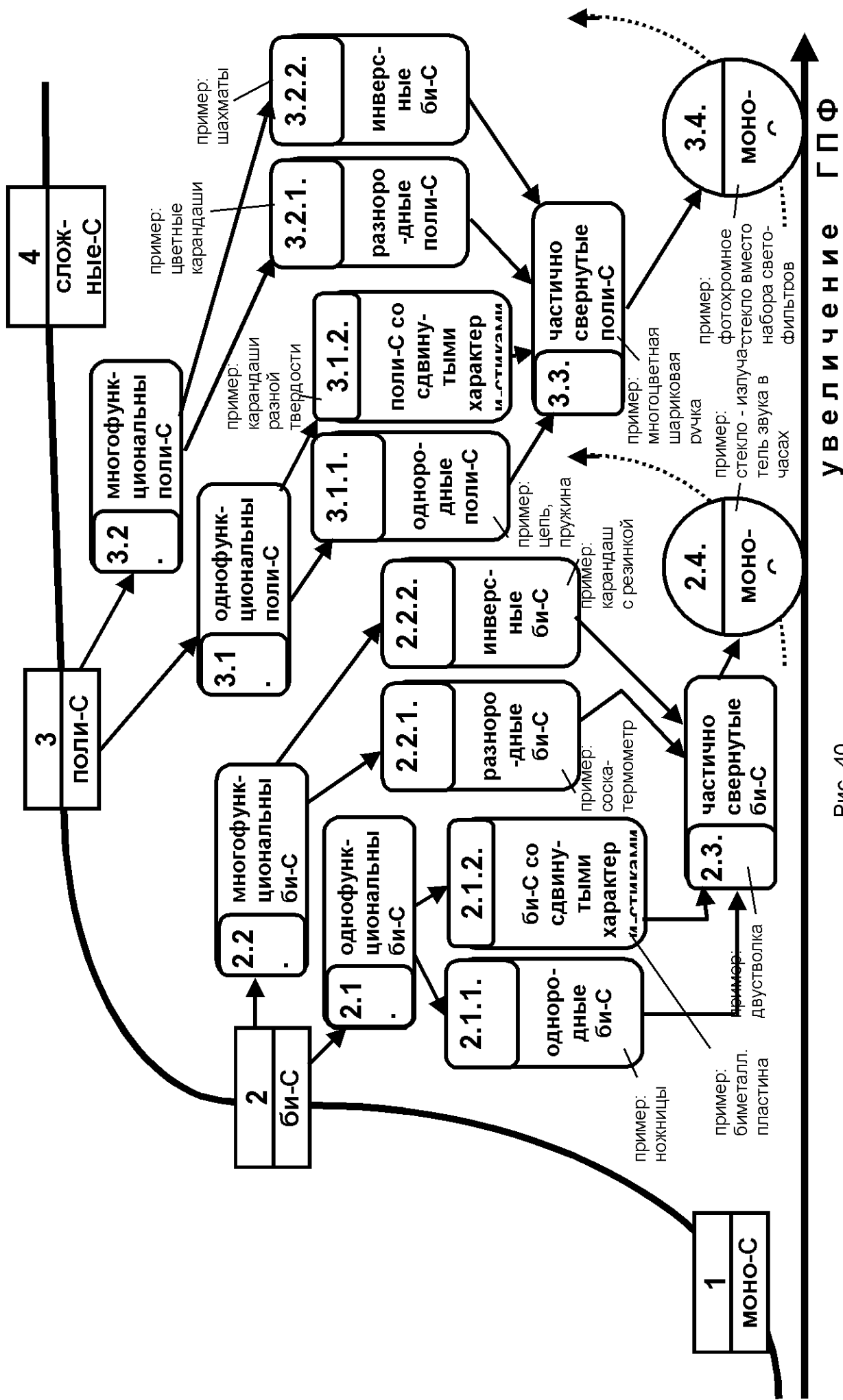


Рис. 40

При образовании би-системы возникает **новое свойство** (сверх-свойство, неожиданная прибавка), появляющаяся только в данной объединенной системе, - это важнейший признак правильно совершенного перехода моно-би-поли.

Например, нож (моно-С) имеет одни свойства, а у ножниц (нож + нож = би-С) появляется новое свойство, которого нет у двух отдельно взятых ножей. Если металлическую пластинку с одним коэффициентом линейного расширения соединить параллельно с пластинкой, имеющей другой коэффициент линейного расширения, получится биметаллическая пластинка (би-С со сдвинутыми характеристиками) с новым свойством - изгибаться при нагревании. Если последовательно соединить пластинки с противоположными коэффициентами расширения (отрицательным и положительным), получится инверсная би-С, обладающая новым свойством - нулевым коэффициентом расширения.

С появлением скоростных бронированных самолетов (результат блестяще разрешенного С.В.Илюшиным противоречия - броня как несущая нагрузку конструкция) развилась также и противоположная система - стали применяться бронебойные пули калибра 7,62 и 12,7 мм. Возникло новое сильное противоречие: для защиты от этих пуль нужна была броня толщиной 15 и 35 мм и весом 120 и 280 кг каждого квадратного метра соответственно. Самолет с таким "панцирем" не мог обладать нужной скоростью. Это противоречие разрешили переходом к би-системе: броню сделали из двух тонких листов с воздушным промежутком; пуля, ударив в первый лист, начинала кувыркаться, а то и ломалась о несимметричные контуры сделанной ею же пробоины, за первым листом шел второй, который пуля пробить уже не могла ("Техника и наука", 1986, N 1, с.47).

В 1921 г. Л.С.Термен, создавая свой электромузыкальный инструмент (терменвокс), столкнулся с ТП: инструмент должен генерировать звуки в слышимом диапазоне частот, но тогда он будет гудеть и во время пауз, и до начала игры; не щелкать же то и дело выключателем. Он нашел остроумный выход - создал би-С со сдвинутыми характеристиками: в установке было два генератора высокой частоты (например, 100 и 102 кГц - не воспринимаемые человеком частоты) и детектор, выделяющий разницу между этими частотами (2 кГц - в слышимом диапазоне), причем, выделялась эта разница только в момент игры).

Для увеличения скорости перемещения захвата робота нужна эффективная система торможения, чтобы захват не ударился в конце цикла движения о стойку. Существует простая система торможения: захват при торможении давит на поршень, который вытесняет масло из камеры через узкую щель. Кинетическая энергия при этом гасится, но через некоторое время масло разогревается, вязкость его падает и оно продавливается через щель без особого сопротивления. По пат. США 3791494 предложено выполнить щель в виде самоуправляемой би-системы со сдвинутыми характеристиками: щель образована двумя элементами с разными коэффициентами термического расширения, которые при нагреве масла сами уменьшают площадь щели и общее сопротивление остается постоянным.

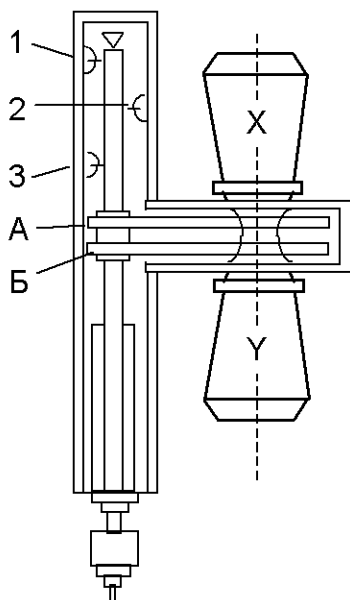


Рис. 41. Схема автоматического сверлильного станка.

1,2,3 - микрореключатели; А,Б - шкивы;  
Х,У - электродвигатели.

Еще один пример появления нового свойства при параллельном соединении однородных систем со сдвинутыми (чуть отличающимися) характеристиками - двух электродвигателей для привода сверлильного станка. Обычные автоматические сверлильные станки нуждаются в регулировке подачи при изменении диаметра сверла, скорости его вращения или материала. Фирма "Десуттер" (Великобритания) разработала сверлильный станок, который сам выбирает требуемую подачу в зависимости от этих параметров и не требует переналадки при смене типа обрабатываемых деталей (рис.41). Станок состоит из ходового винта, двух шкивов, каждый из которых связан ременной передачей с отдельным электродвигателем и набора управляющих микропереключателей. Шкив "А" закреплен на винте жестко и, вращаясь, приводит его во вращение. Шкив "Б" смонтирован на резьбе ходового винта и представляет собой гайку, перемещающую винт возвратно-поступательно. Электромоторы "Х" и "У", связанные ремнями соответственно со шкивами "А" и "Б", вращаются в одном направлении, но скорость вращения мотора "У" на 20 процентов меньше. Величиной перемещения ходового винта управляют микропереключатели 1,2, и 3. В начале работы включается мотор "Х", обеспечивающий подвод сверла к детали за счет вращения

ходового винта в неподвижном шкиве-гайке "Б". Когда срабатывает микропереключатель 2, включается электромотор "У". Благодаря разнице скоростей вращения шкивов "А" и "Б" скорость подачи сверла снижается до одной пятой первоначальной скорости подвода. Когда сверло касается детали, скорость вращения электромотора "Х" уменьшается, а скорость электромотора "У" остается прежней. Уменьшенная разница скоростей снижает величину подачи сверла до такой, при которой мотор "Х" обладает еще достаточным усилием, чтобы поддерживать эту скорость. Соответствие крутящего момента и скорости подачи обеспечивает оптимальные условия сверления.

Если в процессе работы сверло забивается стружкой и скорость его вращения уменьшается более чем на 20 процентов, шкив "Б" начинает вращаться быстрее ходового винта, который при этом автоматически отводится, очищая сверло. Общее управление станком производит микропроцессор. Сверлильные головки с саморегулирующей подачей оказались особенно выгодными при сверлении отверстий в деталях, имеющих внутренние пустоты или состоящих из слоев различных материалов. При обработке таких деталей было достигнуто пятикратное уменьшение времени сверления. ("Изобретатель и рационализатор" 1984, №3, с. 28).

Образование разнородных би-систем более эффективно, чем однородных. В однородных би-системах осуществляется всегда одна функция, в разнородных - две. Примеры: соска-термометр, "стереофены" (сушилка для волос в парикмахерских со встроенными стереонаушниками).

Однако, не всякое соединение разнородных систем в одну систему дает новое свойство.

Примеры: А.с.71918: цилиндрический пенал с приспособлением для умножения в виде таблицы Пифагора.

А.с.74300: стакан для карандашей с календарем.

А.с. 577142: карандаш комбинированный с циркулем; то же: пат. ФРГ 1 111 983. Настольная лампа с часами, и т.д.

В этих изобретениях нет ничего изобретательского, лишь небольшой материальный выигрыш (экономия материалов) - на уровне рационализаторского предложения.

Вот еще пример простого механического комбинирования - соединение инверсных элементов в би-систему без появления нового качества: а.с.1 227 511 - комбинированный механический карандаш с укрепленным сверху на шарнире стаканом со стирающим приспособлением (на шарнире - для удобства пользования).

Еще в конце XIX века в США был аннулирован патент, выданный на карандаш с ластиком на конце. Суд признал запатентованное изобретение простой агрегацией известных ранее элементов (карандаша и ластика), поскольку отсутствовало их взаимодействие и в своем сочетании они давали суммарный, а не качественно новый эффект. ("Изобретатель и рационализатор", 1979 № 8 ,с.39).

Как появляется новое свойство в би-С? Объединять системы надо таким образом, чтобы "стыковка" свойств элементов происходила в двух направлениях: часть свойств складывалась, взаимоусиливалась (это будущее новое системное свойство), другая часть свойств гасилась, вычиталась, взаимонейтрализовалась.

В итоге, системное свойство выступает на первый план, становится преобладающим, играющим главную роль в "жизни" новой системы. Системное свойство может появиться из сочетания (содействия) ранее незаметных или нейтральных свойств элементов, тогда его появление становится еще более неожиданным. Поясним это на простейшем примере. Представьте, что вам понадобилось перегородить мелкий ручеек с помощью валяющихся рядом кирпичей. Лежащие перед вами кирпичи - это "куча", пока еще не система. Вот вы поставили один кирпич на длинную грань поперек ручейка, ручеек начал обтекать кирпич с двух сторон - эти короткие грани кирпича и есть те самые вредные ("плохие", ненужные вам сейчас) свойства. Чтобы "уничтожить" эти свойства, вы приставляете с двух сторон еще по кирпичу - и "вредные" грани исчезли! Только что у трех кирпичей было шесть коротких граней и вдруг стало только две, а четыре остальных взаимно нейтрализовались, при этом полезное свойство (перегораживать поток) усилилось, т.к. нужные для нас свойства сложились вместе.

Такое "сложение-вычитание" полезных и вредных свойств характерно не только для однородных би- и поли-систем. В наибольшей степени этот системный эффект проявляется при образовании инверсных систем. Возьмем, например, всем известный железобетон. Это типичная би-С на уровне вещества: стальная арматура хорошо работает на растяжение, бетон - на сжатие, т.е. положительные свойства дополняют друг друга, отрицательные же свойства взаимно компенсируются - бетон защищает сталь от коррозии, а сталь не дает рассыпаться бетону.

На некоторых производствах встречается такая ситуация: по одним трубам подают щелочную жидкость и из нее откладывается на стенках осадок (труба "зарастает"), по другим трубам подают кислую жидкость, которая постепенно разъедает стенки труб. Объединение труб в би-систему так и напрашивается. По а.с. 235752 предложено подавать по каждой трубе поочередно то кислоту, то щелочь, кислота разъедает осадок, а щелочная жидкость создает защитный слой.

В а.с. 950 241: теплицу предложено сделать из двух отсеков, один со светопрозрачным потолком, предназначенный для растений, выделяющих кислород, а дру-

гой затемненный - для растений, выделяющих углекислый газ, новое свойство - из отсека в отсек газы перетекают сами без вентиляторов, кроме того, при определенном соотношении растений в отсеках теплицу можно сделать абсолютно герметичной (например, для космических станций). Теплицу можно объединить и с жилым домом: углекислый газ и тепло будут поступать в теплицу, а обогащенный кислородом воздух - в помещения.

А.с. 728 941: предложен валик для нанесения лакокрасочных покрытий, ворсинки которого сделаны из двух разнородных материалов, сообщающих частицам краски противоположные заряды статического электричества, частицы лучше слипаются в ровный слой, образуется качественное покрытие.

Еще два примера на образование инверсных би-систем.

А.с.1 260570: крепежное устройство с индикацией затяжки по а.с. 496 384, отличающееся тем, что с целью упрощения измерения усилий затяжки и контроля за их изменением во времени, оно снабжено дополнительным индицирующим элементом в виде пластины-датчика из оптически-активного материала, расположенным под поляроидной пленкой и связанным с основным элементом через прокладку из упругопластичного материала, при этом дополнительный элемент выполнен с интерференционной картиной, противоположной по знаку интерференционной картине на основном элементе, соответствующей заданному моменту затяжки.

А.с.615927: способ наблюдения и защиты при сварке и резке преимущественно для ручных видов обработки, при котором отражатели устанавливают навстречу один другому вертикальными поверхностями, а их фокусные центры смещают, отличающийся тем, что с целью повышения безопасности при работе сварщика, один из отражателей размещают на шлеме сварщика, а другой - на электрододержателе и фокусный центр второго отражателя совмещают с направлением взгляда сварщика на место сварки.

В частично свернутых би-системах часть подсистем заменяется одной.

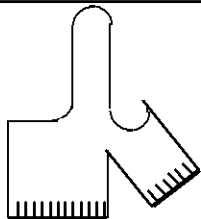


Рис. 42. Чертежное перо по а.с. 1 266 755.

Например, в катамаране один парус на две лодки; в двустволке один приклад на два ствола; двойное чертежное перо с одним хвостовиком (рис. 42) и т.д.

В полностью свернутых би-системах одна из подсистем (или вещество) выполняет функцию всей системы.

Возьмем, например, простую оптическую систему - линзу (моно-С) и "проведем" ее по всей схеме развития би-систем.

Шаг 2.1.1 - очки (новое свойство - объемное зрение, чего нет у

монокля),

2.1. 2 - би-фокальные очки (очки для "близко-далеко"), линзы состоят из двух половинок с разным фокусным расстоянием), здесь две моно-С соединены параллельно. При последовательном соединении линз со сдвинутыми характеристиками образуется совершенно новая ТС: например, окуляр плюс объектив дают простейший телескоп или микроскоп.

2.2.1 - линзы плюс призмы (бинокль) или линзы плюс зеркало (зеркальный телескоп).

2.2.2 - линза плюс диафрагма (объектив фотоаппарата).

Переход 2.1.1 - 2.3 - линза с изменяемой геометрией (в гибкой оболочке),

переход 2.2.2 - 2.3 - очки "хамелеон",

2.4 - объектив фотоаппарата: линза с изменяемой геометрией и с нанесенным на поверхность черным электрохромным (или жидкокристаллическим) слоем, который становится прозрачным при подаче на него электрического потенциала; полноценный искусственный хрусталик.

Примером сильно свернутой оптической системы может служить изобретение по а.с. 1 211 599. Для точного определения угла поворота какого-либо объекта предложено укреплять на нем прозрачную пластинку с голографической записью всех возможных углов (в градусах и минутах). Через пластинку-голограмму пропускают луч света (от лазера), который преломляясь, в пластинке, высвечивает на экране угол поворота прямо в цифровой информации - без измерителей угла, без считывающих и преобразующих устройств, без электронных индикаторов и пр.

Еще один хороший пример свертывания разнородных систем - лампы (излучатель света) и зеркала (отражатель света). В США разработана новая экономичная лампа. На внутреннюю поверхность колбы нанесен тончайший слой серебра, заключенный между двумя слоями двуокиси титана, которые не задерживают видимый свет, но отражают инфракрасные лучи. Это прозрачное зеркало имеет такую кривизну, что ИК-лучи фокусируются на нити накала и разогревают ее - требуется в два раза меньше энергии при том же световом потоке (Наука и жизнь", 1978, N2).

Би-системы возникают не обязательно из двух систем, иногда выгодно (проще) превратить в би-С одну моно-систему разделив ее на две одинаковые и соединив их определенным образом. Выигрыш тот же - новые свойства и качества, исключение вредных свойств, решение изобретательской задачи.

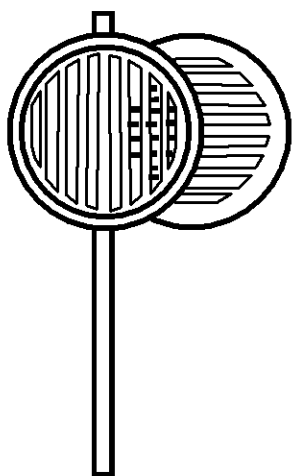


Рис. 43. "Бисистемный" дуршлаг.

Например, идея нового дуршлага ("Изобретатель и рационализатор", 1989, №1, с.27), отверстия которого образованы перпендикулярно составленными щелями двух пластин (рис.43). Теперь не потребуется возиться с прочисткой каждой дырочки - одна из пластин легко вынимается.

Разделение моно-С часто происходит под действием внешних факторов и это - та же динамизация (вводится шарнир).

Так, идея трактора с новым принципом поворота была найдена Ф.А.Блиновым, когда он работал механиком на колесном пароходе "Геркулес". Паровой "Геркулес" вез товары из Астрахани в Нижний Новгород на ярмарку. В пути лопнул главный вал, на который работали два цилиндра паровой машины. Положение создалось критическое: хозяину груза грозило разорение. Блинов нашел остроумное решение. Он предложил место излома зачистить и поставить подшипник. В результате каждый из двух цилиндров машины стал самостоятельно работать на свое гребное колесо. Ход от этого не убавился а маневренность значительно улучшилась. Такой принцип поворота и был положен в основу трактора на гусеничном ходу ("Привелегия 2245 крестьянину Федору Блинову на особого устройства вагон с бесконечными рельсами для перевозки грузов по шоссейным и проселочным дорогам" - "Техника молодежи", 1989, №2, с.63).

Новые свойства в би-системах возникают и при "движении" системы по цепочке шагов 2.1.1 - 2.1.2 - 2.2.1 - 2.2.2., т.е. в сторону увеличения различия между элементами.

Например, переход от цилиндрической (однородной) пружины к пружине из элементов со сдвинутыми характеристиками по а.с. 1 190 110: пружина сжатия-растяжения содержащая витки, отличающаяся тем, что с целью увеличения прогиба винта витки имеют диаметры двух разных размеров, чередующихся между собой, для выравнивания несущей способности витки меньшего диаметра с внутренней стороны срезаны продольной плоскостью и площадь среза уменьшается до диаметра витка пружины.

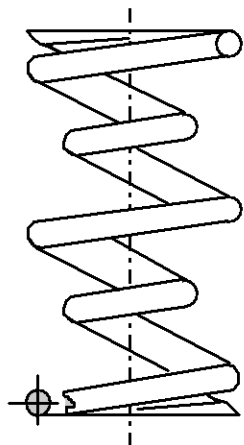


Рис. 44. Пружина по а.с. 1 190 110.

Кроме увеличения ГПФ получено новое свойство: при полном сжатии пружина занимает вдвое меньше места, чем цилиндрическая с тем же числом витков. А чтобы меньшие витки не были жестче больших, на первых изнутри снята лыска (рис.44).

Эстонский изобретатель оптических приборов Бернхард Шмидт начал в 1930 году работу над усовершенствованием телескопа - рефлектора с параболическим зеркалом. Постепенно он приходит к мысли, что для борьбы с параболической абберацией - комой ("волосы") - надо отказаться от параболического зеркала и перейти к сферическому (его и изготавливать проще). Но в сферических зеркалах не менее худший недостаток - сферическая абберация, из-за которой в свое время и перешли к параболическим зеркалам. Это противоречие ему удалось разрешить **переходом от моно-С к би-С** из инверсных элементов: он вносит в оптическую систему рефлектора абберацию равную по величине, но противоположную по знаку сферической абберации главного зеркала. Осуществляется это просто: в диафрагму вставляется коррекционная пластинка, получившая в последствие его имя. Следующие усовершенствования этой системы сделал в 1941 г. Максудов.

**Задача 95.** Выберите любой объект изменения и "проведите" его по всем шагам схемы развития би-систем. Не забудьте отметить новые качества, появившиеся в системе. Если не хватит технических и научных знаний, или возникнут сомнения в возможности реального воплощения новой идеи - не страшно, можно рассматривать эту задачу как упражнение по РТВ.

**Развитие поли-систем идет по аналогичной схеме.** Единственное отличие состоит в том, что при образовании **поли-С** возникает внутренняя среда (или создаются условия для ее возникновения) с особыми свойствами, эти свойства можно использовать для получения дополнительных качеств.

Например, перевозка стекла на стройплощадку в пакетах (*простейшая поли-С*) сопряжена с массой недостатков: стекла слипаются друг с другом, высокий процент боя, низкая производительность остекления здания и т.д. Предложено смазывать листы стекла маслом (использовали внутреннюю среду) - резко снизился бой, стекло легко отделяется, дополнительное удобство - масло смывают после окраски оконных рам.

Примеры образования простых поли-систем (шаг 3.1.1):

а.с. 996 216 - способ распиливания каменного материала (например, щебня), при котором его формируют в единый блок на связующем веществе и распиливают на отдельные плиты, а затем связующее вещество расплавляют и удаляют,  
а.с. 1 006 151 - способ обработки поршневых колец в одном пакете за один проход инструмента,  
а.с. 1 313 659 - способ обработки оптических деталей (стекло, керамика, кристаллы) путем склеивания тонких деталей в блок),  
а.с. 1 005 718 - способ уборки зерновых культур, при котором скашивание и обмолот ведут в фазе полной спелости, а для уменьшения потерь и осыпания зерна на корню, растения до скашивания опрыскивают жидким клеем.

#### **Переход к поли-С со сдвинутыми характеристиками:**

а.с. 843 808 предложено высевать каждую траву или кормовую культуру отдельными полосами вдоль поля, а скашивать поперек, тогда в бункере комбайна при проходе поперек поля окажется смесь трав и отпадает необходимость в части кормосмесительных машин на скотных фермах. В а.с. 1 058 538 этот способ еще больше улучшен: предложено травы высевать полосами по 0.7-2.2 м, а скашивать поле по диагонали - комбайн захватывает по меньшей мере три разных травы и в бункере образуется более равномерная смесь.

#### **Примеры на частично свернутые поли-системы:**

- удаление пыли с помощью пылесоса достаточно эффективный способ уборки квартиры, но как бороться с пылью в цехах с особо высокими требованиями к чистоте (например, по сборке микросхем)?, здесь содержание пыли должно быть сведено почти к нулю, поэтому нужна непрерывная уборка, но держать постоянно включенными десятки пылесосов крайне нерационально; пылесос сделан один на весь цех с разводкой труб по всей площади цеха;
- та же идея осуществлена во Франции для жилых домов, в квартиры проложены трубы и вмонтированы в стены приемные розетки, к которым можно подключать шланг с насадкой; это пример решения старой (так и неразрешенной в пылесосах) задачи на уровне надсистемы - отпадает неприятная процедура очистки фильтра после уборки ("Юный техник", 1989, N7, с.35).
- мы давно уже подводим часы по сигналам точного времени, передаваемым по радио, затем в одном корпусе разместили и часы и радиоприемник, но "подкрутка" часов осталась за человеком; созданы ручные часы, в которых одна микросхема выполняет функции часов и приемника; система свернется полностью, если миллионы часов будут сами корректировать время по сигналам радиостанций от одних и тех же эталонных атомных часов;
- а также котельная (одна "печка" вместо нескольких тысяч), телефонные станции, телевизионные центры и т.д.

Для отвода тепла из электронной аппаратуры в корпусе прибора делали отверстия с заслонками (*типичная поли-С*). Если прибор перегревался, заслонки открывали, а чтобы в выключенном приборе не скапливалась пыль - заслонки закрывали. По а.с. 1 066 053 предложена **полностью свернутая поли-С**: одна большая волнистая "дырка" на корпусе, выполненном из материала с эффектом памяти формы, волнистые зубцы отгибаются при нагревании и закрываются при охлаждении.

#### **Продолжим линию развития оптики.**

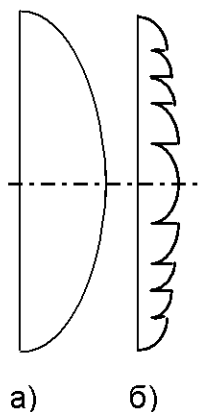


Рис. 45. Фокусирующие элементы.

а - обычная линза; б - плоский элемент.

В последнее время широко развивается область оптики, использующая так называемые плоские элементы. Например, в институте автоматики и электрометрии

СО АН РФ разработаны плоские линзы - киноформы. Один такой оптический элемент заменяет громоздкий объектив из многих стекол ("Социалистическая индустрия", 31.10.85). На поверхность плоской стеклянной пластины наносятся рельефные линии высотой в несколько длин световой волны.

Свойства двух элементов (рис.45 а,б) будут одинаковы, если изменение толщины второго элемента от ступеньки к ступеньке составит целое число длин волн фокусированного излучения. Кроме сильного свертывания оптических систем, плоские элементы позволяют получить новые качества. Так, в Институте общей физики АН РФ под руководством А.М.Прохорова разработаны новые плоские элементы, позволяющие преобразовывать падающее на них излучение с произвольным волновым фронтом в излучение с заданным волновым фронтом или концентрировать энергию излучения на какую-либо заданную кривую с заданным распределением интенсивности ("Квантовая электроника", 1984, т.11, №1, с.155). Т.е. на плоский элемент свет может падать под любым углом, а фокусироваться он будет в заданной точке или линии, причем линия может быть любой конфигурации (круг, эллипс, синусоида...) и интенсивность концентрации энергии по длине этой линии может быть также задана.

#### Как пользоваться переходом к поли-системе?

Необходимо выбранный технический объект "умножить на самого себя".

Что при этом изменилось?

Появилась ли внутренняя среда?

Как можно использовать ее свойства?

Опишите новые качества поли-систем - от однородной до инверсной.

Какой должна быть частично свернутая поли-С?

Можно ли полностью свернуть эту систему?

**Задача 96.** Выберите любой объект, перейдите к поли-системе. Появилась ли внутренняя среда? Как можно использовать ее свойства? Опишите новые качества поли-системы - на каждом шаге, от однородной до инверсной. Какой должна быть частично свернутая поли-система? Можно ли полностью свернуть эту систему?

Возьмем, например, телевизор. Коллективная антенна - это лишь первый шаг к свертыванию. Разумнее было бы иметь один телевизионный блок на дом, квартал, а то и на город (один блок питания, один радиоканал, один блок обработки изображения и т.д.), а в квартирах оставить лишь кинескоп и орган управления (переключатель каналов, регуляторы). Можно пойти и дальше: передавать изображение из телецентра по световолоконному кабелю, а дома повесить на стену только экран с органом управления (абонентская радиосеть давно существует, почему бы не быть такой же и телесети?). Идет объединение телевизора с другими системами: телевизор плюс видеомагнитофон, плюс видеокамера (домашний телецентр), телевизор как экран дисплея персонального компьютера, плюс радиоприемник, плюс часы, плюс газеты (телегазета), плюс библиотека (подключение телевизора к информационной телесети), плюс телефон (видеотелефон), плюс справочное бюро и т.д. и т.п. Можно с уверенностью сказать, что телевидение "поглотит" в себя все информационные системы.

С другой стороны, вместе с централизацией, должна увеличиваться и обратная связь, т.е. должна расти степень влияния абонента на телецентр. Например, сейчас мы "управляем" телецентром только с помощью писем ("концерты по заявкам"). В некоторых странах к телевизору подключают терминал (пульт с клавиатурой), все терминалы соединены с центральным компьютером, перед началом показа концерта на экране появляется список исполнителей и телезритель набирает те номера артистов, которых он желал бы увидеть, компьютер составляет программу концерта из номеров, набравших наибольшее количество голосов.

Следующий шаг - составление собственной программы, например, с помощью видеомagneтофона; но тогда надо держать дома видеотеку, переставлять кассеты (диски), искать нужные места и т.д. Проще - централизация видеотеки, с персональным вызовом (заказом) нужной видеозаписи по терминалу, параллельно на часть экрана можно подавать информацию о текущих телепрограммах и новостях.

Если продолжить линию усиления обратной связи в системе "телевидение - зритель", то следующим шагом должно быть ... составление собственных сценариев, подбор актеров и т.д. Сюжет рассказа *К.Саймака "Театр теней"* построен на том, что экипаж космического корабля, находящегося в длительном полете, занимает свое время просмотром бесконечного фильма. Каждый член экипажа создал своего героя на экране, сценарий развивается спонтанно, по ходу действия. Острота ситуации состоит в том, что никто не знает (но очень хочет разгадать) кто именно управляет каждым действующим лицом в телеспектакле. Количество героев равно количеству членов экипажа. И вдруг один из членов экипажа умирает, а на экране остаются все те же действующие лица - никто из них не исчез!..

Проблема занятости космонавтов в длительных полетах станет в ближайшем будущем очень острой. Никакие видеотеки, шахматы, книги, иллюзии березовых роц с поющими птицами и пр. не спасут экипаж от ужасающей бездеятельной тоски многолетнего полета. Идея, выдвинутая фантастом, захватывающе интересна, она не противоречит даже современным научным представлениям.

## **ИЗОБРЕТАТЕЛЯМИ СТАНОВЯТСЯ.**

Технических революций не бывает без ярких изобретательских гениев. А гении не вырастают сами, их готовят, ими становятся. Трудно "переделывать" инженеров в изобретателей, легче их сразу готовить в вузах, но огромные масштабы изменений в стране требуют более массовой подготовки изобретателей - революционеров в технике. С этим может справиться только школа.

Глубоких качественных изменений в технике невозможно добиться, имея на вооружении только МПиО - в этом случае наши технические достижения будут вечно кого-то догонять. Это самая невыгодная тактика в современном мире. Нужна лавина изобретений, развивающих технику по всем направлениям. Нужно не парадно-отчетное, а истинно массовое движение изобретателей, необходим качественный прорыв в теории и практики изобретательства.

Подготовка к творческой деятельности дает эффект только в том случае, если она будет начата в детские годы, пока еще не утрачена способность увлекаться поиском неизвестного, необычного, пока не выработалась потребность противодействовать всему, что вступает в противоречие с привычными представлениями.

Современная политехнизация школы создает прекрасные условия для развития технического творчества учащихся. В процессе занятия общественно полезным трудом ребята знакомятся с различными приборами, учатся владеть инструментами, приобретают полезные навыки и умения. Но достаточно ли этого для подготовки будущих специалистов? Не секрет, что цель абсолютного большинства подобных занятий - научить ребят вчерашним, в лучшем случае сегодняшним, простым рабочим операциям. Цель занятий в технических кружках - моделирование известных конструкций, копирование "взрослой" техники, обучение простым приемам обработки материалов. Во всем этом есть, и безусловно немалая, польза для формирования социально полезной личности - ребенок узнает цену труду, вещам, хлебу... Обществу нужны труженики, а не бездельники - это аксиома. Надо, однако, помнить и о другом: "делать руками" - это всего лишь одна, причем заключительная, стадия любого человеческого дела, т.е. обществу нужны не только труженики, а творческие личности.

*В начале любого нового дела лежит новая идея.* Результаты любого начинания находятся в прямой зависимости от того, насколько удачен был первый шаг - анализ направления развития данной системы, выбор задачи, выявление противоречий, поиск идеи решения. Надежды на то, что все это придет со временем под влиянием опыта (*проб и ошибок!*), как правило, не оправдываются. Из этого следует, что нельзя учить детей техническому труду, не обучая творчеству. Необходимы специальные занятия для воспитания наиболее высокого уровня творческой деятельности.

Тогда неизбежно возникают вопросы: с какого возраста можно учить теории творчества? Не окажется ли она непосильной для них, слишком сложной? Какая "доза" техники допустима при обучении? Принципиальных ограничений по возрасту для обучения приемам творчества не существует: был бы набор программ и практических пособий, учат же маленьких детей языкам, музыке, спорту... Естественно, такие программы должны иметь максимально возможный гуманитарный уклон. Впрочем небольшая "доза" техники допустима даже для дошкольников. Ведь с отдельными физическими явлениями дети начинают знакомиться очень рано. Дошкольники, например, знают, что вода может превратиться в лед или пар, а потом снова вернуться в исходное состояние, имеют представление о том, как измеряют температуру. Младшие школьники разбираются в практических явлениях, связанными с законами Архимеда, расширением тел при нагревании, законы с простыми проявлениями магнитных свойств веществ и т.д. Хотя объем этих знаний и не велик, но достаточен для решения довольно большого класса задач.

Начиная со средних классов, "дозу" техники можно постепенно увеличивать, а для старшеклассников ее отличие от тематики "взрослого" обучения должно быть практически незаметно. Однако в любом случае, независимо от возраста обучающихся, использование на занятиях фантастики, сказок, примеров из искусства, а также детективных и юмористических задач, музыкальных вставок, дискуссий не только желательно, но и обязательно. Идеал - обучение серьезному в игровом стиле. Это требует высокого профессионализма преподавателя, тщательной подготовки, и это не всегда удается на первых уроках, но к этому надо постоянно стремиться.

Из двух форм школьной работы - классной и внеклассной - предпочтение пока следует отдавать внеклассной, кружковой, позволяющей заниматься с небольшими группами и, при желании, быстро накапливать опыт обучения творчеству. По-

лезно увязывать обучение основам изобретательства со школьными программами по различным предметам, при этом ни в коем случае не дублируя их, а лишь показывая материал школьных дисциплин под неожиданным углом зрения, выделяя возможность их практического применения и т.д.

Стратегия обучения теории творчества должна включать несколько моментов, имеющих принципиальное значение:

1. Нужно постоянно обращать внимание ребят не только на ход решения задачи, но и на универсальность приема, с помощью которого получено решение той или иной задачи. Постепенно этот процесс для обучающихся должен становится самостоятельным - они должны уметь видеть возможность применения одного и того же приема для решения задач, в условиях которых на первый взгляд нет ничего общего.

2. Нельзя ограничивать цель обучения только овладением приемами творческого решения задач, главное (конечная цель) - умение находить и формулировать задачи. Постановка задачи предполагает предварительный анализ развития систем, выявление противоречий. Поэтому воспитание способности видеть задачи часто оказывается важнее попыток ее сиюминутного решения. Такая задача может стать целью жизни школьника.

3. Основная продукция уроков творчества - новые идеи. Однако это отнюдь не означает, что процесс обучения теории творчества должен превращаться в своеобразный вид интеллектуального снобизма ("Я выдал блестящую идею, а другие пусть ее проверяют"). Ребята должны свои решения (хотя бы одно-два за период занятий) проверять с помощью простейших расчетов и экспериментов. Проверка должна быть быстрой (часы, дни, никак не месяцы), с использованием подручных материалов, наипростейших моделей - она должна показывать лишь принципиальную осуществимость идеи. Такие эксперименты можно легко в дальнейшем превратить в исследовательские работы различной сложности с изготовлением опытных образцов и т.п.

4. Умение накапливать и обрабатывать информацию сопутствует творчеству. Ребят надо постепенно приучать к сбору личной картотеки. Начинать можно, например, с "Юного техника" (или чего-то подобного) - обсуждать на занятиях новости науки и техники, критически разбирать решения "Патентного бюро ЮТ". Впоследствии можно прийти и к использованию "взрослых" научно-популярных журналов, "Бюллетеня изобретений". Здесь также важен анализ приемов, с помощью которых получено решение.

5. Сверхзадача занятий - воспитание творческих качеств личности. Нужно постоянно учитывать защитную реакцию школьников ("Ну, это великие люди решали великие задачи, а я - обыкновенный человек...") и атаковать ее на каждом занятии. Основной учебный материал - биографии выдающихся творческих личностей. Преподавателю нужно постоянно искать и анализировать достоверные (а не отлакированные) биографии таких людей - совсем необязательно только академиков и нобелевских лауреатов. Необходимо показывать всю драму жизни: героизм, гражданское мужество, ошибки, поражения, падения и величие, борьбу с внешними и внутренними обстоятельствами. Восхождение к великой цели доступно каждому - эту главную мысль надо повторять на каждом занятии.

*Преподавание ТРИЗ в общих принципах ничем не отличается от преподавания любой науки, но вместе с тем имеет свою специфику. Не останавливаясь на общепедагогических положениях, изложим основные особенности.*

**1. Программа.** Есть несколько ступеней обучения ТРИЗ, каждой из которых соответствует своя программа: *вводная (10-20 ч), ознакомительная (30-40 ч), изучение основ теории с самостоятельным решением 25-50 учебных задач (70-80 ч), подготовка пользователей ТРИЗ с выходом на производственные задачи (120 ч), подготовка исследователей ТРИЗ (240 ч).* Первые три программы нетрудно составить по материалам этой книги, можно использовать также дополнительную литературу. Четвертая программа требует обязательного привлечения дополнительной литературы и методических разработок. Пятая программа предполагает обучение на одном из специальных семинаров.

**2. Уровни обучения.** По любой из программ обучающийся последовательно проходит несколько уровней овладения теорией. Необходимо следить за тем, на каком из уровней находится обучающийся, и своевременно помогать ему перейти на следующий уровень.

*Если взять основную 240-часовую программу, то можно выделить следующие уровни:*

- 1) усваивание образцов умственных действий преподавателя при разборе учебных задач; преподаватель - единственный носитель знаний по теории;
- 2) первые опыты самостоятельного применения полученных знаний в новой ситуации, на новых учебных задачах; совместное с преподавателем использование рекомендаций теории;
- 3) решение новых задач (в том числе простых производственных) с самостоятельным использованием справочных материалов (записей предыдущих решений, конспектов, указателя эффектов, дополнительной литературы); роль преподавателя - периодические консультации;
- 4) самостоятельное решение задач, сформулированных вместе с преподавателем (часть задач - производственные); аргументация собственных решений в дискуссии с преподавателем; анализ своих "сбоев"; осмысление скрытой (недопонятой, неявной) информации из теории; роль преподавателя - всячески поддерживать любые проявления самостоятельности мышления (критика своих и чужих работ, спор с преподавателем о ходе решения и т.д.);
- 5) умение видеть новые задачи в окружающей реальности, поиск их решения; выдвижение "безумных" идей; анализ прожитой части жизни;
- 6) постепенный переход к творческому стилю жизни; перенос приемов мышления на нетехнические задачи; умение выбрать цель более широкую и глубокую (дальнюю), чем просто решение очередных задач, развитие исследовательских навыков, умение собирать и обрабатывать информацию; выявление закономерностей, выдвижение гипотез, попытки решения "открывательских" задач.

*Первые три-четыре уровня вполне посильны для нормально организованного школьного обучения теории творчества.*

### **3. Сквозные линии курса ТРИЗ.**

Начинать занятия надо с критики МПиО и далее, в течение всего курса, постоянно раскрывать недостатки МПиО, примитивность несистемного и недиалектического мышления

Вторая линия - противоречия (всюду - в технике, в науке, в обществе, в культуре).  
Третья линия - законы развития технических систем, главный из которых - идеальность (возврат и углубление на протяжении всего курса).  
Четвертая линия - роль воображения, постоянное подчеркивание оригинальности того или иного решения (особенно решений обучающихся).

**4. Плакаты и раздаточные материалы.** Очень желательно использовать при обучении систему плакатов, которые, если это возможно, должны быть постоянно вывешены в помещении, где проходят занятия. Обучающиеся, даже отвлекаясь, будут всюду видеть плакаты - яркие по форме, хорошо запоминающиеся, с юмором<sup>1</sup>.

Плакаты не должны долго висеть на одном месте, нужна постоянная смена мест их расположения. При решении задач по плакатам первоначально должны быть вывешены только условия с закрытым ответом (или вообще без ответа). Раздаточные материалы чрезвычайно полезны для обучающихся. К таким материалам можно отнести: краткие справки "Что мы прошли за первые два (три, пять) занятий" (конспект в 1-2 страницы), схематичное изображение формул вепанализа, образцовая запись решения по АРИЗ, указатели эффектов и т.п.

**5. Письменные работы.** На первых 5-10 занятиях - никаких письменных домашних заданий, в это время происходит отсев учащихся (может достигать до 50%). Следующие 5 занятий - выполнение домашних заданий по желанию. На всех последующих занятиях ребята должны сдавать обязательные письменные домашние задания. На очередном занятии преподаватель разбирает проверенные работы. Авторы хороших работ должны быть названы поименно. Ошибки и неудачные работы критикуют без указания фамилий. Оценок (баллов) следует избегать. Регулярное письменное задание на занятиях - взаимное рецензирование письменных работ (перед сдачей преподавателю).

**6. Задачи.** Первая задача (особенно если она имеет красивое решение с применением эффектов) создает новую психологическую инерцию: найденный ответ начинают применять при решении всех других задач.

Поэтому: а) надо предупредить об этом и б) дать первые 3-5 задач с разными ответами.

С самого начала можно использовать задачи в занимательной форме. Задачи даются только на использование пройденных материалов, и они должны решаться объясненными инструментами ТРИЗ. Это основное правило. Но иногда следует делать исключения: давать заведомо нерешаемые задачи (например, перед объяснением нового раздела, с помощью которого задача просто решается, а также для тренировки - как у спортсменов при поднятии непосильного веса); при этом надо решительно пресекать попытки угадывания ответа.

Простой прием борьбы с "осенениями" и "озарениями" при решении задачи: после изложения условий задачи надо устроить небольшой "шторм", дать высказаться всем, пусть кто-то запишет все "отгадки". В ходе же решения задачи категорически пресекать попытки использования МПиО. Задачи надо давать, заведомо нерешаемые МПиО. На каком-то этапе обучения неизбежно появляются "всезнайки", выдающие по каждой задаче десяток "ТРИЗ-ных" решений, - это своеобразная смесь ТРИЗ с МПиО, новый стереотип мышления; метод лечения "всезнаек" про-

---

<sup>1</sup> Примеры плакатов показаны на разворотах перед главами (в них использованы идеи плакатов по курсу ТРИЗ, разработанных Г.С.Альтшуллером и В.М.Герасимовым).

стой - дать трудную задачу с требованием максимального приближения к ИКР. Преподаватель должен всегда иметь 1-2 резервные задачи на случай, если заданная задача будет быстро решена или разгадана. На следующий год обучения нельзя использовать решенные в прошлом году задачи (они быстро "рассекречиваются" среди обучающихся) - следует обновлять хотя бы треть или половину задач.

**7. Призы.** За лучшие домашние (классные) задания возможно награждение призом. Как правило, призы - книги (по техническому творчеству, НФЛ и т.п.) или дополнительные материалы по ТРИЗ.

**8. Стил ь занятий.** Нужно, чтобы занятия проходили в занимательной, динамичной форме, с вовлечением обучающихся в обсуждение затронутых вопросов. Более сильных учащихся надо загружать дополнительными заданиями. Нельзя перехватывать возможности ТРИЗ. На каждом занятии должна быть своя "изюминка" ("удачный аккорд"); это может быть, например, игра в ММЧ - учащиеся изображают собой маленьких человечков в задаче, остроумная задача, элемент курса РТВ, биография творческой личности и т.д. Обучение не должно быть застывшим, нужно отмечать не укладывающиеся в теорию факты, указывать на точки роста теории, если таковые известны преподавателю. Полезно привлекать учащихся к маленьким выступлениям по небольшим темам (рассказ об эффекте, задаче и т.п.).

**9. Технические средства обучения.** По возможности, надо использовать любую технику: звукозаписывающую аппаратуру (например, во время мозгового штурма), проекционную аппаратуру (показ фильмов о изобретениях и изобретателях), видеомagnetофоны (запись телевизионных передач по тематике занятий), показ слайдов и т.д. ТРИЗ хорошо вписывается в специфику компьютерных классов - на магнитных носителях можно записать приемы, стандарты, эффекты, задачи-аналоги, АРИЗ и затем "листать" их на экране дисплея.

Конечно, использование ЭВМ в таком режиме (как простой справочник-путеводитель по ТРИЗ) лишь первый шаг на пути к слиянию (симбиозу) двух ярких направлений современной научной мысли: компьютерной техники и теории творчества. По-видимому, только ТРИЗ может дать тот единственный шанс на создание "умных машин", которые так давно ищут разработчики искусственного интеллекта. В этом направлении в России и Белоруссии уже более 10 лет ведутся интенсивные научно-практические работы. Проект получил название "**Изобретающая машина**". Программа научных исследований и разработок осваивается довольно быстрыми темпами силами молодого энергичного коллектива. Уже первая версия интеллектуальной системы поддержки изобретателя мгновенно разошлась по стране на сотни предприятий, в вузы, школы изобретателей и другие организации.

Открыт филиал в США - фирма **Invention Machine Corporation** (IMCorp, 4 Cambridge Center, Cambridge, MA 02142, 617.492.1303, Fax 617.492.8867). Программами и консультациями фирмы по проблемам технологий пользуются практически все крупные компании США.

Пользоваться системой "Изобретающая машина" настолько просто, что для начала требуется лишь небольшая подготовка. А для изучающих материал ТРИЗ хотя бы и по этой книге, подготовка вообще не нужна - можно сразу садиться за персональный компьютер и решать изобретательские задачи. Если каждая школа будет иметь такую "Изобретающую машину", то скоро в техническом творчестве восторжествует, наконец-то, Сильное Мышление - так хочется верить в это!

## ПРАКТИКУМ ПО РЕШЕНИЮ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ

### УТОЧНИМ СХЕМУ РЕШЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

В ТРИЗ все задачи делят на два типа:

- 1) задачи, решаемые прямым применением законов развития технических систем или правил, вытекающих из этих законов;
- 2) задачи, решение которых не поддается пока полной формализации.

Таким образом, задачи бывают **стандартные и нестандартные**. Деление это несколько условное - оно зависит от сегодняшнего состояния ТРИЗ и от степени усвоения вами элементов теории. Задачи, являющиеся сегодня нестандартными, завтра - после выявления пока еще неизвестных закономерностей - станут стандартными. То же происходит и с личным пониманием изобретательского творчества: по мере накопления опыта решения задач, с каждой новой успешно решенной задачей, сегодняшние трудные для вас задачи будут становиться все более легкими.

*Итак, существуют две линии решения изобретательских задач: по стандартам и по программе (шаги 1-19).*

Начинать решение надо всегда со стандартов (вепанализа и правил применения законов), и если задача не решается - переходить к программе.

При анализе задачи по программе исходные условия претерпевают значительные изменения: например, модель задачи существенно отличается от первоначальных смутных, а иногда просто заведомо неверных условий. Поэтому применение стандартов к модели задачи заведомо сильнее, чем применение их к необработанной изобретательской ситуации.

Еще более упрощается задача после уточнения вещественно-полевых ресурсов - здесь применение стандартов намного эффективнее. Поэтому лучше всего использовать смешанную тактику решения: стандарты - часть программы - стандарты... Приведем окончательную схему решения изобретательских задач.

#### Первый этап

1. Использование задач-аналогов.
2. Применить информацию из указателя эффектов.
3. Использовать стандартные решения.

#### Второй этап

4. Рассмотреть задачу по первой части программы (шаг 1-8) - составить модель задачи.
5. Использовать стандарты и указатель эффектов.

#### Третий этап

6. Рассмотреть задачу по второй части программы (шаги 9-13) - выявить ВПР, сформулировать ИКР.
7. Использовать стандарты и указатель эффектов.

#### Четвертый этап

8. Рассмотреть задачу по третьей части программы (шаги 14-19).

## Пятый этап

9. Вернуться к первой части программы и изменить обработку изобретательской ситуации - взять более общую задачу, исключаящую необходимость в решении данной задачи.

### Примечание

После каждого пункта должна быть фраза: "Если задача не решается, то перейти к следующему пункту схемы решения".

Каждый инструмент оказывает обратное действие на человека, использующего этот инструмент. ТРИЗ - инструмент для тонких, дерзких, высокоорганизованных мысленных операций. Решение одной задачи еще не меняет стиля мышления. Но в ходе занятий решаются десятки, сотни задач. Постепенно мышление перестраивается. Этому способствует и специальный курс РТВ, входящий в программы обучения ТРИЗ.

**Задача 97.** В цехе наладили производство литых пластмассовых деталей сложной формы, но возникли трудности с их окончательной обработкой. После литья требовалась зачистка внутренней поверхности деталей от заусенцев и налипших частичек материала литейной формы. Для этого внутрь детали с сильной струей воздуха подавались абразивные частички (например, песок), вихрь частиц "слизывал" все неровности и загрязнения. Но после такой обработки во все внутренние полости и мелкие отверстия набивались абразивные частицы и приходилось долго вытряхивать эти, уже не нужные, инструменты обработки. Попробовали применить стальную дробь и магниты - операция ненамного упростилась, т.к. для вылавливания всех дробинок требовалось также немало времени. Как быть?

**Задача 98.** Всем известная присоска для прикрепления крючков и т.п. к гладким поверхностям стен считается тем лучше, чем больший вес она выдерживает. Здесь заключено противоречие: присоска должна быть мягкой (эластичной), чтобы прикрепляться к стене (при вытеснении воздуха) и должна быть жесткой, чтобы выдерживать большой груз. Полезная функция у присоски одна - держать груз, поэтому нужно перейти к жесткой (твердой) присоске. Но тогда как прикрепить ее к стене? Нужно, чтобы под присоской исчезал воздух (образовывался вакуум), как только ее прислонят к стене.

**Задача 99.** Для того, чтобы маленькие дети не трогали лекарств и другие ядовитые бытовые препараты, предложено наклеивать на них картинку: печальное личико со слезами на глазах. Возможно она и остановит детей от шалости.

Но проблема шире - надо также предупреждать и взрослых о том, например, что срок годности лекарства истек и им нельзя пользоваться (а также консервированных продуктов и т.д.). Как обеспечить невозможность использования испорченного лекарства? При этом надо учесть все возможные варианты: срок годности может быть от нескольких дней до нескольких лет, лекарства могут портиться от света, тепла, холода и т.п.

**Задача 100.** Игру в теннис изобрел англичанин У.К.Унгфилд (британский патент 1875 г.). Игра быстро распространилась - уже в 1877 г. состоялся чемпионат Англии. В этом же году Л.Толстой закончил роман "Анна Каренина", в котором его герои - Вронский и его друзья - уже играли в теннис. Сначала теннисный мяч был цельнорезиновый, затем, для повышения его упругости, перешли на полые мячи, заполненные газом под давлением немного выше атмосферного. У нас в стране выпускается 1 млн. таких мячей в год. Две штампованные половинки мяча (из натурального каучука в смеси с се-

рой)) соединяют, нагревают, происходит вулканизация резины и за счет этого половинки склеиваются. Но к концу вулканизации в мяче уже должен быть газ под давлением. Как это сделать? Вести весь процесс в специальной камере под давлением невозможно, подавать газ внутрь мяча до вулканизации нельзя (каучук недостаточно прочен). Как быть?

**Задача 101.** Два валдайских купца, И.Шарвин и Н.Терехов, изготовили к марту 1834 г. один из самых тяжелых колоколов - весом 600 пудов (9,6 т). Перед ними встала задача: как доставить такой огромный колокол из Валдая в Петербург по весеннему бездорожью? Никакая платформа на колесах или полозьях не помогла бы, водного пути не было. Что бы вы предложили, окажись на их месте?

**Задача 102.** Профессия горняка все еще одна из самых опасных профессий - под землей невозможно предусмотреть все неожиданности. Две из них наиболее опасны: взрыв и пожар.

а) Причина взрыва - в скоплении в одном месте метана или угольной пыли. Взрывная волна распространяется с огромной скоростью по штрекам и штольням горной выработки и сметает все на своем пути. Поэтому для гашения взрывной волны в определенных местах горняки вынуждены ставить перегородки (из брезента, дерева, гипса и т.п.). Но перегородка не мешает производству работ только в заброшенных (отработанных) участках, а там где работают люди перегородки не поставишь.

ФП: перегородка должна быть и ее не должно быть. Разделим противоречивые требования во времени - она появляется только во время взрыва. Ваше предложение?

б) Если возникает пожар, в это место нужно срочно направить тележку с пожарным шлангом и брандспойтом. Место возникновения пожара непредсказуемо, поэтому запрограммировать путь движения тележки невозможно. Высокая температура и дым исключают возможность использования электронных блоков или управление человеком. Нужно, чтобы тележка сама подъехала к месту пожара, а человек с безопасного расстояния только включил бы подачу воды. Как быть?

**Задача 103.** Как предотвратить отравление человека таблетками лекарственного препарата в случае ошибочного или умышленного принятия большого числа таблеток?

**Задача 104.** Техника живописи практически не меняется веками: вместо десятка красителей при Л. да Винчи сейчас используется 30-40 более стойких красителей, да поговаривают о расширении этой палитры вдвое. В остальном все по-старому - холст, изображение на плоскости, кисть, мольберт...

Попробуйте задаться вопросами, увеличить претензии к этой человеко-технической системе - вы увидите массу изобретательских задач.

Сикейрос, увеличив до грандиозных размеров свои "полотна", столкнулся с противоречием: чтобы в поле зрения попала вся настенная композиция, надо отдалиться от здания на такое расстояние, что потребуется кисть непомерной длины и ее невозможно будет удержать в руках. Он разрешил это противоречие переходом к жидкой кисти - пульверизаторам и соплам.

Химик Берцелиус демонстрировал своим гостям "волшебную" картину, написанную им самим (термохромными красками) - пейзаж, который в тепле был летним (зеленая трава, листва) и становился зимним (снег) на холоде.

А вот новая идея из изобретения по а.с. 971 685: способ живописи, при котором краску наносят послойно, размещая между слоями прозрачную пленку, чем достигается объемный эффект. Изобретение несложное (простой переход к поли-системе), но из-за слабой развитости этой области почти любое изобретение будет пионерским...

Стоит только задаться вопросами: что такое динамичная картина?, "живые" краски?, звучащие картины?, меняющие сюжет от настроения автора или зрителя? и т.д.

**Задача 105.** Используя инструменты развития технических систем предложите новую игру с футбольным мячом.

Можно за исходную систему взять только мяч и дотраивать веполь (получить новую систему и развивать ее), а можно оттолкнуться от готового веполя (мяч, нога, механическое поле удара) и развивать известную игру в футбол. Главное требование: игра должна получиться интересной, с новыми качествами и возможностями.

Примеры изменений: 1) мяч с непостоянным центром тяжести (внутри шарик на пружинках); вес шарика или упругость пружин меняется на каждом матче; новое качество - комичность и неожиданность ситуаций, новые приемы обработки мяча, расчет траектории "рыскающего" мяча и т.д.; 2) магнитный мяч, а у футболистов в руках магнитные отклоняющие системы...

**Задача 106.** Установка для распиливания проволокой кристаллов, например, горного хрусталя или полупроводниковых материалов, содержит стальную нитку диаметром 60 мкм, которая совершает 400 возвратно-поступательных движений в минуту - за счет этого и режется на части твердый материал. Чем сильнее натянута нитка, тем точнее получается распил (нитка не отклоняется в сторону), тем уже щель и меньше отходов (это особенно важно при пилении драгоценных кристаллов). Но сильно натянутая нить быстрее рвется. Как быть?

**Задача 107.** По а.с. 936 957 усовершенствовали качели таким образом: сиденья не только раскачиваются как маятник, но и перемещаются вперед и назад по волнообразной траектории. Этой системе можно придать множество других функций, разнообразить этот простейший аттракцион. Попробуйте развить эту систему дальше. Единственное требование - простота конструкции и отсутствие внешних источников энергии (запасать собственную энергию можно).

**Задача 108.** Взрывные работы в горном деле применяются вот уже более трехсот лет. До последнего времени их результаты оцениваются так: пробы размельченного грунта просеиваются сквозь механические сита и по полученным фракциям делается вывод о том, насколько хорошо измельчена порода. На один анализ уходит несколько суток (породу собирают, перевозят, рассортировывают, измеряют) - дорого и очень трудоемко. Нужно предложить способ быстрого (один час!) анализа. Ваше предложение?

**Задача 109.** Огороженные пастбища намного удобнее открытых, т.к. один пастух может следить сразу за несколькими стадами на соседних участках. Во многих странах используют еще более простую систему - "электрического пастуха": на проволоку изгороди подается слабый электрический ток. Но здесь требуется подводящая электрическая сеть (источники тока часто далеко, требуется понижающий трансформатор и т.д.). Использовать малые ветроэлектростанции и гелиоустановки затруднительно - они не гарантируют бесперебойность электроснабжения. Идеальнее была бы система, при которой ток появлялся бы на проволоке, как только животное толкнет ее. Ваше предложение?

**Задача 110.** Нередко случается, что малыш, забавляясь какой-нибудь игрушкой, пробует ее на вкус и вдруг незаметно для себя проглатывает. Если игрушка сделана из пластмассы, то обнаружить где она - в пищеводе или желудке ребенка - с помощью, скажем, рентгеновских лучей невозможно. Хирургам приходится действовать наугад, а между тем каждая потерянная минута может стоить жизни маленькому пациенту. Это типичное административное противоречие, из которого может вытекать несколько изобретательских задач: как обеспечить врачам определение местоположения иг-

рушки?, как вообще предотвратить их попадание внутрь?, как избежать операции - сделать так, чтобы игрушка... исчезала внутри; и т.д.

Выберите одну из задач и, ориентируясь на идеальность, предложите свое решение.

**Задача 111.** В серии медицинских экспериментов по изучению процессов распространения эпидемий срочно потребовалось определить количество капель разбрызгивающихся... при чихании - у разных людей, в разные стадии болезни. Просмотрев мировую литературу ученые убедились, что разброс данных у разных авторов слишком велик: назывались цифры от 100 капелек (у маленьких детей) до 20 000 и более (при сильном чихании у взрослых). Достоверность этих данных была под сомнением, т.к. методика подсчета нигде не описывалась. Предстояло самим придумать методику и воплотить идею в простой прибор; шутники уже и название ему придумали - "Апчихметр"...

Как быть? Что бы вы им предложили? Недостатка в добровольцах - "чихателях" не было (эпидемия гриппа была в самом разгаре). Их можно было бы пригласить в лабораторию. Ну а дальше? Как быстро подсчитать количество капель в каждом "чихе"?

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### 1. УКАЗАТЕЛЬ ЭФФЕКТОВ

(фрагменты указателей физических, химических и геометрических эффектов)

#### УКАЗАТЕЛЬ ФИЗИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ

##### *1. Механические эффекты*

**1.1 Силы инерции:** 1) создание дополнительной силы давления (505 539<sup>2</sup>); 2) центробежная сила инерции: разделение порошков (825 190), защита стекла вихревой камеры обновляющимся слоем более тяжелых частиц (1 002 030), прижим абразивной ленты к выпуклой поверхности (518 322); 3) момент инерции вращающегося тела: маховик с изменяющимся радиусом центра масс (523 213); ускорение процесса деаэрации порошков (283 885), отбортовка размягченного конца трубы (517 501), изготовление изделий с параболической поверхностью (232 450); 4) гироскопический эффект: определение силы трения (487 336), аккумулялирование механической энергии (518 381).

**1.2 Гравитация:** "гравитационные" часы (189 597).

**1.3 Трение:** 1) эффект аномально низкого трения; уменьшение трения при работе в вакууме (290 131); 2) эффект безызносности; состав смазки (891 756, 1 049 529); 3) использование выделяющегося тепла: расплавление заготовки (350 577).

##### **2. ДЕФОРМАЦИИ**

**2.1 Величина деформации:** измерение в упругом элементе (232 571).

**2.2 Эффект Пойтинга:** скручивание вала при снятии подшипника (546 456).

**2.3 Передача энергии при ударах (Эффект Александра):** механизм для воздействия на твердое тело (203 557), усиление ударных нагрузок (447 496).

**2.4 Эффект радиационного распухания металлов:** выпрямление деформированной детали (395 147).

---

<sup>2</sup> Здесь и далее в скобках даны номера авторских свидетельств

**2.5 Эффект памяти формы в сплавах:** разрушение камней (1 153 061), печатная форма (984 878), тепловой двигатель (861 717, 840 453), фрикционная муфта (1 137 264), домкрат (840016, 1 004 251), электрод для электрохимической обработки (1 007 889), контроль расплавления льда на проводах (1 023 484), струнное сито (1 022 045), способ крепления труб в трубной решетке (1 075 070), заостренные стерженьки в каблуках обуви против скольжения в гололед (1 044 266), плавкий предохранитель (672 674).

**2.6 Эффект памяти формы у полимеров:** термоусадочная лента (1 008 796), разъемная термоусаживаемая оболочка (1 008 788).

### 3. МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

**3.1. Тепловое расширение вещества:** 1) создание сил давлений (могут достигаться огромные величины): волочение металла (471 140), прессование (236 279), тепловой двигатель (336 421), преднапряжение железобетонных конструкций (595 468); 2) биметаллические пластины (стержни, трубы и т.д.): счетчик заливок металла в изложницу (175 190), изменение кривизны ствола скважины при бурении (247 159), рама для проветривания теплиц (383 430), регулирование зазора в лабиринтном насосе (275751), зажим деталей (645 773), развальцовка труб (693 102), диффузионная сварка (637 214), разрушение горных пород (310 811); 3) микроперемещение объектов: монтаж нефтепроводов (712 594), управление регулировочными винтами (424 238), растягивание стержней (347 148), управление элементами приборов (218 308), измерение температуры (651 208), дозирование малых количеств газа (476 450), извлечение оправки после волочения трубы (309 758).

**3.2 Фазовый переход** (замораживание воды, застывание-плавление металлов и смесей): способ послойного заполнения емкости смешивающимися жидкостями (509 275), пусковое устройство пресса (207 678), двигатель работающий на малых перепадах температур (266 471), термометр на чистом хrome (263 209), изготовление ребристых труб замораживанием воды (190 855), герметизирующее устройство на висмуте (344 197), примораживание режущих пластин (319 389), быстрый способ создания давления при испарении сухого льда (518 667), самоудаление монтажных деталей испарения (715 295).

**3.3 Капиллярно-пористые материалы:** маркировочная пластина для слитков (452 412), обезвоживание нефти (118 936), разделение тяжелых и легких газов (319 326), звукопоглощающая панель (610 956), охлаждающие элементы электрических машин (187 135), дозирование добавок в расплав (283 264), подъем припоя над ванной (316 534), подача охлаждающей жидкости (710 684), предотвращение оседания полимера на стенки (262 092), перегородка для пламени (737 706).

**3.4 Сорбция:** двухфазное рабочее тело (газ и адсорбент) для компрессора (224 743).

**3.5 Диффузия:** термодиффузионная обработка стальных заготовок (461 774).

**3.6 Осмос:** электроосмос для сушки изоляции кабелей в шахтных электросетях (240 825).

**3.7 Тепловые трубы:** охлаждение электронных приборов (306320), регенерация тепла отходящего воздуха (840 602), отбор тепла из шахтной печи (1 028 984), холодильник (1 025 843), охлаждение вакуум-насоса (311 110), паяльник (616 073), рабочее колесо центробежного насоса (1 076 637), аппарат для выращивания микроорганизмов (1 070 137), электрод-инструмент (988513), автопокрышка с самоохлаждением (410 422), шарик подшипника (777 273), передача тепла на большие расстояния (340852), тепловой двигатель (1 057 706), тепловой выключатель (566 087), тепловой диод (1 028 998).

**3.8 Молекулярные цеолитовые сита:** полирование полупроводников (561 233), определение дефектов типа трещин (812 822).

#### **4. ГИДРОСТАТИКА, ГИДРОАЭРОДИНАМИКА**

**4.1. Закон Архимеда:** определение вязкости и плотности жидкости (527 637), измерение уровня (601 574), погрузка лесоматериалов на железнодорожную платформу (205 682), выгрузка камня с барж (119 805), сборка дирижаблей в воде (343 898), поворотный круг для локомотивов (505 406), поплавков сварочного манипулятора в магнитной жидкости (527 280).

**4.2. Течение жидкости и газа:** 1) ламинарность: перемещение нитевидных кристаллов (508 262); 2) турбулентность: контроль шероховатости поверхностей (523 277); 3) закон Бернулли: способ определения производительности вентилятора (437 846); 4) эффект Томса (снижение сопротивления движения жидкости): уменьшение потерь напора (244 032); сверхтекучий гелий: система охлаждения (1 064 090).

**4.3. Гидравлический удар:** регулирование зазора между электродом и деталью (348 806), уменьшение напора перед гидротурбиной (269 045), электрогидравлический удар (эффект Юткина) - для получения коллоидов (117 562), сверхвысоких давлений (119 074, 129 945), перекачки жидкостей (1 070 345).

**4.4. Кавитация:** приготовление грубых кормов (443 663), снятие заусенцев (200 931), повышение эрозионной активности жидкости (285 394), детектирование радиоактивных излучений (409 569), способ измерения расхода жидкости (446 757), определение количества растворенных газов в жидкости (1 010 543), защита от абразивного износа (1 016 568), обработка деталей (1 021 584).

**4.5. Пена** (смесь газа с жидкостью, твердые пены): звукоизолирующий наполнитель (188 228), гаситель шума (473 843), защита растений от заморозков (317 364), предотвращение образования пыли при транспорте угля (338 457), покрытие конвейерной ленты (329 084), посев семян (738 534), глушитель взрыва (484 901), изготовление металлической дробы (338 293), промывка трубопроводов (426 965), обнаружение течей (712 713), моделирование оболочек и покрытий на мыльных пузырях (464 907), очистка воды от нефти (707 894).

#### **5. КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ**

**5.1. Механические колебания:** 1) свободные: определение координат центра тяжести (280 014), измерение натяжения движущейся ленты (288 383), измерение расхода жидкостей и газов (246 101), измерение давления (274 276), определение содержания в яйце плотной и жидкой фракций (348 845), гашение колебаний (895 886), очистка картофеля от земли (856 403), гашение вибрации (1 134 300); 2) вынужденные: измерение износа сверла (1 024 227), виброформование бетона (271 868), измерение массы (301 551), распыление жидкостей (460 072), нагрев газа (637 597); 3) резонанс: транспортер (119 132), снятие внутренних напряжений в изделиях (508 543), сушка дисперсных материалов (515 006), датчик уровня сжиженных газов (175 265), измерение массы вещества в емкости (271 051), способ определения химической стойкости материалов (275 514), испытание конструкций без разрушения (509 798, 900 178); измерение массового расхода (1 008 617), снижение шума (1 007 977); 4) автоколебания: определение сроков схватывания бетона (267 993), измерение ускорений (279 214), смешение газа с жидкостью (1 114 431).

**5.2. Акустика:** 1) акустические колебания: контроль поверхности самолетов (647 597), промывка целлюлозы (612 983), говорящая кукла (957 926), очистка лент в

жидкости (500 817), сушка микробных препаратов (553 419), разделение частиц (553 791), определение породы пчел (257 064); 2) реверберация: определение количества вещества в емкости (346 588).

**5.3. Ультразвук:** интенсификация горения (183 574), дегазация жидкостей (303 084), контроль качества контакта (1 010 545), измерение плотности раствора (1 015 291), определение расслоений горных пород (1 008 445), определение примесей в металлах (1 019 309), обработка алмазов и хрусталя (775 057), лечение ран (910 157).

## **6. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ**

**6.1. Взаимодействие электрических зарядов:** пневматическая форсунка с электризацией капель (1 012 995), покрытие поверхности воском (1 005 948), самонакладчик листов (1 013 377), охлаждение компрессора распыляемой жидкостью (1 013 637), коагуляция аэрозоля в шахтах (259 019), предотвращение засаливания шлифовального круга (562 418), трибоэлектрический распылитель порошка (1 069 863), раскрытие лепестков цветка (755 247), определение знака и величины заряда семян (454 488), сушка меховых шкурок (563 437), глянцеование фотографий (311 241), окраска поверхностей (544 935), нанесение полимерных покрытий (612 710), измерение давления жидкостей (781 636), получение потока заряженного порошка (637 146), ускорение роста растений заряженных гидроаэрозолем (917 786), пылеуловитель в виде катушки с синтетической нитью (548 513), полив растений заряженным туманом (695 633), отделение бумажных листов от стопы (631180), съем пыльцы цветка (725 625), очистка газов от окислов и взвесей (891 132), подготовка топлива к сжиганию (918 676), приготовление асфальта (1 004 515), очистка воздуха от пыли (990 311), повышение текучести жидкого металла (1 026 949).

**6.2. Конденсатор:** дозатор жидкости (493 641), определение солеустойчивости растений риса (940 697).

**6.3. Закон Джоуля-Ленца:** спекание цементного клинкера (553 223).

**6.4. Электросопротивление:** измерение размеров изделий (462 067), определение качества шариковой авторучки (511 233), определение марки каменного угля (1 052 899).

**6.5. Электромагнитные волны:** ориентация самоходных машин (1 017 180), контроль процесса сушки материалов (1 018 000), очистка хвойных веток от иголок (816 428), определение влажности нефти (1 015 287), очистка металлической ленты от окалины (682 301), извлечение металлической арматуры из резины (763 160), способ получения покрытия (923 643), определение глубины трещины в изделиях (1 022 043), способ защиты человека от поражения электрическим током (553 707).

**6.6. Электромагнитная индукция:** 1) взаимная индукция: термостат (279 117); 2) вихревые токи: оттаивание снеговой шубы в холодильниках (235 778), ориентация немагнитных токопроводящих деталей (434 703), торможение проката на станах (497069); 3) скин-эффект: испарение материалов в вакууме (281997), очистка трубопроводов от отложений (451 888).

## **7. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВЕЩЕСТВА. ДИЭЛЕКТРИКИ**

**7.1. Диэлектрическая проницаемость:** определение сжимаемости отвердевших газов (1 013 817), определение времени пропитки пористых материалов (497 520).

**7.2. Пробой диэлектриков:** раскрой тканей (218 805).

**7.3. Пьезоэлектрический эффект:** протягивание ленты (624280), транспорт жидкости (1 068 656), двигатель (1 023 456), получение лекарственных форм (1 017 160), распылитель (1 007 752), датчик пульса (1 007 653), генератор искры (1 015 143), электрогидравлический усилитель (1 015 128), датчик давления (1 010 473),

определение хрупкости материалов (1 017 959), акселерометр (1 015 310), зажигалка (1 017 881), муфта (1 017846), упаковка полимерных пакетов (1 018 880), гашение гидравлического удара (1 019 159), снижение трения в червячной передаче (1 019 143), микродозатор жидкости (1 268 958), искусственное сердце (857 545).

**7.4. Электреты:** окраска распылением (597 429), сепаратор (831 156), смеситель порошков (772 578), очистка газа от аэрозоля (451 452), измерение расстояний (1 292 936), измерение плотности (873 025), индикатор постоянного напряжения (892 325), гальванометр (481 844), повышение прочности полимеров (1 014 844), бункер для сыпучих кормов (1 076 372), льдогенератор (1 075 062), распылительная форсунка (1 028 373), датчик смещений (563 744), датчик давления (618 666).

## 8. МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА ВЕЩЕСТВА

**8.1. Использование магнитных свойств:** удаление из глаза металлических тел (963 520), фланцевое соединение (646 132), способ съемки рисованных мультфильмов (234 862), ременная передача (1 013 659), пресс (1 017 508), определение мертвой точки поршня (1 022 877), пружина (1 013 649), получение белой сажи (829 561), транспорт стружки бегущим магнитным полем (716 937), предотвращение размыва футеровки жидким металлом (577 242), глобус из эластичного магнитного материала (1 072 089), защита маховика от разрыва (1 014 100), закрепление на станке деталей из немагнитных материалов (1 161 321).

**8.2. Ферропорошки:** зажим деталей любой конструкции (1 006 058), предохранение водоема от промерзания (1 006 598), разрушение горных пород (933 927), охлаждение изделий в потоке феррочастиц (647 343), очистка воды от нефтяных пятен (866 043), закрепление грунта (925 154), бетонный магнитопровод (867 899), сортировка деталей по степени пористости (1 052 264), сепарация семян (1 005 911), мишень для стрельбы из лука (1 068 693).

**8.3. Магнитная жидкость:** муфта сцепления (894 249), герметичный контакт (1 019 512), взвешивание цилиндров в потоке (1 016 687), индикатор электрической нагрузки (1 015 464), смазка (1 004 710).

**8.4. Переход через точку Кюри:** солнечный двигатель (848 737), сигнализатор температуры (1 015 268), пайка волной припоя (1 013 157).

## 9. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ РАЗРЯДЫ В ГАЗАХ

**9.1. Коронный разряд:** генерация аэрозолей (876 182), подготовка семян к посеву (1 018 588), чистовая отмывка деталей (856 595), определение остроты режущей кромки (582 914), фильтр (886 944), очистка газов (856 563), нейтрализация статического электричества (433 658), сепаратор (564 883), дозирование диэлектрических материалов (582 459), охлаждение рабочего тела (511 484), измерение влажности (266 283), датчик давления газов (217 656), контроль вакуума в лампах (486 402), измерение диаметра микропровода (756 188), обеззараживание пищевых продуктов (459 210).

## 10. СВЕТ И ВЕЩЕСТВО

**10.1. Видимое излучение:** контроль герметичности (886 105), сварочный тренажер (871 176), определение оттенка желтка в яйце (755 253), сигнализатор температуры (1 015 269), измерение температуры (1 017 934), контроль диаметра изде-

лий (1 010 462), выделение кислорода из воздуха (1 007 709), датчик механических напряжений (1 029 001), определение морозостойкости клевера (1 014 519).

**10.2. УФ-свет:** способ соединения металлов (489 602).

**10.3. ИК-свет:** определение влажности в процессе сушки (802 752), сварка полимерных пленок (1 004 127), противопожарный контроль (269 400), ремонт асфальтовых покрытий (271 550), формирование стекла (509 545).

**10.4. Световое давление:** способ перекачки газов или паров из сосуда в сосуд (174 432).

**10.5. Отражение и преломление света:** определение времени пайки радиодеталей (521 086), определение тепловых напряжений на прозрачных моделях (280 956), измерение температуры (287363).

**10.6. Муаровый эффект:** контроль отклонения формы деталей (1 065 683), контроль плоскости листа (1 021 939).

**10.7. Интерференция:** контроль линейных перемещений сварных изделий (331 271), определение давления на поверхности летательного аппарата (320 710), определение жизнеспособности семян (510 186), определение скорости поглощения газов жидкостью (1 004 815).

## УКАЗАТЕЛЬ ХИМИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ

**1. Газовые гидраты:** хранение газа в гидратном льде (270 641), разделение газовых смесей (206 561), выделение гелия из природных газов (303 485, 368 773), удаление легких углеводородов из природных газов (293 835), транспорт конденсата под давлением газа из разлагающегося гидрата (237 770), повышение давления газа (802 604), получение холода (376 432, 452 726), льдохранилище (1 013 709).

**2. Водород:** разупрочнение стали при резании (773 157), хранение водорода в сплавах металлов - гидридах (894 984, 849706, 958 317), изоляция водопритока в скважину порошком титана, разбухающим при насыщении водородом (1 030 542), индикация водорода гидридом металла (1 024 816), накопление и хранение холода в гидридных аккумуляторах (903 670).

**3. Озон:** обработка питательной воды энергоустановок (771 026), анализ металлоорганических примесей (792 095), интенсификация газокислородной резки (332 959), устранение запаха и привкуса воды (785 212); очистка сточных вод: от нефтепродуктов (513 013), поверхностно-активных веществ (607 785), цианидов (592 761), органики (718 376); консервирование: овощей (934 994), фруктов (923 505), зерна (718 072), стерилизация жидкостей (1 007 678), борьба с обрастанием подводной части судна (413 664), улучшение хлебопекарных свойств муки (839 462), обработка почвы и интенсификация роста растений (917 760), повышение качества икры рыбы (1 009 358), получение фталиевой кислоты (240 700), сульфатов (350 752), сульфата окиси железа (715 483), высших жирных спиртов (497 276), ферритов (261 859), продувка стали в конвертерах (312 880), окисление выхлопных газов автомобилей (791 819), определение герметичности изделий по светящейся реакции с этиленом (807 098).

**4. Фотохромные вещества:** солнцезащитное ограждение из фотохромного стекла (1 063 793), запись оптической информации (970 989), запись изображения (442 449), определение качества приклеивания тензодатчиков (649 947).

**5. Гели:** заполнение скважины для сваи в просадочных грунтах (654 749), способ получения цеолита (998 342), гидрогель двуокиси кремния (966 004), визуализация ультразвукового поля (1 004 771), электрофорез в геле для разделения микроколичеств белка (1 029 064), лечение зубов (629 931), индикатор давления (823 915).

**6. Гидрофильность-гидрофобность.** 1. Гидрофильность: защита поверхности от налипания брызг расплавленного металла (1 007 882), очистка нефти от воды (1 019 680). 2. Гидрофобность: обработка слабомагнитных руд перед сепарацией (865 811), определение растворенного кислорода в воде (922 063), электрод для электрохимического окисления (836 225), изготовление водостойких поляроидов - очков для стереокино (834 006), предотвращение слеживаемости гранул (833 929), изоляция пластовых вод в скважине (829 872), предотвращение развития микрофлоры на крышках консервных банок (1 018 892).

**7. Экзотермические смеси:** замедление твердения металла отливки (554 074), удаление льда (885 417), повышение производительности электродуговой сварки (749 810), текучая экзотермическая смесь (541 864).

**8. Электролиз:** получение пленок и сеток из металла (110 865, 111 685), получение пленки металла в подшипниковом узле (881 405), восстановление изношенных деталей (402 584), закрепление инородных тел на металле (601 149, 888 189), нанесение слоя меди на трущиеся поверхности за счет термоэда без подвода электроэнергии (378 538), поочередная приработка контактирующих поверхностей деталей (744 761), очистка неорганических кислот (865 321), восстановление двухвалентной меди до одновалентной (423 755), очистка сточных вод (391 064), отделение опалубки от затвердевшего бетона (628 266).

### УКАЗАТЕЛЬ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ<sup>3</sup>

**1. ШАР:** 1) равное восприятие внешней силы всеми точками поверхности: датчик давления с покрытием из проводящего материала (356 496), эспандер для кисти руки со смещенным центром (799 711), зажим деталей (826 000, 908 548), фиксация животных надувными шарами (1 045 887); 2) малая поверхность соприкосновения в точке контакта и чувствительность к перемещениям: модель моря из шариков (871 181), самописец в виде токопроводящего шарика в диэлектрической трубке (353 143), фиксирующее устройство (288 325), вибрационные датчики (659 911, 748 143, 838 399); 3) высокие демпфирующие свойства (гашение ударов); эластичные шары для автоматизированной укладки плодов в тару без повреждений (552 245), гашение гидравлического удара (303 461); 4) создание колебаний: вибраторы на сжатом воздухе (915 977, 931 307).

**2. Овал (эллипс):** 1) фокусирование света (161 253), ультразвука (980 254), ударных волн в жидкости (794 578), дополнительный разогрев нити накала лампы в фокусе ИК-лучей (1 083 253); концентратор излучения из нескольких эллипсоидов с общим собирающим фокусом (484 588), концентратор в виде эллиптического тора (1 000 491); 2) изменение параметров при развороте (вращении): расстояния (регулирование интенсивности излучения - 441 039), кривизны (натяжение нити - 513 129), механического момента (933 409), жесткости обода (изменение силы сопротивления и деформации - 359 034, 860 857), изменение ширины оставленного следа (710 847), объема гибкой оболочки при вращении внутри двух эллипсов (1 067 243), передаточного отношения зубчатых колес (186 654); 3) вибрация: создание (177 205), подавление (408 847), направление колебания при изменении центробежной силы в различных точках эллипса (749 449); 4) перекачивание на плоскости: зигзагообразный след (1 087 198), зигзагообразный след при наклонной установке эллипсов (573 382); 5) изготовление эллипсов: валов (444 628), отверстий (570 489).

**3. Эксцентрики:** 1) ускорение сборки (установки) деталей: режущей пластины на резце (1 097 454), шпинделя на станке (1227 371), при настройке режущего инструмента (1 234 080), быстроразъемное соединение (1 229 466), зажим плоской де-

<sup>3</sup> По работам И.Л.Викентьева, В.А.Власова, В.И.Ефремова, С.Н.Девяткина.

тали и ее точная ориентация (1 064 060), зажим для каната (1 134822), уменьшение усилия открытия в шариковом замке (1 134 811); 2) создание циклических нагрузок: формование полых изделий из порошка (1 205 996), повышение производительности обработки (1 217 582); 3) прерывистая обработка деталей: дробление стружки на токарном станке (1 156 863), резка труб (1 227 378), подача изделий (1 020 668); 4) изменение зазора между электродом и деталью без остановки процесса электролиза (1 094 715); 5) кодирование секретных устройств (1 062 442, 1 225945); 6) изменение собственной частоты колебаний системы (970 005, 1 110 966); 7) генерация механических колебаний (1 110 974).

**4. Щетки** (гребенка, ерш, кисть, набор игл, ворс): 1) регулирование прилегания к фигурным поверхностям: втирание смазки в подвижные части механизмов (1 030 305), "метелочные" контакты (759 757, 792 370, 1 022 685), вычесывание плодов и ягод с веток (401 334, 578 946, 685 188); 2) увеличение площади теплообменника (1 059 407); 3) создание тел различной формы: отвертка, лезвие которой образуется иглами (134 635), регулируемый инструмент для нанесения орнамента (460 988), подбор аэродинамического профиля (453 494), регулировка кривизны беговой дорожки (1 158 888); 4) опора движущихся объектов: при задвижке строительных конструкций (525 771), передвижение внутри трубопровода (838 556, 962 598); 5) другие применения: высев семян люцерны без присыпки (829 008), ворошитель деталей (621 626), амортизатор для сохранения транспортируемых в трубопроводе предметов (1 044 565), быстросъемное соединение (530 964), захват и фиксация деталей (734 433), крепление типа "репейник" (419 410, 467 956), генератор аэрозоля (1 028 373), аэрирование жидкости (1 037 900), введение лекарств (874 066), сбор влаги из воздуха в пустыне (582 800), защитное покрытие гидросооружений от кавитации (279 443). 5. Гофры: упругая связь между зубчатым колесом и ступицей (823716), улучшенные теплообменные трубы (829 271), устройство для поштучной выдачи бревен (644 686), рабочий орган стиральной машины (996 569), самогашение прибрежных волн (1 016 415), ручной инструмент для шпаклевки (1 008 386).

**6. Сыпучие тела** (порошок, песок, дробь, зерна, паста): 1) частичное перемещение погруженных в них объектов: компенсатор температурных перемещений (242 179); 2) несжимаемость: наполнитель полых изделий при обработке (925 500); 3) моделирование форм: в эластичной оболочке (907 573); 4) захват и фиксация деталей (1 165 553), свариваемых деталей (659 318), самоподдержание домкрата в поднятом положении (198 662), фигурных деталей (677 907), "мертвое" закрепление режущей пластины на резце (776 761), крепление тяг строительных конструкций (222 967); 5) использование разбухающих гранул: гидридов, поглощающих водород (1 085 808), капрона при нагреве (478 458), казеина или серфадекса, разбухающих в воде (376 836, 1 013 574); 6) другие применения: изменение скорости течения сыпучих материалов при вибрации (1 009 941), неразрушаемый при забивании наголовник свай (199 735), гашение вибраций (697 761), успокаивание колебаний поверхности жидкости (953 291, 962 693); безреактивные инструменты - трамбовка (296 615), ударник (571 608).

**7. Односторонние поверхности (лента Мебиуса):** 1) удвоение площади или длины рабочей грани: магнитная лента (145 029), шлифовальная лента (236 278), фильтр непрерывного действия (321 266); 2) увеличение рабочей поверхности в несколько раз: многогранный скрученный ремень с абразивными гранями для шлифования (324 137), многолепестковые ремни (745 665, 908 673); 3) другие применения: интенсификация перемешивания (903 130), раздача кормов с одной ленты (886 859), равномерное распределение нагрузки (863 421).

## ТЕХНИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ЭФФЕКТОВ<sup>4</sup>

**Аккумуляция:** механической энергии (Ф1.1), тепла (Х2), холода (Х1, Х2).

**Гашение механической энергии** (Ф3.3, Ф4.4, Ф4.5, Ф5.1, Ф6.6, Ф7.3, Ф8, Г1, Г2, Г4, Г5, Г6).

**Деформация тел** (Ф1.1, Ф2, Ф3.1, Ф3.2, Ф8, Ф10.3).

**Дозирование вещества** (Ф3.1, Ф3.3, Ф6.2, Ф7.3, Ф9.1, Х1).

**Изменение:** магнитных свойств (Х2), массы (Х1), концентрации (Х1), объема (Ф2.4, Ф2.5, Ф2.6, Ф3.1, Ф3.4, Ф4.5, Х1, Х2, Х5, Г2), плотности (Ф8.3, Х1), площади (Г7), оптических свойств (Х4), расстояния (Г2), скорости (Ф1.1, Ф3.4, Х1, Х8), формы (Ф2.5), химических свойств (Х1, Х2).

**Измерение (обнаружение):** вакуума (Ф9.1), вибраций (Г1), влажности (Ф9.1, Ф10.2), водорода (Х2), времени (Ф1.2), вязкости и плотности (Ф4.1, Ф5.1, Ф5.3), герметичности (Ф10.1, Ф10.8, Х3), давления (Ф5.1, Ф6.1, Ф7.3, Ф9.1, Ф7.4, Ф10.8, Х5, Г1), дефектов (Ф3.8, Ф6.4), деформаций (Ф2.1), износа (Ф5.1), количества газа и жидкости (Ф4.4), массы (Ф5.1, Ф5.2, Ф8.3), механических напряжений (Ф10.1), натяжения (Ф5.1), остроты кромки (Ф9.1), пульса (Ф7.3), расхода (Ф4.4, Ф5.1), размеров (Ф6.4, Ф9.1, Ф10.1, Ф10.6), расстояний (Ф7.4), смещений (Ф7.4, Ф10.7), сжимаемости (Ф7.1), температуры (Ф3.1, Ф3.2, Ф8.4, Ф10.1, Ф10.5), течей (Ф4.5), трения (Ф1.1), усилий (Ф1.1, Ф7.3), уровня (Ф4.1, Ф5.1), ускорений (Ф5.1, Ф7.3), ультразвука (Х5), хрупкости (Ф7.3), шероховатости (Ф4.2), электрического напряжения (Ф7.4, Ф8.3).

**Интенсификация горения** (Х3).

**Крепление деталей** (Ф3.3, Ф8.1, Ф8.2, Х8, Г1, Г3, Г4, Г6).

**Нанесение веществ** (Х8).

**Обезвреживание** (очистка) веществ (Ф6.1, Ф9.1, Х1, Х2, Х3, Х8).

**Организация замкнутого цикла по веществу** (Х1, Х2).

**Получение:** сферических тел (Ф1.1), тепла - ввод тепловой энергии в систему (Ф1.3, Ф3.7, Ф5.1, Ф10.3, Х7, Г2), холода - вывод тепловой энергии из системы (Ф3.2, Ф3.3, Ф3.7, Ф7.4, Ф8.2, Ф9.1, Х1, Г4), давлений (усилий) (Ф1.1, Ф2.3, Ф2.4, Ф2.5, Ф3.1, Ф3.2, Ф4.3, Ф8, Х1, Х2).

**Перемещение тел (веществ)** (Ф2.5, Ф3.1, Ф3.3, Ф4.1, Ф4.3, Ф5.1, Ф6.1, Ф6.6, Ф7.3, Ф8, Ф10.4, Х1, Х2, Х8, Г4, Г5, Г6).

**Преобразование:** тепловой энергии в механическую (Ф2.5, Ф3.1, Ф3.2, Ф3.7, Ф8.4, Х1), электрической энергии в механическую (Ф7.3).

**Превращение двух веществ в одно** (Х1, Х2, Х3).

**Разделение веществ** (Ф1.1, Ф3.3, Ф5.2, Ф5.3, Ф7.3, Ф7.4, Ф8, Ф9.1, Х1, Х2, Х5, Х6, Х8).

**Разрушение тел (веществ)** (Ф2.3, Ф2.5, Ф4.4, Ф5, Ф7.2, Х1, Х2, Х8).

**Размещение вещества внутри другого** (Х1, Х2).

**Распыление веществ** (Ф6.1, Ф7.3, Ф7.4, Ф9.1, Г4).

**Регенерация тепла** (Ф3.7).

**Регулирование трения** (гидравлического сопротивления) (Ф1.3, Ф4.2, Ф7.3, Ф8.3, Х8), зазора (Ф3.1), тепла (Ф3.7).

**Смешение газа с жидкостью** (Ф5.1, Ф7.4).

**Соединение разнородных веществ** (Ф2.5, Х2).

**Сток статического электричества** (Ф9.1, Х3).

---

<sup>4</sup> В алфавитном порядке приведены наиболее часто встречающиеся технические функции и примеры их осуществления с помощью эффектов; в скобках указан номер эффекта по указателю (Ф - физический, Х - химический, Г - геометрический).

**Стабилизация** температуры (Ф4.5, Ф6.6, Ф8.2).

**Тепловой** выключатель, диод (Ф3.7).

**Транспорт** одного вещества сквозь другое (Ф3.2, Ф3.3, Ф3.6, X1, X2).

**Транспорт** тепловой энергии (Ф3.7).

**Уменьшение** активности вещества (X1, X3).

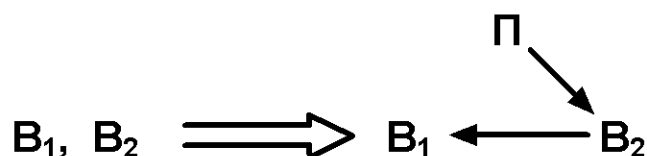
**Управление** формой поверхности жидкости (Ф1.1, Ф1.2).

## 2. ОТВЕТЫ К ЗАДАЧАМ

Приведены контрольные ответы или возможные решения задач, которые не рассматривались в разделах пособия.

### ГЛАВА 3

**"Нужен реющий флаг!"** Чтобы достроить веполь до полного, нужно ввести поле. Поле должно заставить двигаться воздух вокруг флага (П должно действовать на  $B_2$ ):

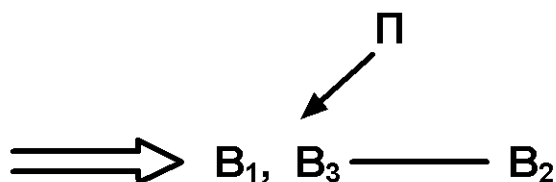


В вепольной форме ответ готов. Но какое именно поле нужно использовать? Механическое? Но использование воздухоудвки или, например, компрессора, шланг от которого можно было бы подключить к трубе-флагштоку, запрещено условиями задачи. В а.с. 800 332 предложено размещать маленький вентилятор внутри флагштока. Но проще и надежнее использовать тепловое поле - создать разницу температур, за счет которой, как в дымовой трубе, возникает восходящий поток воздуха: поставить внизу, внутри флагштока, газовую горелку (или другой источник тепла).

**"Злосчастный детандер".** Второе вещество в веполе должно "хватать" зубило - проще всего использовать клей. При этом капля клея должна быть достаточно большой, так как зубило тяжеловатое. Но большая капля не удержится на конце веревки, стечет задолго до момента соприкосновения с зубилом - ведь спускать веревку надо осторожно, прицельно. Оставлять капли и мазки клея внутри детандера крайне нежелательно. Три элемента веполя есть, но они не "складываются" - нужно улучшить взаимодействие между элементами. Перейдем к комплексному веполю - введем третье вещество, которое бы хорошо удерживало клей неограниченно долго, не давало бы ему стечь. В качестве такого вещества лучше всего использовать капиллярно-пористые материалы (губка, войлок и т.д.) - капиллярные силы надежно удержат клей до его схватывания.

**"Заказ из Агропрома".** Капли должны быть крупные и должны быть мелкие - как разрешить это противоречие?

Представим себе условия более четко. Распыляемая жидкость состоит из мелких капель ( $B_1$ ), поэтому они медленно падают под действием силы тяжести ( $P_{\text{ГРАВИТ.}}$  плохо действует на капли) и ветер ( $B_2$ ) сносит их (тоже действует плохо):



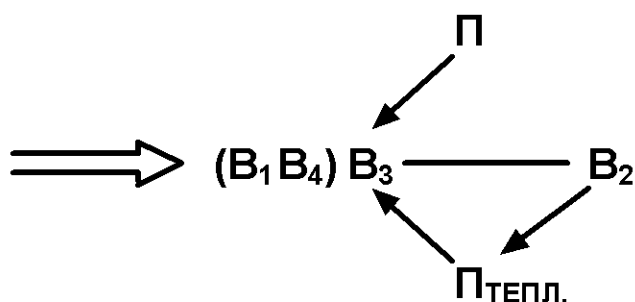
Чтобы превратить плохо работающий веполь в хорошо работающий, надо сделать капли крупными, например, поместить жидкость в капсулы (внешний комплексный веполь):



ПГРЯВИТ. стало хорошо действовать на капли (они быстро летят к земле), а вредная связь между  $B_1$  и  $B_2$  исчезла.

Но это только половина дела - нужно, чтобы у земли капли становились мельчайшими, превращались в мелкие брызги, которые будут хорошо распределяться по поверхности земли. Капли (капсулы) должны разрываться у земли. Вводить в капсулы взрывчатое вещество опасно; кроме того, как их "включать"? - нет соответствующего поля. Проще использовать уже имеющееся поле - тепловое поле возникает от трения капсул о воздух. Значит, нужно ввести внутрь капсулы (смешать с жидкостью) вещество, хорошо отзывающееся на действие небольшого  $\Pi_{\text{ТЕПЛ.}}$ , например легкоиспаряющееся вещество, такое, как фреон (широко используется в домашних холодильниках, аэрозольных баллончиках и т.п.- безвредное для растений, нетоксичное для человека; есть фреоны с температурой кипения от 3 до  $28^{\circ}\text{C}$ ). Таким образом, кроме внешнего, надо образовать еще и внутренний комплексный веполь; капля превращается в довольно сложное образование  $(B_1, B_4)B_3$ , где  $B_4$  - фреон,  $B_3$  - оболочка.

А окончательная формула - с использованием теплового поля - представляет собой двойной веполь:



Эта задача не рассчитана на то, что ее решат "с ходу" начинающие изобретатели - она требует достаточного опыта решения задач. Приведена же она здесь для того, чтобы показать возможность более свободного обращения с вепольными формулами и необходимость часто более глубокого анализа в ходе решения. Однако попытки решения все равно полезны - набирается опыт использования вепанализа.

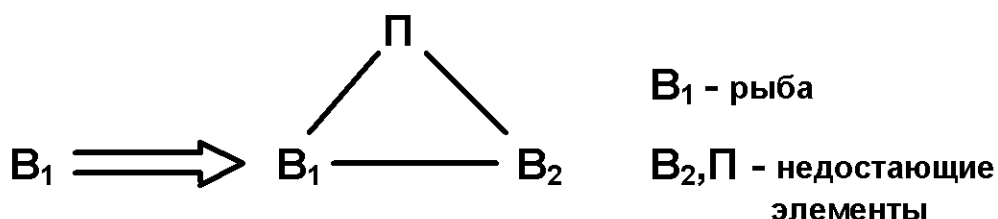
**Задача 24.** Вместо воды надо использовать магнитную жидкость, изменяющую свою плотность под действием магнитного поля и не вытекающую из желоба при любом его наклоне.

**Задача 25.** Использовать тонкодисперсный ферропорошок или магнитную жидкость - система станет легко управляемой, сюжет можно многократно повторять, плавно менять и т.д. Если использовать магнитные вещества невозможно, то следует применить эффект с аналогичными проявлениями - пропустить через раствор электрический ток и воздействовать снаружи магнитным полем.

### Задачи для тренировки

**Задача 26.** Защитное вещество должно стать неотличимым от воды. Патент США 4 036 591: деталь вмораживают в лед.

**Задача 27.** Что-то вводить в систему придется - ведь неполный веполе, нужно его достроить:



Какими должны быть недостающие элементы? Взаимодействия в веполе могут быть:



а) это уже испробованные способы ( $V_2$  - вода,  $П$  - механическое поле, ультразвук и т.д.); б) какое-то  $V_2$  должно создавать поле, безусловно действующее на рыбу и заставляющее ее самостоятельно двигаться - надо включить инстинкт, например, самосохранения. Тогда  $V_2$  - хищная рыба. Еще лучше использовать "образ" хищника - таблетку фермента тревоги или порошок, создающий запах хищника.

**Задача 28.** Вместо многих литров воды используют чайную ложку магнитной жидкости - она буквально прилипает к шарик и катится вместе с ним по шву, не отрываясь. (Социалистическая индустрия. - 1986. - 3 апр. - С.4).

**Задача 29.** Патент США 2 888 117: эластичная трубка с магнитной жидкостью. Для принятия формы внутренней поверхности замочной скважины ключ содержит винтовой пресс, которым создают давление. При включении электромагнита (в рукоятке) ключ затвердевает и им нетрудно открыть замок.

**Задача 30.** Перец очищают воздухом: засыпают в герметичный контейнер, поднимают давление воздуха до 8 атм - стручок сжимается, вдавливаясь дно, на самом слабом месте (вокруг плодоножки) появляются трещины, через которые внутрь перца проникает сжатый воздух. Когда давление внутри и снаружи уравнивается, мгновенно сбрасывают давление в контейнере, стручки взрываются, а поскольку

слабое место вокруг плодоножки, то донышко вылетает, увлекая за собой все внутренности (а.с. 340400).

**Задача 31.** Надо использовать простой эффект - электростатические силы отталкивания: одеяла обдувают потоком ионизированного воздуха, на поверхность одеяла и на пушинки ваты оседают заряды одного знака. Кусочки ваты отскакивают и легко собираются пылесосом. Эффект широко используется во многих подобных случаях. Например, в а.с. 1 150 273 предложено отделять пух от стержня пера птицы в потоке ионизированного газа.

**Задача 32.** Рыба заслоняется от взрывных ударов "шторами" из воздушных пузырьков. Воздушно-пузырьковая завеса эффективно гасит энергию гидроударных волн. Для этого на дне прокладывают воздушный шланг с перфорацией. Можно использовать электролиз - на дно укладываются куски ненужных стальных конструкций (труб, балок и т.п.) и подключаются к источнику тока (Техника и наука. - 1983 - N 2.- С.7). Аналогичное решение в а.с. 494 901: взрыв гасят пеной (под слоем пены в 50 см взрыв ручной гранаты чуть опаснее детской хлопушки).

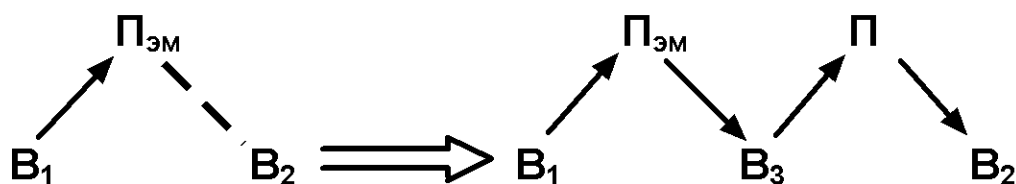
**Задача 33.** Контрольного ответа нет.

**Задача 34.** Используется электрическое поле. Волокна заряжаются электростатическим зарядом одного знака с помощью коронирующего электрода (электрод в виде проволочного "ерша" под высоким напряжением) и тут же притягиваются другими электродами (а.с. 543 365). Ответ тот же, что и в задаче 31.

**Задача 35.** Ответ тот же, что и в задаче 30. В трубу подают сжатый воздух, он проникает в поры, затем резко сбрасывают давление и загрязнения выбрасываются из фильтра (а.с. 514650). Аналогичное решение в а.с. 1 004 765: разрыхление слежавшегося порошка в бункере.

**Задача 36.** Через гроздь пропускают электрический ток - для этого пластинчатый электрод касается грозди, второй электрод скользит по проволоке. Ток проходит через лозу, плодоножку и гроздь, но так как сопротивление лозы и спелой грозди во много раз меньше, чем у тонкой волокнистой плодоножки, то плодоножка мгновенно перегорает, как при коротком замыкании. Машина представляет собой трактор с небольшим генератором, вырабатывающим электрический ток напряжением 4-6 тыс. вольт. Так можно убирать огурцы, баклажаны и др. (Новое в жизни, науке, технике: Серия "Техника". - 1985. - N 12. - С. 43-49).

**Задача 37.** Нужно использовать имеющееся переменное электромагнитное поле. Но оно не действует на человека, необходимо преобразовать его в другое поле ( $B_1$  - провод,  $P_{эм}$  - электромагнитное поле,  $B_2$  - человек):



Требуется ввести  $B_3$ , которое бы преобразовало  $P_{эм}$  в поле, действующее на человека. Ввести феррочастицы? (В мазь для рук, в белье, в браслет и т.д. - резкий нагрев, человек отдернет руки). В патенте ГДР 105 340 электромагнитная индукция

вырабатывает сигнал (например, звуковой) - предупреждение об опасности. Но тепловое поле (или звуковое, световое) - это информация, которая все же может пройти мимо сознания человека в сложных рабочих условиях. Главная тенденция развития информационно-измерительных - превращение их в "изменительные" системы (производящие действие без выдачи информации человеку). Тогда проще получать электрический ток (петля провода в одежде) и использовать его для управления мышцами человека: например, к концам провода подключить пластинчатые электроды, вшитые в белье у основания мышц руки, - при появлении тока мышцы сократятся, руки сами "отлетят" от опасного высоковольтного источника.

**Задача 38.** Полностью истершиеся колеса - это порошок, колеса из порошка. Вместо шин надо использовать ферропорошок, а вместо ободов - электромагниты.

**Задача 40.** А.с. 187 577: устройство с замкнутым проточным каналом для тренировки пловцов. Пловец остается на одном месте, пlying на любые дистанции.

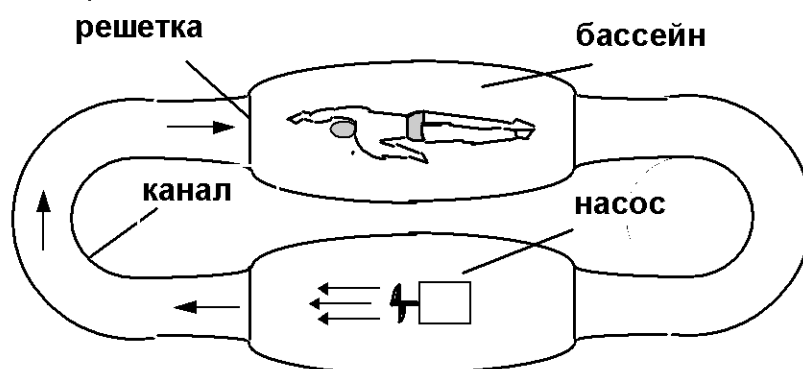


Рис. 38

**Задача 41.** А.с. 841 959: надо использовать закон Архимеда! Грузоподъемное устройство поднимает заготовку вертикально и постепенно опускает в емкость с водой или маслом, по объему вытесненной жидкости судят о весе погруженной в данный момент части заготовки и размечают ее.

Авторы изобретения, вовремя вспомнившие знаменитый закон, жалуются (Изобретатель и рационализатор. - 1982. - N 8. - С.25) на трудность внедрения способа в действующее производство: негде размещать грузоподъемный механизм, емкость, тратится время на поднимание-опускание. Идеальнее было бы измерять вес частей заготовки в горизонтальном положении: вот заготовка вдвигается через боковые отверстия в емкость, размечается... Но при этом вытекает жидкость из емкости. А можно ли сделать, чтобы не вытекала? Такую жидкость вы уже знаете...

**Задача 42.** Контрольного ответа нет.

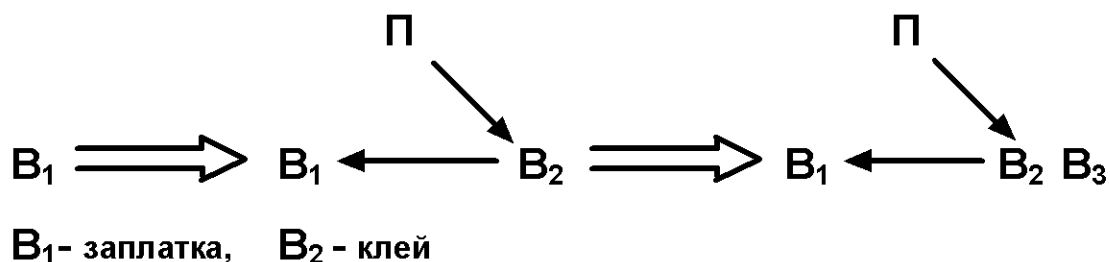
**Задача 43.** Контрольного ответа нет.

## ГЛАВА 4.

**"Микеланджело против Медичи".** Скульптура должна быть искаженной, чтобы пародировать Медичи, и не должна быть искаженной, чтобы не вредить скульптору. Микеланджело придал скульптурам идеально правильные лица и усадил их в позы мыслителей. Современники, знавшие кривые лица и глупость Медичи, сразу понимали, в чем дело.

**"Но вот раздался голос шумный..."** У Глинки партию Головы исполняет спрятанный хор, поющий в унисон (полисистема из однородных элементов).

**"Все дело в трубе".** Если  $V_1$  - дырявая труба, то необходимо достроить веполю и перейти к комплексному веполю:



Где именно находится дырка, неизвестно, поэтому "заплатка" должна быть на всю трубу, т.е. внутрь протаскивают трубу - "заплатку". Можно использовать пластиковую трубу (рукав) из пленки, смоченную клеем, ее надувают горячим воздухом и выдерживают некоторое время.

Другой вариант: полотняный шланг пропускают между двумя соседними колодцами, надувают сжатым воздухом, между стенками шланга и трубы накачивают жидкий цементно-известковый раствор, спустя 72 ч раствор твердеет, прочно заделывая поврежденные места.

## ГЛАВА 5.

**"Как обмануть синтезатор?"** Герои рассказа после многих проб и ошибок решают эту задачу - они заказывают синтезатору произвести самого себя. Второй синтезатор выдает им еще один требуемый элемент и... третий синтезатор и т.д.

**"Надо спастись".** Герои пьют воду и имитируют смерть, лодка торжественно хоронит людей на мелководье.

**"Предсмертная просьба".** Надо сказать роботу: "Убей меня через 100 лет".

## ПРАКТИКУМ ПО РЕШЕНИЮ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ

**Задача 61.** Лопнувший воздушный шарик обдаёт неумелого бравобрея мыльной пеной...

**Задача 62.** Идея простейшего решения: на стенке изложницы крепится прозрачный цилиндр, разделенный на две части (верхнюю и нижнюю) наклонной перегородкой, в перегородке - отверстие, закрытое лепестком из биметалла, в верхнюю часть помещают шарики. Повысилась температура, заслонка из биметалла отогнется и один шарик провалится вниз. Как песочные часы... Реальная конструкция несколько сложнее: для обеспечения проскока только одного шарика устанавливают два лепестка, один над другим, на расстоянии, равном диаметру шарика.

Появились и модификации этого устройства - техническая система развивается в связи с увеличением требований к *главной полезной функции*. Вот как выглядит формула изобретения по а.с. 1 069 931: "Счетчик числа заливок в изложницы, содержащий зубчатое колесо и рабочую биметаллическую пластину, отличающийся тем, что с целью повышения надежности в работе он снабжен платформой, выполненной из теплоизоляционного материала, установленной на оси с

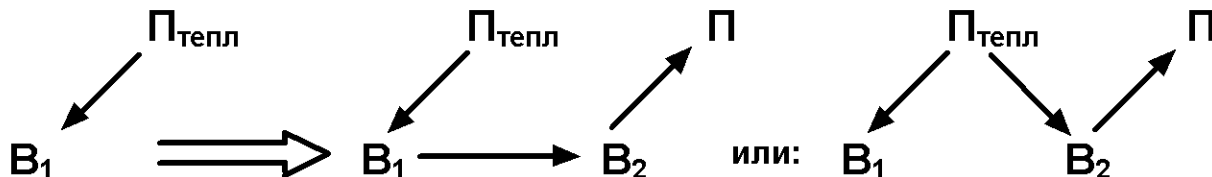
возможностью вращения и дополнительной корректирующей биметаллической пластиной, закрепленной вместе с рабочей пластиной на платформе, на свободном конце корректирующей биметаллической пластины вращающееся устройство, находящееся в зацеплении с зубчатым колесом, при этом обе биметаллические пластины снабжены фиксирующими упорами, а рабочая пластина - теплопроводом”.

**Задача 63.** Представьте себе две картинки: диаметр до и после восстановления. Вот диаметр увеличивается на 0.01 мм... Как это осуществить? Сотая доля миллиметра - это микроперемещение. По указателю физэффектов (см. Приложение) простейший способ - нагревание. Итак, нагреваем, диаметр увеличивается, а остывая - снова уменьшается. Как закрепить это увеличение? Вот где задача.

Может быть нагретый палец надевать на оправку? Но тогда снять палец будет невозможно. Оправка должна быть, и ее не должно быть.

Хороший прием - *передача функции инструмента части изделия*. В данном случае пусть роль оправки выполняют внутренние слои пальца. Если быстро охладить внутреннюю поверхность, то и наружная, остывая, не уменьшит диаметр. Изобретатели поступили именно так: внутрь нагретого до 800 град. С пальца подают под давлением струю холодной воды, внутренние слои быстро затвердевают и образуют жесткий свод, мешая тем самым сжаться внешним слоям. Обратите внимание, как точно распределены функции между внутренними и внешними слоями: сначала, при резком охлаждении внутренних слоев, внешние не дают им сжаться, а потом, при охлаждении внешних, внутренние не дают сжаться внешним. Это решение предложено в а.с. 495 367, 550 437.

**Задача 64.** В системе имеется  $V_1$  - грунт (мерзлый, талый) и  $P_{\text{тепл}}$  - тепловое поле, надо достроить веполя до так называемого измерительного веполя:



т.е.  $V_2$  должно откликаться (выдавать сигнал - поле  $P$ ) на действие оттаивающего грунта ( $V_1$ ) или напрямую - на действие теплового поля ( $P_{\text{тепл}}$ ).

Рассмотрим оба варианта.

1. При оттаивании меняются механические и физические характеристики грунта: он разжижается, частицы не связаны между собой, появляется вода, грунт становится проводником тока, изменяются его акустические свойства и т.д. Отсюда и решения: а) появившаяся вода замыкает контакты и вспыхивает лампочка или посылается радиосигнал;

б) пьезокристалл, освобождаясь ото льда, изменяет свою частоту колебаний;

в) размороженная пружина выталкивает на поверхность яркий знак и т.п.

Можно развить веполя - заменить  $V_2$  или добавить к нему третье вещество: например, фитиль, нижний конец которого опущен в емкость с раствором яркой краски, замороженную в грунт на критической глубине (оттаявшая краска поднимается по фитилю, и на поверхности расплывается яркое пятно).

2. При прямом преобразовании теплового поля в сигнальное поле надо использовать физэффекты: термомеханические (биметалл, нитинол), термоэлектрический (появление термоэдс), термомагнитный (переход через точку Кюри).

Можно использовать и геометрические эффекты: на критической глубине расположить емкость с кипящим при  $0^{\circ}\text{C}$  газом или с раствором, выделяющим газ - газ по шлангу поступит на поверхность и надует воздушный шар с яркой окраской. Водород может, например, храниться в гидридном состоянии (см. указатель химэффектов в Приложении). Образующаяся при таянии вода может растворить специально положенные между двумя электродами соли, и получится простейший химический источник тока, который обеспечит работу радиопередатчика.

**Задача 65.** Небольшую часть провода (или стержень, скрепленный с проводом) можно выполнить из нитинола (сплав, обладающий эффектом памяти формы) с температурной точкой изменения формы в нужном интервале температур: при достижении критической температуры нитиноловый элемент будет укорачиваться (изгибаться, принимать форму волны и т.п.) и натягивать провод.

**Задача 66.** Задача на разрушение вредного веполя путем введения третьего вещества, являющегося видоизменением угля, но неотличимого от конечного продукта, т.е. используют кокс (а.с. 722 934).

**Задача 67.** Поливную воду пропускают через электролизер, электроды которого сделаны из сплава: 75% марганца и 25% меди (оптимальное соотношение этих микроэлементов для большинства почв нашей страны). Поскольку электроды сделаны из сплава, в любом их сечении содержатся названные микроэлементы в одинаковой пропорции и вода получает строго определенное их количество - дозирование на атомарном уровне.

**Задача 68.** Хорошего ответа нет. Надо разрушить вредный веполь. Как? Сделать инструменты черными? Тогда они будут поглощать излучение без отражения, но и будут чрезмерно греться. Рассеивать излучение? Физики остановились на таком решении (Письма в журнал технической физики. - 1986. - N 4.- Т.12. -С.231): к поверхности инструмента привариваются корундовые шарики 40-50 мкм - они рассеивают луч не нагреваясь. Но это превращает гладкую поверхность в шероховатую, легко загрязняющуюся и плохо отмывающуюся...

**Задача 69.** Пока есть лишь простейшее изобретение (а.с. 1273 264): классная доска в виде бесконечной ленты на двух барабанах, верхний барабан приводной, нижний опущен в ванну с водой, где расположены щетки, счищающие и смывающие мел с ленты.

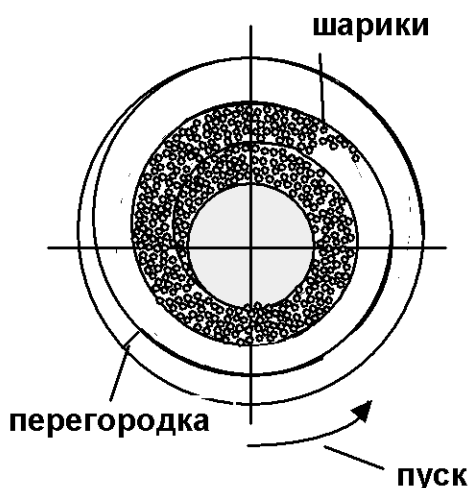
**Задача 70.** Проще всего расположить в футеровке на критической глубине слой вещества, которое бы давало окраску пламени, фосфоресцирующие вещества, сверхмалые дозы радиоактивных изотопов и т.п. При истончении футеровки до критической толщины появится хорошо видимый или просто улавливаемый сигнал.

## ГЛАВА 6.

**Лучшая планка...** Контрольного ответа нет.

**Шеренга манекенов.** а.с. 612 679: надувной манекен.

**Динамизация в спортзале.** Контрольного ответа нет.

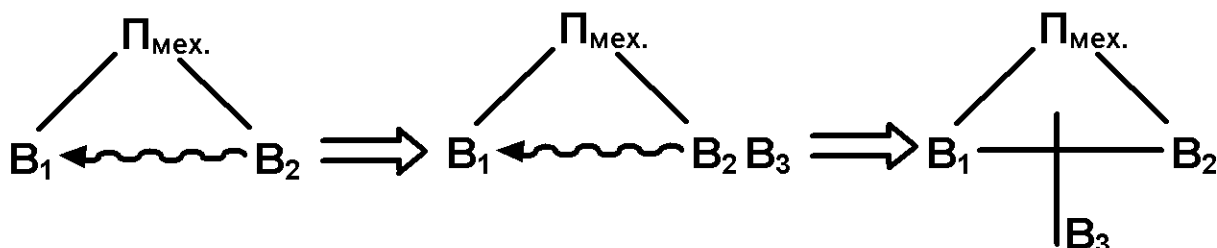


**Задача 80.** А.с. 845 872: внутри полого маховика располагают архимедову спираль и дебаланс в виде шариков, при вращении вала под действием центробежной силы шарики перемещаются по спирали к периферии маховика и скапливаются у перегородки.

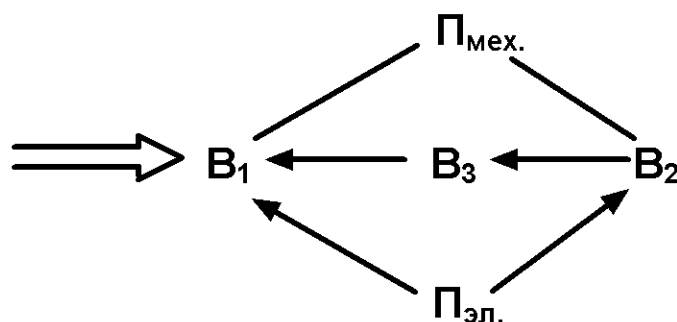
## ПРАКТИКУМ ПО РЕШЕНИЮ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ

**Задача 84.** Все три задачи решаются по одному правилу: вещество должно стать неотличимым от продукта, т.е. надо использовать этот самый продукт. В качестве балласта используют нитрит ниобия. Разогрев ведут газообразным кислородом. Стержень выполняют из того же металла.

**Задача 85.** Надо разрушить вредный веполю: ввести между поверхностью ковша и грунтом третье вещество, являющееся видоизменением первого или второго. Это третье вещество будет расходоваться на каждом цикле копания, поэтому нет смысла использовать вещество ковша. Используем грунт или его составляющие. Сухой грунт не налипает, а во влажном есть вода - ее и надо использовать в качестве прослойки:



Но как заставить воду выделяться на ковше, быть прослойкой между металлом и грунтом? Надо использовать физэффект -электроосмос: при подаче на ковш отрицательного потенциала вода будет перемещаться в порах грунта и выделяться на поверхности металла:



Уточненная схема решения - двойной веполю для разрушения первичного вредного веполя.

**Задача 86.** А.с. 1 024 311: выхлопные газы из глушителя поступают в кузов самосвала и очищаются, проходя через толщу горной массы.

**Задача 87.** На лицо актера накладывается грим (морщины, полосы и т.п.) красной краской, сцена снимается сначала с красными светофильтрами, а затем фильтры постепенно убираются, делая видимым грим (Ханютин Ю. Реальность фантастического мира. - М.: Искусство. 1977. - С.260-272).

**Задача 88.** Прибор погружают в кислую среду (хороший электролит) - рабочую среду прибора - и подключают к источнику слабого тока: если ток есть, покрытие имеет сквозные дефекты.

**Задача 89.** А.с. 1 076 637: лопатки колеса насоса сами меняют угол наклона в зависимости от температуры перекачиваемой жидкости - полые лопатки выполнены из упругого материала и заполнены легкокипящим газом (при повышении давления в полости лопатка чуть изменяет угол наклона).

**Задача 90.** Надо использовать ВПР: воздух содержится в замурованных гробницах египетских фараонов, в старинных предметах обихода (песочные часы, морские компасы, телескопы, подзорные трубы, запаянные сосуды с затонувших кораблей); в музее одной из фирм, выпускающей дутые металлические солдатские пуговицы, лежит их продукция с 1812 г.

Аналогичное решение использовали швейцарские гляциологи и географы, исследовавшие изменение альпийских ледников, - изучили около 500 пейзажей за 350 лет, на которых были изображены Альпы.

**Задача 91.** Контрольного ответа нет.

**Задача 92.** К перспективным способам относятся: 1) взрывной, предложенный в ФРГ (Изобретатель и рационализатор. -1987. - N 2. - С.26), по которому на участке трубы закрепляют муфту с взрывчатым веществом, - взрыв сжимает стенки трубы; 2) использование сильных токов - тысячи ампер за микросекунды полностью останавливают трещину (Наука и жизнь. - 1976. - N 8.- С.111).

**Задача 93.** Патент США 4 114 443: в морозильник ставится бутылочка из прозрачного пластика, наполовину заполненная водой, лучше подкрашенной. После заморозки воды бутылочка переворачивается набок. Если было оттаивание, то образуется горизонтальный слой воды, который при последующем включении холодильника снова замораживается. По толщине этого слоя льда можно судить о продолжительности периода размораживания.

## ПРАКТИКУМ ПО РЕШЕНИЮ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ

**Задача 97.** Используют ледяные крошки.

**Задача 98.** Используют химэффект: при соединении водорода и кислорода образуется капля воды, кислород в полости присоски исчезает - присоска вакуумируется и прочно прилипает к стене. Для инициации реакции используется электрическая искра - в присоске встроены две тонкие проволоочки (электроды), а снаружи контакты для обычной батарейки (достаточно один раз коснуться их полюсами батарейки). Откуда берется водород? Тут может быть несколько решений, например, на внут-

ренной поверхности присоски нанесен тонкий слой гидрида, который при пропускании тока чуть-чуть нагревается и выделяет водород.

**Задача 99.** Контрольного ответа нет.

**Задача 100.** Используют химэффект: внутрь мяча вкладывают таблетки из смеси нитрита натрия и хлористого аммония, при нагревании одновременно с вулканизацией протекает окислительно-восстановительная реакция с образованием азота.

**Задача 101.** Использован простейший геомэффект - колокол превратили в колесо: "Колокол сей везется особым способом, обложенный бревнами, вроде колеса, шириною до двух сажен и имеет весу со всем скреплением до 1500 пуд, под который запрягается 15 лошадей."

**Задача 102.** а) Используют ...парашют. Он уложен в небольшой выемке в стене штрека, над проходом висит маленький ("сигнальный") парашютик; взрывная волна рывком дергает "сигнальный" парашютик, который раскрывает большой - он полностью перекрывает проход (гасит волну) и его легко затем убрать на место. б) Очаг пожара - сильный поглотитель кислорода, всегда существует сильная тяга воздуха в его сторону, ее и нужно использовать: на тележку ставят парус.

**Задача 103.** В таблетки добавляют рвотный порошок.

**Задача 104.** Контрольного ответа нет.

**Задача 105.** Контрольного ответа нет.

**Задача 106.** Через проволоку пропускают электрический ток, а снаружи включают сильный электромагнит.

**Задача 107.** Контрольного ответа нет.

**Задача 108.** Использовать копии (например, фотоснимки).

**Задача 109.** Используется пьезоэффект: при натяжении проволоки по пьезокристаллу ударяет боек и животное получает удар током.

**Задача 110.** Контрольного ответа нет.

**Задача 111.** Контрольные ответы:

А.с. 1 004 819 - Способ анализа дисперсного состава аэрозоля путем осаждения частиц на фильтрующую поверхность, отличающийся тем, что с целью ускорения процесса, измерение количества осадка осуществляют по электрическому заряду перенесенному частицами при подаче разности потенциалов, а регенерацию фильтрующей поверхности производят путем периодического изменения разности потенциалов на всей поверхности.

А.с. 1 635 073 - 1. Способ определения дисперсности и счетной концентрации частиц аэрозоля, получаемого распылением жидкости, заключающийся в улавливании частиц на полимерную прозрачную подложку и проведение измерений, отличающийся тем, что с целью упрощения способа, повышения производительности и точности измерения, используют подложку, выполненную из полимерного материала, растворимого в распыляемой жидкости, и измеряют отпечатки капель, полученные на подложке. 2. Способ по п.1, отличающийся тем, что для водного аэрозоля в качестве материала подложки используют пленку из полиэтиленоксида.

А.с. 896 394 (Объединенный институт ядерных исследований) - Способ определения счетной концентрации капель и их среднего размера. Предложен ускоренный способ измерения параметров капель тумана, основанный на определении разности световых потоков, прошедших через негативные изображения подложки до фиксации на ней капель и после.

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                       |            |
|-------------------------------------------------------|------------|
| К читателю.....                                       | 1          |
| <b>1. МИЛЛИОН ПРОБ И ОДНА ЖИЗНЬ.....</b>              | <b>5</b>   |
| <b>2. МОНОПОЛИЯ НА ТВОРЧЕСТВО? ЕЕ ПРОСТО НЕТ.....</b> | <b>15</b>  |
| Соперничая с Эдисоном.....                            | 15         |
| Искра случая может и не вспыхнуть.....                | 19         |
| Надежды, которые не оправдались.....                  | 23         |
| Снимем покров таинственности.....                     | 26         |
| Табу на слабое решение.....                           | 30         |
| <b>3. КВАНТЫ ТЕОРИИ.....</b>                          | <b>37</b>  |
| Задачи без противоречий? Пожалуйста.....              | 37         |
| “Правила игры” для изобретателя.....                  | 41         |
| Догадка по формулам.....                              | 46         |
| Цепная реакция технических решений.....               | 51         |
| Место поединка - фепольт.....                         | 55         |
| Задачи для тренировки.....                            | 61         |
| <b>4. ШАГ ЧЕРЕЗ БАРЬЕР.....</b>                       | <b>70</b>  |
| Сломать компромисс.....                               | 70         |
| Пять уровней творчества.....                          | 73         |
| С чего начинается система.....                        | 81         |
| Секреты психологической защиты.....                   | 85         |
| <b>5. УПРАВЛЯЕМОЕ ВООБРАЖЕНИЕ.....</b>                | <b>91</b>  |
| Никаких чудес - все по законам.....                   | 91         |
| Здравый смысл фантазии.....                           | 95         |
| Противоречия - ключ к истине.....                     | 98         |
| На пути к изобретению.....                            | 102        |
| Основы сильного мышления.....                         | 108        |
| Практикум по решению изобретательских задач.....      | 111        |
| <b>6. ИЩИТЕ ТРУДНЫЕ ЗАДАЧИ.....</b>                   | <b>117</b> |
| В едином ритме.....                                   | 117        |
| Стандарт на смелое решение.....                       | 120        |
| Если нужно вещество - возьмем пустоту.....            | 124        |
| Магия маленьких человечков.....                       | 131        |
| Изобретения, заказанные мечтой.....                   | 136        |
| <b>7. ВЕКТОР ИДЕАЛЬНОСТИ.....</b>                     | <b>143</b> |

|                                                            |              |
|------------------------------------------------------------|--------------|
| Система на волнах эволюции.....                            | 1 4 3        |
| Ориентир в меняющемся мире.....                            | 1 5 7        |
| Вынесем тривиальное за скобки.....                         | 1 6 1        |
| Практикум по решению изобретательских задач.....           | 1 6 6        |
| <b>8. СТРАТЕГИЯ ПЛЮС ТАКТИКА.....</b>                      | <b>1 7 1</b> |
| Готовность к действию.....                                 | 1 7 1        |
| Сумма информации: указатель эффектов для изобретателя..... | 1 7 8        |
| Увидеть будущее.....                                       | 1 8 3        |
| <b>9.ПРОГРАММИРУЕМ НЕОЖИДАННОСТИ.....</b>                  | <b>1 9 1</b> |
| Системы: возведение в степень.....                         | 1 9 1        |
| Изобретателями становятся.....                             | 2 0 2        |
| Практикум по решению изобретательских задач.....           | 2 0 8        |
| Приложения:                                                |              |
| 1. Указатель эффектов.....                                 | 2 1 2        |
| 2. Ответы к задачам.....                                   | 2 2 1        |