

## 7. ВЕКТОР ИДЕАЛЬНОСТИ

### СИСТЕМА НА ВОЛНАХ ЭВОЛЮЦИИ

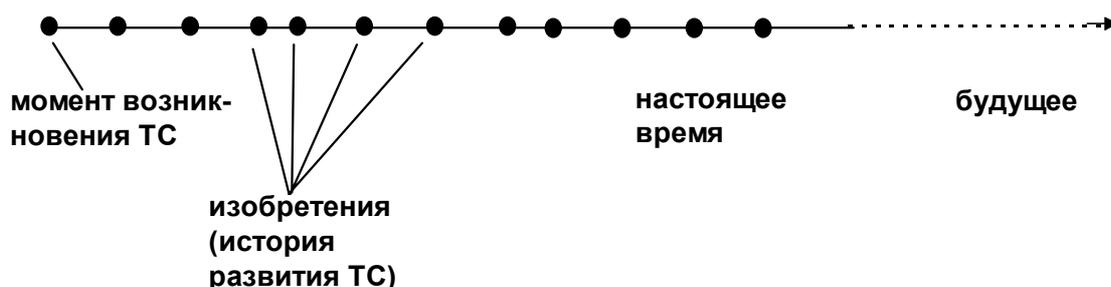
Познакомимся с *главным законом развития техники: развитие всех систем идет в направлении увеличения степени идеальности.*

**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 "дикую" идею. Чтобы получить ее, нужно смелое мышление, а чтобы свыкнуться с ней, требуется некоторое время.

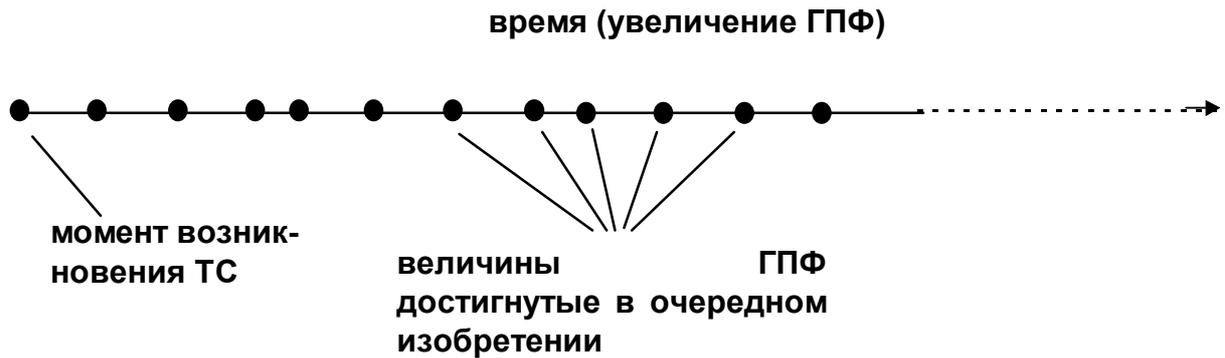
Для того, чтобы увидеть цепочку таких преобразований, полезно применить простой прием: разместить все события (изменения в ТС) на сжатой (короткой) оси времени и посмотреть, что происходит с ТС, какова самая общая закономерность ее развития. Такое исследование было проведено в самых разнообразных, совершенно 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:

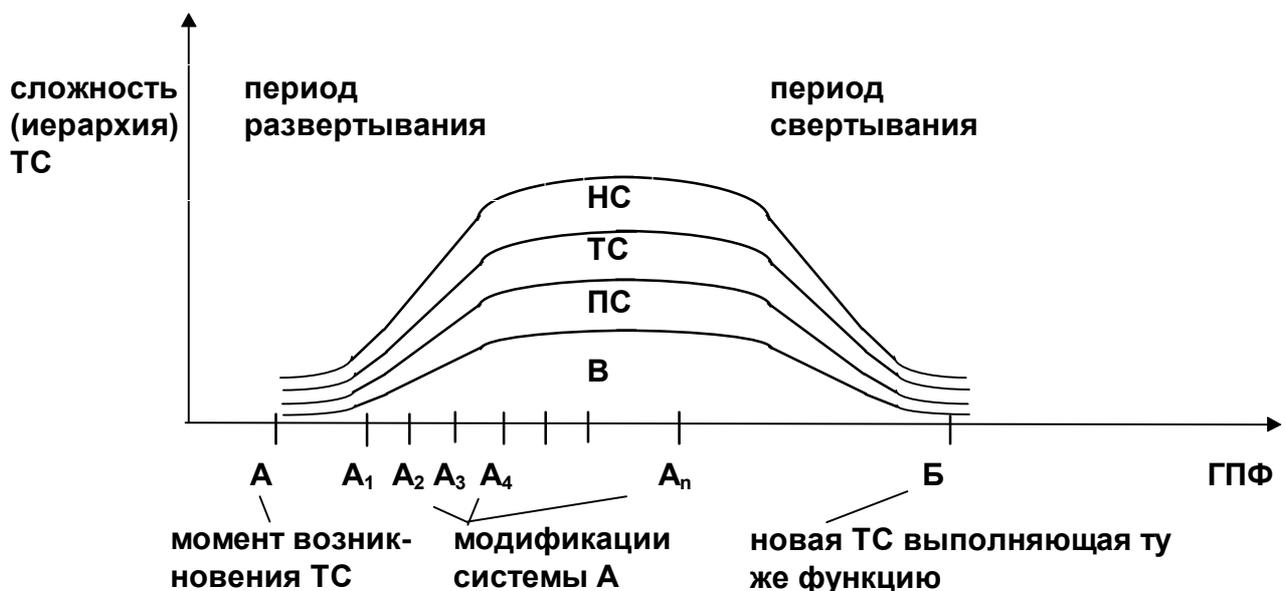


Поскольку всякое изобретение является полезным, т.е. увеличивающим *главную полезную функцию (ГПФ)* системы (в противном случае изобретение никому не нужно и его нельзя считать изобретением), то целесообразно совместить ось времени со шкалой роста ГПФ системы:

<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 и 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 академикам. Лопасты 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.Лодыгин 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 - 7000 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 "Дуильо" 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 сталелитейная броня-композит, 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

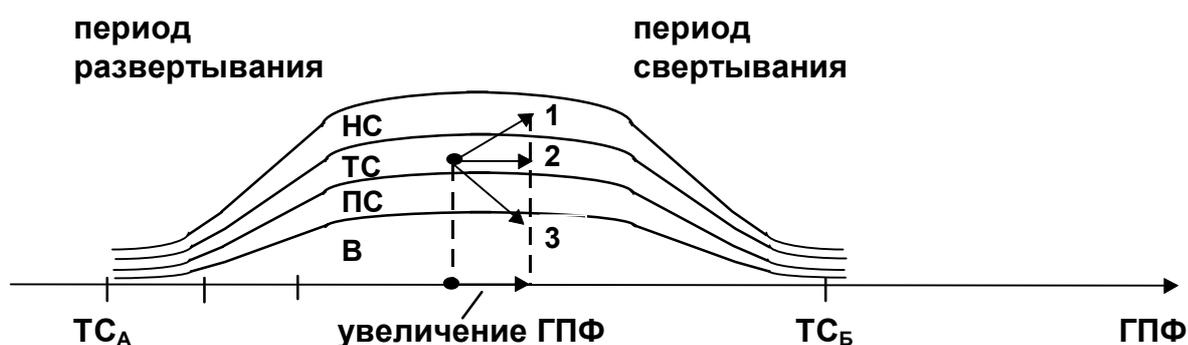
Процесс развертывания системы хорошо заметен в развитии простых ТС и инструментов. Например, в Англии выпускается отвертка с вакуумными присосками (захват и удержание винта), встроенным электромоторчиком (50-1200 об/мин), сменными лезвиями (для винтов диаметром 0,4-7 мм) и электронным управлением. В 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<sup>0</sup>С. 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 пружинной (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 выдать 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

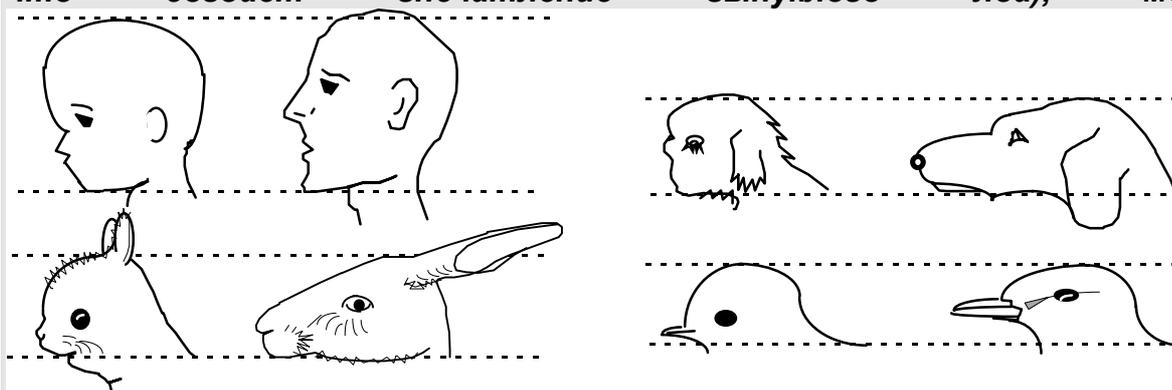


Рис. 31,а. Силуэты детенышей и взрослых.

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 веполя - 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



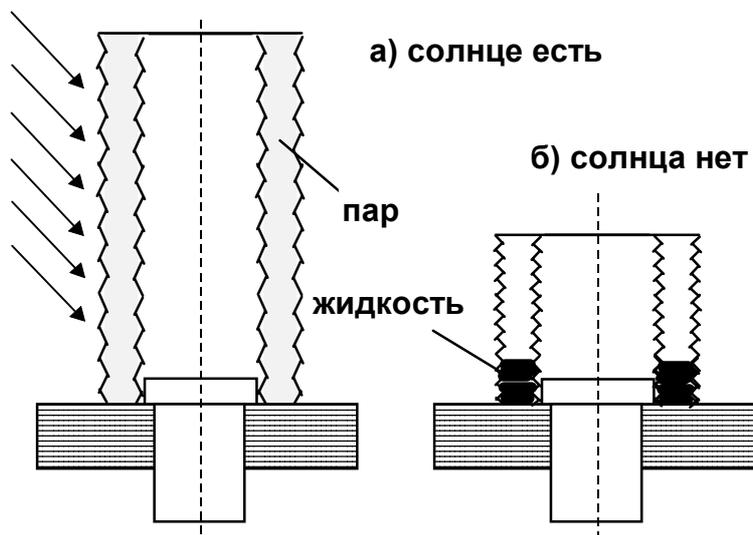
льда, а другая часть замерзает для создания выталкивающей снизу силы. А чтобы нижний слой замерзал и выталкивал кубик после того, как сам кубик замерзнет, нижний слой должен быть из чуть подсолонной воды с температурой замерзания, например,  $-4^{\circ}\text{C}$ . Техническое решение предельно простое: у формы двойное дно с верхней эластичной перегородкой, под которой находится слой подсолонной воды.

Рис. 32

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 воздуховодов.



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 радиограмму, 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, проволока 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 мнении 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 прочесть 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 давать 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 "скользкой"), - 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;

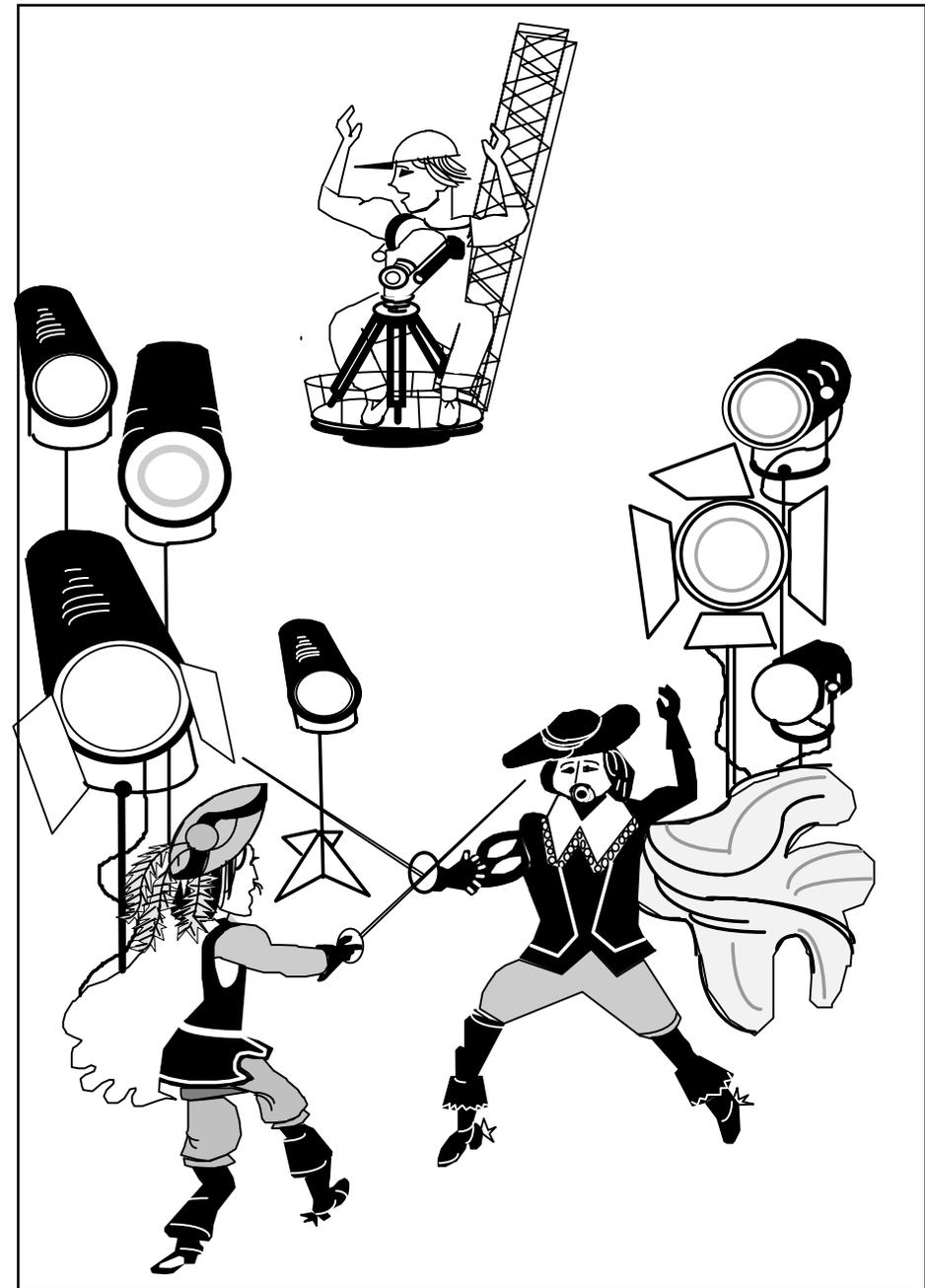
- сквозной проход энергии по всем частям системы;

- 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.