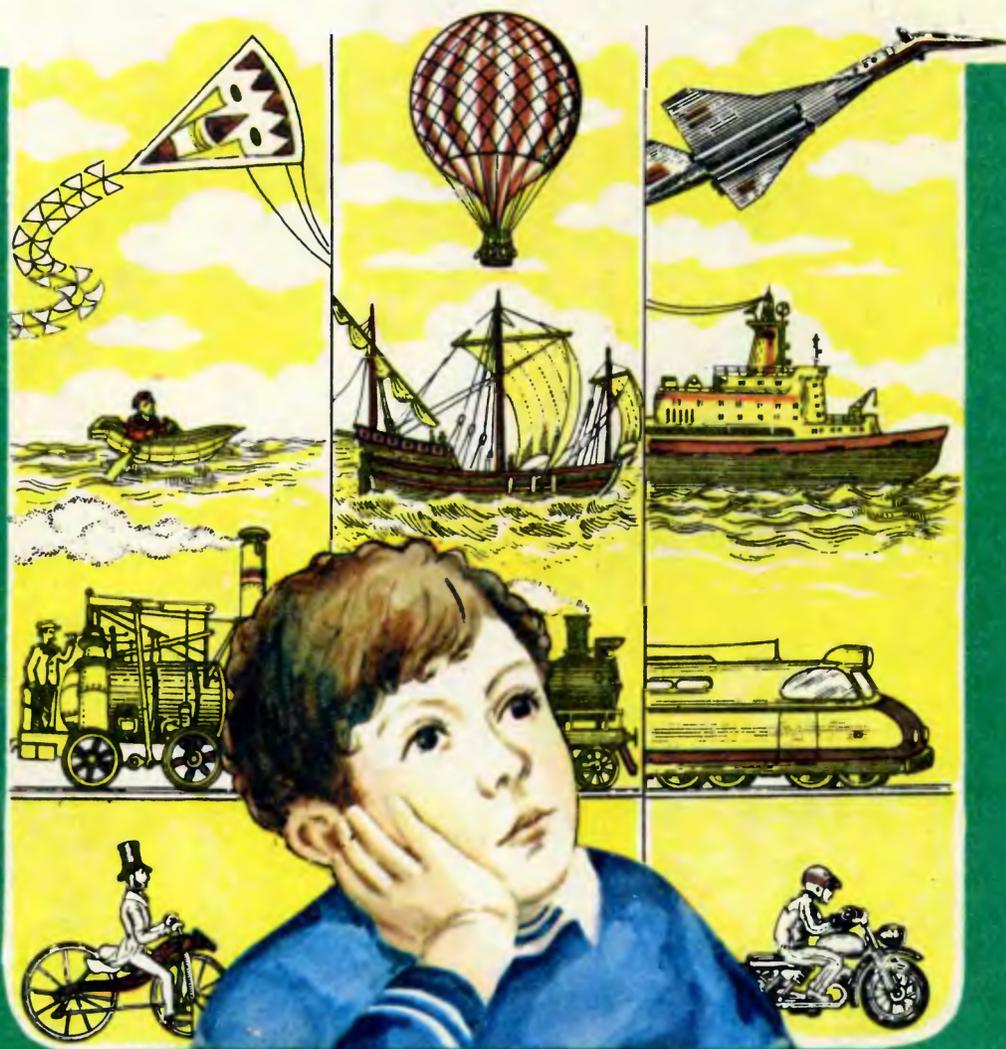




Г. АЛЬТОВ

# И ТУТ ПОЯВИЛСЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬ





Г. АЛЬТОВ

# И ТУТ ПОЯВИЛСЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬ

БКК30у  
А58

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНОЕ ИЗДАНИЕ

**Издание третье,  
переработанное и дополненное**

**Рецензент**  
канд. психол. наук  
*Н. П. Лилькова*

А  $\frac{480200000-295}{M101(03)-89}$  016—89

ISBN 5--08--000598--X

© ИЗДАТЕЛЬСТВО

## СОДЕРЖАНИЕ

### С ЧЕГО НАЧИНАЕТСЯ ТЕОРИЯ

«ЭТО НЕВОЗМОЖНО...»

6

НЕСКОЛЬКО ПРОСТЫХ ПРИЕМОВ

10

ЗНАКОМЬТЕСЬ: ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРОТИВОРЕЧИЯ

15

ПОРАЗМЫШЛЯЙТЕ САМИ

18

СОВМЕСТИТЬ НЕСОВМЕСТИМОЕ

20

**ЭРА ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

ЛОДКА+ЛОДКА=?

24

КОЕ-ЧТО О СИСТЕМАХ

29

ЧЕТЫРЕ ВОЗРАСТА СИСТЕМ

31

ФЕПОЛЬ ИЗ РОДА ВЕПОЛЕЙ

35

АЗБУКА ВЕПОЛЬНОГО АНАЛИЗА

39

ПОПРОБУЙТЕ СВОИ СИЛЫ

42

**НАУКА ИЗОБРЕТАТЬ**

ХИТРОСТЬ И ФИЗИКА

46

КАК РЕШАТЬ ЗАДАЧИ, КОТОРЫХ ЕЩЕ НЕТ

49

«КОРОННЫЙ» НОМЕР КОРОННОГО РАЗРЯДА

51

О ЧЕМ РАЗМЫШЛЯЛ НАЧАЛЬНИК

53

ВСЯ НЕОБЪЯТНАЯ ФИЗИКА

55

ЛЕНТА, КОТОРУЮ ПРИДУМАЛ МЕБИУС

57

КУРС — НА ИКР

59

ПОРЯДОК НА «МОЗГОВОМ ЧЕРДАКЕ»

62

ИЗОБРЕТАТЕЛЬ – ПРОФЕССИЯ БУДУЩЕГО  
65

НЕМНОГО ПРАКТИКИ  
69

**ИСКУССТВО ИЗОБРЕТАТЬ**  
ДОРОГИ, КОТОРЫЕ МЫ ВЫБИРАЕМ  
72

СТРАННЫЕ ЗЕРКАЛА ОПЕРАТОРА РВС  
77

ТОЛПА МАЛЕНЬКИХ-МАЛЕНЬКИХ ЧЕЛОВЕЧКОВ...  
82

ИДЕАЛЬНАЯ МАШИНА – КОГДА МАШИНЫ НЕТ...  
88

**АЛГОРИТМ ТАЛАНТА**  
КОСТЮМ ДЛЯ ПОРТОСА  
92

ПОСТРОИМ МОДЕЛЬ ЗАДАЧИ  
94

ЗНАКОМЫЙ ФОКУС: ВЕЩЕСТВО ЕСТЬ И ВЕЩЕСТВА НЕТ  
97

ЕСЛИ ЗАДАЧА НЕ ПОДДАЕТСЯ  
99

КАК СТАТЬ МАСТЕРОМ  
101

**УДИВИТЕЛЬНЫЙ МИР ЗАДАЧ**  
НУЖНА СМЕКАЛКА  
106

КЛЮЧИ К ЗАДАЧАМ  
111

ПРОСТЫЕ ПРАВИЛА  
116

СМЕКАЛКА ПЛЮС (ИНОГДА) НЕМНОЖКО ФИЗИКИ  
120

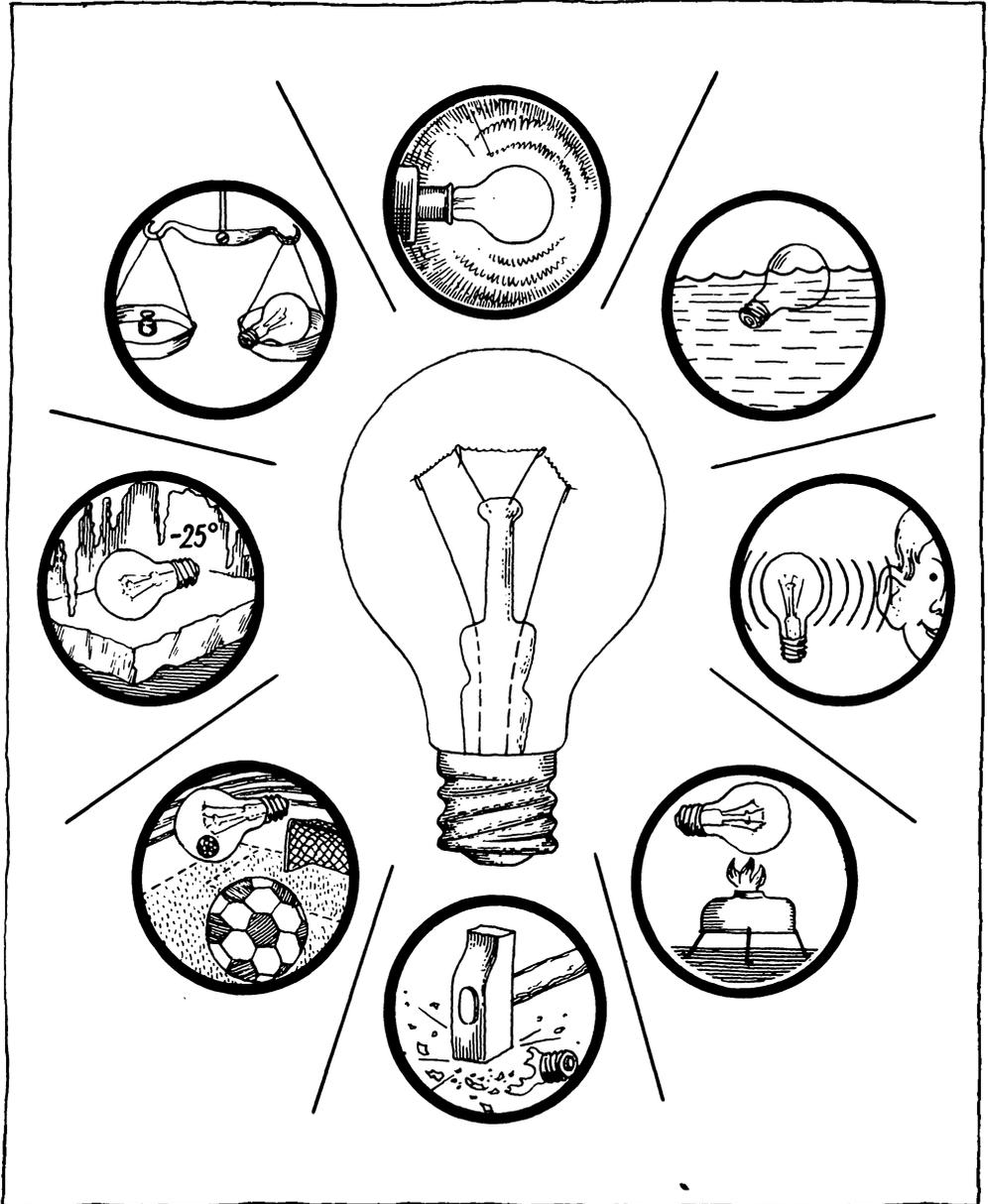
УЧИТЕСЬ ИЗОБРЕТАТЬ!  
126

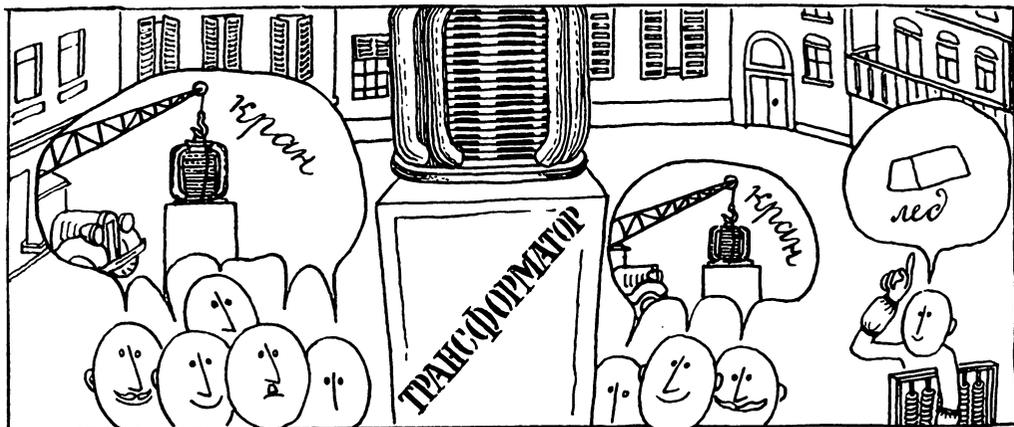
ЗАМЕТКИ, НЕ ПОМЕСТИВШИЕСЯ НА ПОЛЯХ  
127

В КАРТОТЕКУ ИЗОБРЕТАТЕЛЯ  
129

ПОПРОБУЙТЕ СДЕЛАТЬ СЛЕДУЮЩИЙ ШАГ  
(*Вместо послесловия*)  
138

# С чего начинается теория





### «ЭТО НЕВОЗМОЖНО...»

Впервые я увидел изобретателя давным-давно, еще до войны. Мы жили в Баку, я учился тогда в четвертом классе. Однажды, вернувшись из школы, я заметил во дворе монтеров, уныло куривших у развороченной трансформаторной будки. Деревянные стенки будки были сломаны, монтеры сидели на досках и смотрели на огромный черный трансформатор, стоявший на каменном постаменте. Высота постаumenta была порядочная, больше метра, и теперь, когда сняли будку, трансформатор походил на солидный, внушительный памятник. Монтеры ждали кран, чтобы снять старый трансформатор и поставить новый. В тот вечер я готовил уроки при керосиновой лампе. Света не было и во второй вечер, и в третий. Жильцы суетились вокруг рабочих, игравших в домино. Кран в те времена считался машиной редкой, серьезной, дожидаться его было непросто. Монтеры вяло отругивались, они и сами не знали, когда все закончится.

Сначала, правда, я не сообразил, что это изобретатель. Просто распротранился слух, что сосед из одиннадцатой квартиры, счетовод, будет завтра снимать с постаumenta трансформатор. Почти у всех жильцов были клич-

ки, некоторых уважительно звали по имени — «дядя Костя», «дядя Володя», а счетовод так и был Счетоводом. Много лет спустя, увидев на экране артиста Вицина, я вздрогнул: вылитый Счетовод...

На следующий день я сбежал с последнего урока: очень хотелось посмотреть, как Счетовод будет опускать громадный трансформатор. Я успел как раз вовремя. У ворот стояла подвода со льдом, и монтеры перетаскивали куски льда во двор, к трансформатору.

Тут надо кое-что пояснить. В те годы электрических холодильников не было. Каждый день — с весны до осени — от дома к дому проезжала телега со льдом, голубоватыми плитами килограммов на двадцать. Хозяйки покупали лед — плиту, полплиты, четверть плиты, крошили его и набивали деревянные шкафчики-холодильники. Или просто клали лед в ведра и тазы. И вот теперь монтеры зачем-то таскали ледяные плиты, а Счетовод укладывал их, и рядом с постаментом быстро вырастал ледяной куб. Когда оба куба — ледяной и каменный — стали одной высоты, Счетовод положил на лед доски, монтеры ломami передвинули трансформатор — медленно, сантиметр за

сантиметром — с каменного постамента на ледяной. Лед поскрипывал, но плиты были уложены аккуратно, куб не рассыпался, выдержал. Счетовод собственноручно прикрыл лед брезентом. А мы стояли и смотрели, как из-под брезента течет вода. Сначала это была тоненькая струйка, потом настоящий ручей: сентябрьское солнце в Баку работает по-летнему...

Все во дворе, даже скандальный старикан по прозвищу Клад (он уверял, что знает, где зарыты богатейшие клады, но вот беда — нет денег на дорогу), все говорили, что лед — это здорово придумано. А дядя Миша (теперь Счетовода называли по имени) сидел на раскладном стульчике, читал газету и время от времени, откинув брезент, внимательно оглядывал лед...

Утром я выбежал во двор. Трансформатор опустился на полметра, не меньше. Было воскресенье, но монтеры работали — устанавливали новый щит. Из-под брезента бежала прозрачная струйка воды. Я был потрясен. Ведь все знали, что лед тает, и я это тоже знал, но никто, ни один человек не догадался, что трансформатор можно передвинуть на лед, а дальше все произойдет само собой, и лед плавно опустит груз на землю. Почему дядя Миша догадался, что так можно сделать, а мы не догадались?! И еще: лед, обыкновенный лед, который годился только для того, чтобы охладить, оказывается, мог осторожно опускать тяжести. Наверное, лед может и многое другое. И не только лед. У меня вдруг появилась мысль, что каждое вещество умеет делать все, что угодно.

Вот тут мне и пришло в голову это слово: изобретение. Я сообразил, что дядя Миша сделал изобретение и, следовательно, он изобретатель. Может быть, о нем напишут в газетах. Особенно если он придумает, как поднять новый трансформатор. У меня на этот счет не было ни одной подходящей мысли.

К сожалению, в понедельник приехал автокран. На постамент подняли новый трансформатор, а старый увезли.

Монтеры подключили свет, плотники сколотили новую будку, маляр покрасил ее — и на том все кончилось. Но я навсегда запомнил, что в любом, даже самом безвыходном положении можно что-то придумать, изобрести, и это «что-то» будет очень простым, неожиданным и красивым.

Первое изобретение, на которое мне выдали авторское свидетельство, я сделал в десятом классе. Потом были другие изобретения, работа в отделе изобретательства, встречи с самыми разными изобретателями. Меня все больше и больше интересовала механика творчества: как делаются изобретения, что происходит в голове изобретателя, почему вдруг появляется идея решения?..

Хотите сами попробовать стать изобретателем? Пожалуйста, вот вам задача.

### *Задача 1.*

#### *БИТЬ ИЛИ НЕ БИТЬ?*

*Однажды директор электролампового завода собрал инженеров и показал пачку писем.*

*— Жалуются потребители, довольны нашими лампами,— грустно сказал директор.— Надо повысить качество продукции. Я думаю, все дело в том, что давление газа внутри готовой лампы иногда больше нормы, иногда меньше... Кто скажет, как измерить это давление?*

*— Очень просто,— поднялся один из инженеров.— Берем лампу, разбиваем и...*

*— Разбиваем?! — воскликнул директор.*

*— Можно для контроля разбивать одну лампу из ста,— не сдавался инженер.*

*— Проверять хотелось бы каждую лампу,— вздохнул директор.— Думайте, товарищи инженеры!*

*И тут появился изобретатель.*

*— Задача для школьников,— сказал он.— Откройте-ка учебник...*

*И он объяснил, в каком учебнике*



*можно прочитать почти готовый ответ на эту задачу.*

*А что предложите вы? Есть у вас идеи — как измерить давление газа внутри электрической лампы?*

Посидев час-другой над этой задачей, можно составить список из пяти — десяти идей. Обычно идеи бывают очень слабыми. Часто предлагают взвешивать лампу. Теоретически все верно: зная вес пустой лампы и объем ее колбы, нетрудно взвесить наполненную газом лампу и высчитать вес газа. А практически решение плохое. Газ в лампе мало — десятые или даже сотые доли грамма. Чтобы уловить отклонение от нормы, нужно знать вес с точностью до тысячных долей грамма. Придется очень тщательно взвешивать, обмеривать лампу и ее детали — и это при массовом, поточном производстве! Выпуск ламп резко замедлится, а стоимость их возрастет...

У сильных изобретателей тоже бывают неудачные идеи. Но сила сильных в том, что они, убедившись в негодности одного решения, не останавливаются, а упорно продолжают перебирать вариант за вариантом. Человек днем и ночью думает о задаче. Все, на что падает его взгляд, он переносит на задачу: нельзя ли это использовать? Идет снег, холодно... а что, если охладить лампу?... Газ станет жидким, легче будет измерить его объем... С шумом проехал перегруженный автобус...

шум, звук... а что, если «прозвучивать» лампы? Ведь скорость звука зависит от плотности газа... По телевизору показывают футбол... а что, если в лампу поместить крохотный мяч? Скорость его падения будет зависеть от плотности газа... И так днем за днем, месяц за месяцем, год за годом. Порой всю жизнь. Бывает и так, что жизни не хватает; эстафету подхватывают другие изобретатели, и снова начинается бесконечное: «А если сделать так?» Случается, что на полдороге к решению задачу бросают: нерешимая задача, что поделаешь...

Представьте себе исследователя, который говорит: «Чтобы достичь сверхзвуковых скоростей, надо изучать бегунов. Чем отличается хороший бегун от плохого? В чем секрет быстрого бега? Вот что мне надо знать...» Бегуны действительно отличаются друг от друга, но, сколько не изучай бегунов, машины, обгоняющей звук, не построишь. Нужны иные принципы.

Метод проб и ошибок возник в глубокой древности. В сущности, он ровесник человека. Все изменилось за это время, и сам человек изменился, а метод проб и ошибок сохранился почти неизменным. Несколько лет назад академик В. Л. Гинзбург, отвечая на анкету журнала «Изобретатель и рационализатор», признал, что его изобретения появились «в итоге перебора вариантов». Конец XX века, всемирно известный ученый — и перебор вариантов! Как две тысячи, двадцать тысяч, двести тысяч лет назад...

Словом, нужно искать совсем другой подход к решению изобретательских задач.

Техника развивается закономерно. Не случайно в разных странах разные изобретатели, решая одну и ту же задачу, независимо друг от друга приходят к одному и тому же ответу. Значит, есть закономерности, их можно найти и применить для сознательного решения задач — по правилам, по формулам, без «пустого» перебора вариантов.

Нашлись, конечно, скептики: «Как,

каждого можно научить изобретать?! Это невозможно!..» Но я занимался теорией решения изобретательских задач не год, не два, а всю жизнь. Сначала работал один, потом появились единомышленники, первое время их было мало — единицы, затем — десятки, сотни... Общими усилиями удалось довольно далеко продвинуть теорию. Были написаны книги, составлены учебники и задачки. Начали работать курсы, семинары, школы. Сейчас обучение теории решения изобретательских задач ведется более чем в ста городах. Оказалось, изобретательству действительно можно учить так, как учат, скажем, физике, химии или математике. В 1978 году студенты Днепропетровского государственного университета сдавали зачет по теории решения изобретательских задач. А два года спустя во всех технических вузах Украины был введен новый учебный предмет — «Основы технического творчества».

Освоить теорию изобретательства можно в любом возрасте, но чем раньше начато обучение, тем лучше будут результаты. Как в спорте. В сущности, учить решению задач надо еще с детского сада. А может быть, с яслей. Но мы этого пока не умеем. Проще всего оказалось учить опытных инженеров. Там, где хромала теория, помогал опыт... и задача решалась. Когда теория окрепла, мы стали учить молодых инженеров. Потом перешли к студентам. Стали включать в студенческие группы старшеклассников. С 1974 года «Пионерская правда» начала публиковать изобретательские задачи. Самые настоящие «взрослые» задачи — вроде задачи об измерении давления газа внутри электрической лампы. В редакцию приходили тысячи писем. Мы их анализировали, разбирали в газете типичные ошибки, объясняли кусочек теории — и снова давали задачи...

Нет, до яслей мы еще не дошли. На уровне пятого-шестого класса проходит барьер, который пока не удалось преодолеть. Дело в том, что для освоения теории изобретательства нуж-

но знать физику, хоть краешек физики — то, что учат в шестом классе. Ну а в детских садах и яслях физику совсем не проходят... Впрочем, уже ясно, как преодолеть этот барьер: надо работать не с изобретательскими, а с игровыми задачами.

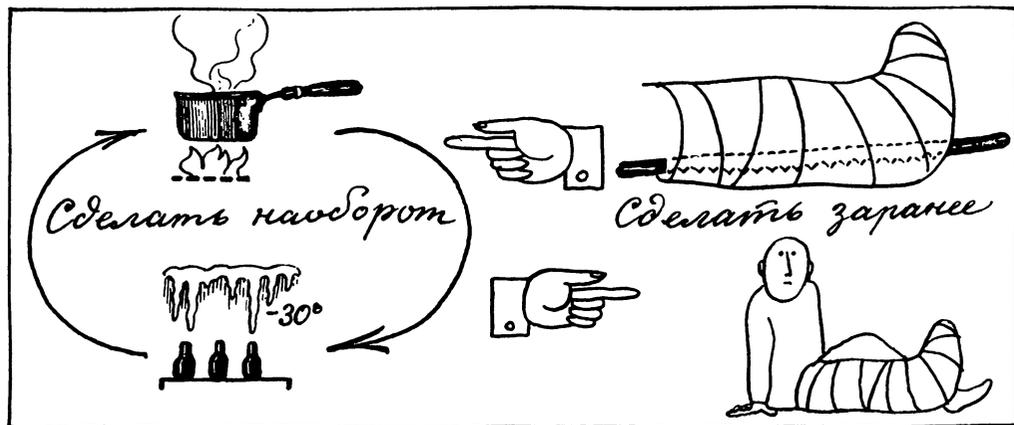
Представьте себе пустую комнату — только на подоконнике лежит кукла. С потолка опускаются две тонкие бечевки. Нужно соединить, связать их нижние концы — и сделать это должен один человек. Если взять конец одной из бечевки, нельзя дотянуться до другой. Кто-то должен подать, отклонить вторую бечевку. Но задача для одного человека, и подать вторую бечевку некому...

Решение доступно и малышам, понятия не имеющим о физике. Надо раскачать вторую бечевку. Сама она не раскачается — слишком тонкая. Поэтому нужно подвесить к ней груз, куклу. Вот и всё, задача решена!

Можно усложнить условия: пусть в комнате лежат воздушные шарики и кукла. Шарики не годятся в качестве груза, они слишком легки. Но почему-то именно шарики привлекают внимание решающих задачу, о кукле вспоминают не сразу. Можно еще усложнить задачу: уберем из комнаты все предметы. Догадается ли малыш снять ботинок и подвесить его вместо груза?..

Как видите, задача не изобретательская... и все-таки она чем-то похожа на изобретательскую. Чем именно похожа — об этом мы поговорим позже. Сейчас можно отметить, что нет глухой стены между задачами, относящимися к разным видам деятельности, — в науке, технике, искусстве и т. д. В этой книге мы в основном будем говорить об изобретательстве. Но адресована книга тем, кто хочет научиться решать самые различные творческие задачи.

Конечно, эта книга не учебник. Я хочу только показать, что решение творческих задач — доступное всем, необходимое и чрезвычайно увлекательное занятие.



## НЕСКОЛЬКО ПРОСТЫХ ПРИЕМОВ

Начнем с самого трудного. Попробую убедить вас в том, что некоторые изобретательские задачи — самые настоящие изобретательские задачи, за решение которых выдают авторские свидетельства, — под силу вам уже сейчас. Тут не нужна теория, достаточно обычной сообразительности.

### Задача 2.

#### ХИТРОСТЬ В ТОМ, ЧТОБЫ...

Девочка справляла день рождения. Кто-то из гостей принес большую коробку конфет. Конфеты были сделаны в виде шоколадных бутылочек, наполненных густым малиновым сиропом. Всем очень понравились эти конфеты. Один из гостей спросил:

— Интересно, как изготавливают бутылочки?

— Сначала делают шоколадную бутылочку, а потом заливают в нее сироп, — пояснил другой гость. — Сироп обязательно должен быть густым, иначе конфета получится непрочной. А густой сироп трудно залить в бутылочку. Можно, конечно, нагреть сироп, он станет более жидким. Но вот беда —

горячий сироп расплавит шоколадную бутылочку. Выиграем в скорости, проиграем в качестве, будет больше брака...

И тут появился изобретатель.

— Есть идея! — воскликнул он. — Я знаю, как изготавливать такие конфеты быстро и без брака. Хитрость в том, чтобы...

И он всё объяснил. Действительно, конфеты можно изготавливать очень просто.

Попробуйте догадаться, что предložил изобретатель.

Задача эта была напечатана в «Пионерской правде». В ответ пришло свыше тысячи писем — и почти все они содержали правильный ответ. Вы, наверное, уже догадались, в чем хитрость: нужно налить сироп в форму, заморозить, а потом окунуть в шоколад. Лыдинка в шоколаде — самое настоящее изобретение. Сделали его в Институте химии Академии наук Эстонской ССР.

Есть такой журнал — «Открытия. Изобретения». Вместо этого названия обычно говорят — бюллетень изобретений. В бюллетене публикуют формулы

изобретений, зарегистрированных в Советском Союзе. Формула изобретения — это одна фраза, разделенная на две части словом «отличающийся». То, что стоит до этого слова, было известно раньше. А то, что записано после слова «отличающийся», — это и есть суть изобретения. Описания изобретений иногда бывают весьма длинными. Но в конце описания приводится короткая формула изобретения. Очень удобно: сразу видно, что было раньше и что придумал изобретатель.

Если вы возьмете в библиотеке любой выпуск бюллетеня изобретений и полистаете, вам встретится немало изобретений, которые вы наверняка могли бы сделать сами. Вот, например, авторское свидетельство № 425 616: «Способ охлаждения консервов в жесткой таре после тепловой обработки путем частичного погружения в воду и одновременного вращения, отличающийся тем, что, с целью повышения эффективности охлаждения, погруженные в воду и вращаемые банки обдувают холодным воздухом». По наклонному полу неглубокого бассейна скатываются горячие консервные банки: половина банки в воде, половина — над водой, чтобы вода испарялась, поглощая тепло. Банки охлаждаются, но недостаточно. Как быть? Первая мысль, которая приходит в голову, — подуть. Как дуют на блюдец с горячим чаем. На эту простую идею и выдано авторское свидетельство № 425 616.

А теперь представьте себе такую картину. Электросварщик работает в темном туннеле. Когда горит электрическая дуга, место сварки хорошо видно. А как быть, когда сварщик в темноте готовит все к работе или налаживает инструмент? Думаю, ответ очевиден: нужно использовать электрофонарь. Ведь электрические фонари укрепляют на авторучках, очках, касках. Почему бы не укрепить фонарь на щитке электросварщика? И вот авторское свидетельство № 225 575: «Защитное устройство для электросварщика, отличающееся тем, что, с целью

улучшения условий труда при производстве сварочных работ в затемненных местах, на сварочном щитке слева установлена съёмная осветительная арматура».

В любом выпуске бюллетеня примерно 2—3% изобретений — результат решения задач, вполне доступных школьнику. Эти изобретения можно сделать просто за счет сообразительности, даже без использования знаний по физике и химии. Конечно, это небольшие изобретения. Но — изобретения! То есть предложения новые и бесспорно полезные.

Ну а если добавить к сообразительности хотя бы немного знаний?

### Задача 3.

#### ГДЕ ВЗЯТЬ ТАКУЮ ТОЧКУ?

*В центре города на площади стояла старинная башня. И вот однажды возникло опасение, что башня оседает. Организовали комиссию и поручили ей выяснить: оседает ли башня? Комиссия задумалась. Нужна какая-то неподвижная точка, чтобы проверить, опускается ли башня относительно этой точки. А где взять такую точку? Может, вся площадь и соседние здания тоже оседают? Правда, в пятистах метрах от площади есть парк. В парке — скалы, которые наверняка не оседают. Но с этих скал даже не видно башню, она закрыта высокими домами.*

*— Сложное положение, — задумчиво произнес председатель комиссии. — Может быть, обратиться в Академию наук?*

*И тут появился изобретатель.*

*— Не надо беспокоить академиков! — сказал он. — Откройте учебник физики для шестого класса и вспомните...*

*И он объяснил, что именно надо вспомнить.*

*А как вы думаете?*

Возможно, вы уже догадались. А если не догадались, не беда: перелистай-

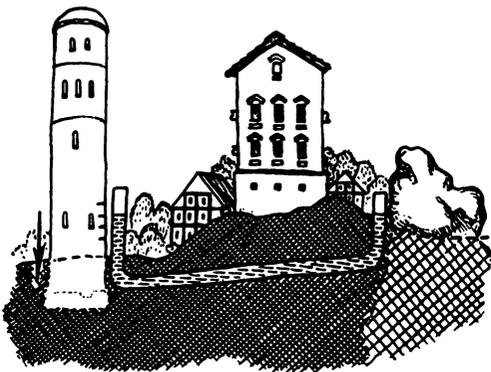
те учебник физики для шестого класса и отыщите раздел о сообщающихся сосудах. «Свободные поверхности покоящейся жидкости в сообщающихся сосудах находятся на одном уровне» — так написано в учебнике. Возьмем две стеклянные трубки, установим одну в башне, другую на скале, соединим трубки шлангом и наполним шланг водой. В сообщающихся сосудах (трубках) жидкость установится на одном уровне. Отметим этот уровень. Если башня оседает, то через несколько дней жидкость в «башенной» трубке поднимется выше отметки. Остроумное изобретение, не правда ли? А ведь всего-навсего физика шестого класса...

Возьмем теперь задачу чуть сложнее.

#### Задача 4.

#### А И Б СИДЕЛИ НА ТРУБЕ

В химической лаборатории собрали установку для получения нового минерального удобрения. Две жидкости, назовем их А и Б, распылялись, превращались в потоки мелких капелек, причем капельки А шли навстречу капелькам Б, соединялись, и получилось удобрение АБ. Так, во всяком случае, должно было быть по предложениям химиков. Но когда установку запустили, оказалось, что, кроме капелек АБ, получаются еще и совершенно ненужные капельки АА и ББ.



— А и Б сидели на трубе, — огорченно сказал химик. — Может быть, заранее смешаем жидкости?

— Нет, смешивать до распыления нельзя, — ответил другой химик. — Просто не знаю, как быть...

И тут появился изобретатель.

— Возьмите учебник физики для седьмого класса, — сказал он. — Там вы найдете правило, которое поможет решить задачу.

Как вы считаете: о каком правиле говорил изобретатель?

Если полистать учебник физики для седьмого класса, нетрудно найти простое правило: одноименные заряды взаимно отталкиваются, разноименные — взаимно притягиваются. Зарядим капельки А положительно, капельки Б — отрицательно. Тогда при встречах двух потоков возникнут только капельки АБ.

Итак, сообразительность плюс немного школьной физики — и примерно 5% современных изобретательских задач будут вам под силу. Ну а если к этому прибавить знание приемов? В каждом деле есть свои приемы; существуют они и в решении изобретательских задач. Собственно, мы уже начали знакомиться с ними. Вспомните задачу о конфетах с сиропом. Изобретатель сказал: «Хитрость в том, чтобы...» Хитрость — это и есть прием. В задаче о конфетах были две хитрости. Первая: сироп нагревали, а изобретатель предложил сделать наоборот — охладить сироп, заморозить. Вторая: льдинка потом таяла, превращаясь в сироп, то есть меняла свое агрегатное состояние. В задаче, которую решал Счетовод, тоже происходило изменение агрегатного состояния: лед таял, и трансформатор постепенно опускался на землю.

Многие приемы основаны на использовании физических эффектов и явлений. Но прием отличается от физических формулировок своей нацеленностью на решение изобретательских задач. Физическая формулировка гла-

сит: вещества могут переходить из одного состояния в другое. Прием уточняет: при таких переходах резко меняются физические свойства, и это можно использовать для решения изобретательских задач.

«Сделать наоборот», «использовать изменение агрегатного состояния» — сильные приемы. В любом бюллетене можно встретить изобретения, сделанные с их помощью. Вот, например, формула изобретения в авторском свидетельстве № 183 122: «Способ выгрузки насыпного сахара-сырца из емкостей, например из морских танкеров, отличающийся тем, что с целью упрощения и ускорения процесса сахар-сырец разводят водой и полученную пульпу качают насосом». Сыпучий груз трудно извлечь из трюмов корабля. Изобретатель предложил на время разгрузки превратить неподатливый сыпучий груз в жидкость, которую легко перекачать насосом.

Еще один пример — формула изобретения в авторском свидетельстве № 489 938: «Способ восстановления сыпучести смерзшихся грузов, отличающийся тем, что с целью ускорения процесса восстановления сыпучести материалов и снижения трудоемкости смерзшийся материал подвергают воздействию сверхнизких температур». Зима, на открытых железнодорожных платформах лежат окаменевшие от холода минеральные удобрения. Как разгрузить такой состав? Стараются как-то нагревать груз, а это очень непросто, потому что груза много. И вот изобретатели использовали оба известных вам приема:

надо не нагревать, а охлаждать (прием «сделать наоборот»);

груз обливают жидким азотом, который потом превращается в газ и исчезает (прием «изменить агрегатное состояние»).

Ну а теперь задача, с которой вы наверняка справитесь.

## Задача 5.

### ОНИ ИСЧЕЗАЮТ САМИ!

*Как вытряхнуть песок, попавший в чернильницу-непроливайку? Примерно с такой проблемой столкнулись инженеры-литейщики. Отлитые из металла детали надо очищать. Для этого используют струю песка. Поверхность деталей очищается, но песчинки попадают во внутренние полости и там остаются. Не станешь же переворачивать тяжелые металлические детали и вытряхивать из них песок...*

— *Может, как-то закрыть все отверстия? — нерешительно предложил один инженер.*

— *Много лишней работы, — вздохнул другой. — Но я не вижу иного выхода. Сами по себе песчинки не исчезнут.*

*И тут появился изобретатель.*

— *Они исчезнут сами по себе! — уверенно сказал он. — Для этого надо, чтобы песчинки были...*

*Какими должны быть песчинки?*

И еще одна задача. Кстати, обратите внимание: задачи из разных областей техники, а решаются одинаковыми приемами.

## Задача 6.

### ЕСТЬ ПАТЕНТ

*В длинной резиновой трубке нужно очень точно сделать много отверстий диаметром 10 миллиметров. Вообще-то нетрудно пробить или просверлить отверстия. Но резина гибкая, под инструментом она растягивается, сжимается, изгибается... Сделать отверстия нужного размера очень сложно. Мастер попробовал прожигать отверстия раскаленным прутиком, но края отверстия обгорали, крошились.*

— *Ничего не получается! — с досадой воскликнул мастер. — Хоть плачь... И тут появился изобретатель.*

— *Зачем же плакать? — удивился*

он. — *Ведь всё так просто! Есть английский патент № 1263 562, в котором предложено...*

*Что предложено в этом патенте?*

Вы познакомились с двумя приемами, а их около сотни. Многие из них неожиданны, остроумны. Да вы и сами убедитесь в этом, поразмышляв над такой задачей:

### Задача 7.

### ОХ, УЖ ЭТИ СЫЩИКИ...

*Одна зарубежная фирма покупала у другой подсолнечное масло и перевозила его в автоцистернах емкостью 3 000 литров. И вот обнаружилось, что каждый раз в цистерне не хватает 20—30 литров. Проверили отмеряющие приборы — всё в порядке. Пробки на заливном люке, герметичность цистерны — тоже в порядке. Учли, что несколько литров масла могло остаться в виде пленки на стенках цистерны; но нехватка была значительно больше...*

*Пригласили опытного детектива. И он ничего не обнаружил: машина нигде не останавливалась, водитель не отливал из нее масла. Детектив в недоумении развел руками...*

*И тут появился изобретатель.*

— *Ох, уж эти сыщики! — сказал он. — Ведь всё так просто, надо только немного подумать.*

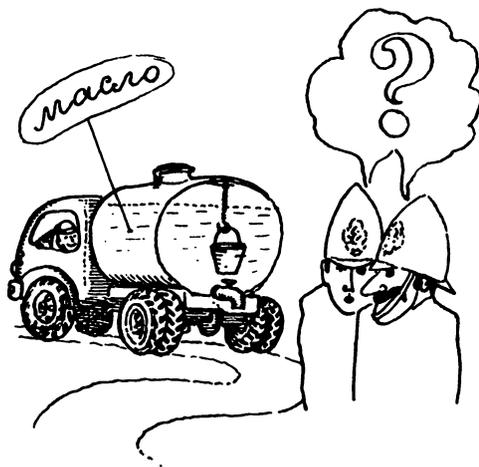
*И объяснил, в чем дело.*

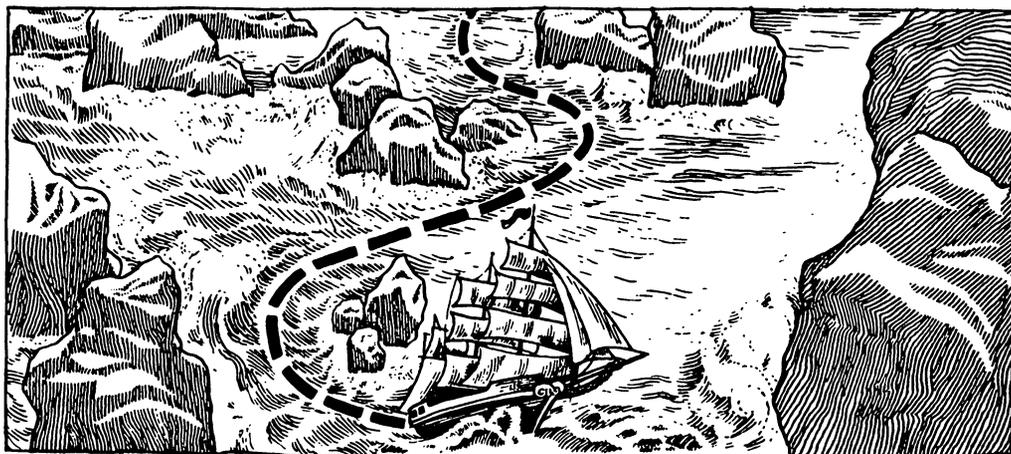
*А вы как считаете?*

Эта задача тоже была опубликована в «Пионерской правде». Писем пришло много, более тысячи. Писали не только школьники, но и студенты, инженеры. Авторами двух писем оказались работники милиции. Гора писем — и ни одного правильного ответа!

Детектив легко раскрыл бы секрет утечки масла, если бы знал изобретательский прием: то, что невозможно сделать сейчас, можно сделать заранее. Оказывается, водитель заранее подвешивал ведро внутри пустой цистерны. Когда в цистерну заливали масло, ведро тоже наполнялось. Потом цистерна шла на завод, масло сливали, и водитель спокойно доставал ведро с маслом.

Прием «сделать заранее» нередко используется изобретателями при решении самых различных задач. Взять хотя бы чисто медицинскую задачу. Гипсовую повязку иногда очень трудно снять: приходится медленно и осторожно распиливать ее, стараясь не задеть тело человека. Изобретатели нашли выход: до наложения гипсовой повязки на тело укладывают резиновую трубку, внутри которой находится тонкая пилка. Когда приходит время снимать повязку, концы пилки зажимают в лобзик и пилят гипс снизу вверх, от тела к наружной поверхности повязки.





## ЗНАКОМЬТЕСЬ: ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРОТИВОРЕЧИЯ

Теперь в вашем арсенале три приема, и вам может показаться, что дальше всё просто: нужно освоить сотню приемов — и тогда не страшна ни одна задача. Увы, всё гораздо сложнее. Поясню это на примере.

Существуют трубосварочные станы, обладающие очень высокой производительностью. В цехе устанавливают рулон металлической ленты и, постепенно разматывая его, подают ленту в стан. А оттуда со скоростью примерно 1 метр в секунду выходит готовая труба.

Всё прекрасно, но изготовленную трубу надо разрезать. Допустим, длина каждого отрезка десять метров. Значит, отрезать десятиметровую трубу нужно за десять секунд. И не только отрезать трубу, но и вернуть режущее устройство (оно уйдет вместе с трубой на десять метров) в начальное положение.

Режущее устройство, похожее на дисковую пилу, называют летучим. И в самом деле режущий диск «летает» взад-вперед с огромной скоростью: резать приходится на ходу, труба непрерывно выходит из стана.

Посмотрите, что получается. Чтобы резать быстро, нужно мощное режущее устройство. Такое устройство неизбеж-

но оказывается тяжелым, громоздким; режет оно быстро, но передвигается медленно. Если же сделать режущее устройство полегче, оно будет быстро передвигаться, но медленно резать. Заколдованный круг! Выбрать что-то среднее? Так и делают. В результате «летучий» нож и режет неважно, и передвигается не очень быстро... Приходится в полтора-два раза уменьшать скорость сварки трубы. Обидно!

Наверное, вы уже подумали о приеме «сделать заранее». Действительно, разрезать ленту намного проще, чем разрезать трубу: быстрый удар ножа — и лента разрублена. Но задачу это, увы, не решает. Представьте себе киноаппарат или магнитофон, которые работают на коротеньких кусках ленты. Сколько будет хлопот с заправкой и наладкой! Высокая производительность трубосварочных станков как раз и достигнута за счет непрерывности процесса, от этого нельзя отказаться.

Задачу долгое время не удавалось решить. Ценой разных ухищрений повышали скорость «полета» режущих устройств, но тут же снижалась точность — трубы выходили то длиннее, то короче. Приходилось сооружать

сложные электронные системы контроля: точность повышалась, но машина становилась дорогой, капризной, ненадежной.

Разумеется, в конце концов появился изобретатель. Он предложил использовать одновременно два приема: «сделать заранее» и «сделать чуть меньше». Суть второго приема в том, что, если какое-то действие нельзя осуществить полностью, его надо выполнить частично. То есть ленту надо не отрезать, а надрезать. Если после сварки посильнее дернуть трубу, она сама отделится. Красивое изобретение, правда? «Летучее» режущее устройство вообще не нужно. Труба проходит внутри электромагнита; импульс тока, рывок — и отделяется нужный отрезок...

Как видите, «хитрость» тут в сочетании двух приемов. Порознь эти приемы ничего не дают. А из ста приемов можно получить десять тысяч сочетаний по два приема! Если же учесть, что могут быть сочетания и трех, четырех, пяти приемов, то число «ключей» к задачам становится практически безграничным... И мы возвращаемся к необходимости наугад перебирать варианты.

Некоторые приемы были известны еще в конце прошлого века. Изобретатели, психологи, разные специалисты приводили списки, иногда включавшие до двадцати — тридцати приемов. Не раз казалось, что остается сделать немного — пополнить списки, классифицировать приемы — и, пожалуйста, можно решать любые задачи. Но обнаружилось, что одиночные приемы применяются не так уж часто и количество сложных, составных, комплексных приемов астрономически велико. Никак не удавалось уйти от метода проб и ошибок.

А если подойти к проблеме с другой стороны и попытаться понять, откуда берутся изобретательские задачи и вообще что это такое — изобретательская задача?

Возьмем хотя бы задачу о резке

труб. Существовала техническая система — комплекс машин и устройств для изготовления труб. Одну из частей этой системы — сварочный стан улучшили, сделали более мощным. И возникло техническое противоречие: стан мог вести сварку с большой скоростью, а режущее устройство не успевало отрезать трубы. Чем тяжелее работать режущему устройству. Попробовали переделать это устройство, и снова возникло техническое противоречие: увеличишь мощность ножа — выиграешь в скорости резания, но проиграешь в утяжелении устройства, замедлится его переключение.

Технические системы, подобно живым организмам, состоят из взаимосвязанных частей. Если «просто так» увеличить одну часть системы, это отрицательно скажется на других ее частях. Поэтому изобретательские задачи всегда содержат два требования: надо улучшить какую-то часть (какое-то свойство) системы и при этом не ухудшить другие ее части (другие свойства) или всю систему в целом. Сделать изобретение — значит преодолеть техническое противоречие.

### Задача 8.

#### ВЕЗДЕХОД НА МАРСЕ

*В одном фантастическом рассказе описана экспедиция на Марс. Космический корабль опустился в долину с очень неровной поверхностью: всюду холмы, ямы, камни. Космонавты быстро снарядили вездеход — колесный, с большими надувными шинами. Но на первом же крутом склоне вездеход опрокинулся набок.*

*И тут... Нет, к сожалению, в рассказе изобретатель не появился.*

*А как вы думаете: что бы он предложил?*

*Учтите, у космонавтов не было возможности переделывать вездеход.*

Эту задачу тоже напечатали в

«Пионерской правде». В большинстве писем был такой ответ: «Под днищем вездехода подвесить груз. Центр тяжести станет ниже, машина будет устойчивее». Не спешите выдвигать свою идею, давайте сначала оценим чужие предложения. У нас теперь есть критерий для оценки: преодолевается техническое противоречие или нет?

Груз, подвешенный под днищем машины, повысит ее устойчивость. Но одновременно ухудшится проходимость: груз будет цепляться за выступы в почве, за камни. Техническое противоречие!

Были и другие предложения:  
выпустить воздух из шин, чтобы они просели наполовину;  
снабдить вездеход дополнительной парой боковых колес;

экипажу высовываться из окон и дверей и держать равновесие, как это делают мотогонщики...

Нетрудно заметить, что в каждом из этих предложений выигрыш связан с проигрышем. Просевшие наполовину шины резко замедлят движение вездехода. Дополнительные колеса — серьезное усложнение конструкции, а мастерских на Марсе нет. Заставлять космонавтов выполнять опасные акробатические трюки — недопустимый риск... Избежать противоречий так трудно, что автор одного из писем признался: «Ничего не могу придумать. Пусть космонавты идут пешком...»

Представьте себе моряка, который не знает, что рифы и скалы надо обходить. Примерно так выглядит изобретатель, не учитывающий, что нужно обязательно устранять технические противоречия. Помните задачу об измерении давления газа внутри лампы? Идея разбивать лампы была запатентована, но изобретения фактически не получилось: противоречие не было устранено. Чем больше ламп мы разобьем, тем точнее будет проверка... и тем больше получится брака, лома!

Прежде чем сказать: «Я решил

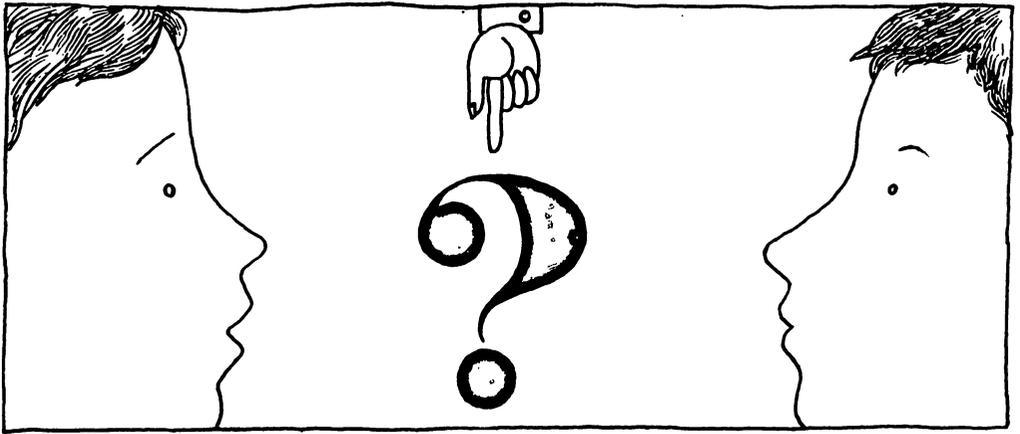
изобретательскую задачу!» — обязательно спросите себя: «Какое противоречие я устранил?» Подвесить груз к вездеходу нетрудно, но подвешивать надо как можно ниже, а чем ниже расположен груз, тем чаще он будет задевать за камни и выступы. Попытка повысить устойчивость машины, не применяя изобретательской хитрости, приводит к ухудшению проходимости машины: вездеход перестает быть вездеходом...

Используем теперь такую хитрость: пусть груз будет расположен очень низко, у самого грунта, но не снаружи, а внутри вездехода. Спрячем груз в... колеса! Поместим туда металлические шарики или круглые камни — пусть перекатываются... Такое изобретение запатентовано в Японии для повышения устойчивости автопогрузчиков, тягачей, автокранов. Запомните этот прием, он называется «матрешка»: для экономии места можно расположить один предмет внутри другого.

Задача и ответ — два берега реки. Попытка сразу угадать ответ — все равно что попытка перепрыгнуть с берега на берег. Технические противоречия, приемы образуют мост. Теория решения изобретательских задач — это, в сущности, наука о том, как возводить незримые мосты, по которым мысль приходит к новым идеям.

Впрочем, противоречия и приемы правильнее сравнить с опорами моста. Перепрыгнуть с опоры на опору тоже не так просто: нужна догадка, чтобы перейти от задачи к противоречию и от противоречия к приему. Кроме опор необходимы балки, соединяющие опоры, — вот тогда получится хороший мост, по которому можно спокойно и уверенно, шаг за шагом, перейти от задачи к ответу.

О таком мосте мы еще поговорим. Пока важно одно: изобретателю необходимо находить и преодолевать технические противоречия. С этой простой идеи и начинается теория решения изобретательских задач.



## ПОРАЗМЫШЛЯЙТЕ САМИ

У нас уже есть инструменты для работы с задачами — пять сильных приемов:

1. Сделать наоборот.
2. Использовать изменение агрегатного состояния.
3. Сделать заранее.
4. Сделать чуть меньше требуемого.
5. Применить «матрешку».

Вы знаете также, что приемами могут быть физические эффекты и явления. Наконец, у вас есть надежный критерий для оценки идей: хорошая изобретательская идея обязательно преодолевает противоречие.

Я приведу несколько задач, потренируйтесь. Помните, что смысл тренировки не в том, чтобы перебирать варианты. Постарайтесь использовать инструменты — приемы, физику, знание о противоречиях.

### Задача 9. ОДИН ЗА ВСЕХ

В лаборатории собрали установку для изучения движения капелек жидких минеральных удобрений, распыляемых с самолета. В трубе мчался поток воздуха, несущий множество капелек. Но заказанный и установлен-

ный распылитель давал только очень маленькие капельки. Между тем в ходе опытов выяснилось, что надо изучать движение и более крупных капелек.

— Закажем еще несколько распылителей,— предложил один инженер.  
— Долго и дорого,— возразил другой.— Для двадцати опытов потребуются двадцать разных распылителей.

И тут, разумеется, появился изобретатель.

— Один распылитель будет работать за всех,— сказал он.— Размеры капелек можно увеличить, если...

И он объяснил, что нужно сделать. А что предложите вы?

Наверное, задача 9 покажется вам легкой. Следующие задачи потруднее, но и с ними вы справитесь.

### Задача 10. СДЕЛАЕМ ВОДУ МЯГЧЕ

Однажды знаменитый тренер, бывший чемпион по прыжкам в воду, пожаловался коллеге:

— Трудно работать. Прыжки становятся всё сложнее и сложнее. Надо придумывать новые комбинации, про-

бовать, а при этом, сам понимаешь, увеличивается вероятность неудачных «приводнений» и травм. Когда падаешь с высоты, вода не такая уж мягкая... Иногда вижу: может спортсмен попробовать новый элемент, но боится ушибов, боится из-за травмы не попасть на соревнование...

— Ничего не поделаешь, — вздохнул коллега. — Такой у нас вид спорта. В моей группе тоже бывают травмы при неудачных прыжках.

И тут появился изобретатель.

— Травм больше не будет, — сказал он. — Сделаем воду мягче. Для этого нужно...

Как вы думаете: что нужно сделать с водой, чтобы она стала мягче и спортсмены не травмировались при неудачных прыжках?

### Задача 11.

### ВЕЧНАЯ КРАСКА

Директор мебельной фабрики сказал главному инженеру:

— В прошлом году мы выпустили сто комплектов мебели для детских садов. Но, к сожалению, потребители жалуются: ребята сдирают краску, царапают...

— А мы тут при чем? — обиделся главный инженер. — Самую прочную краску можно содрать или поцарапать. Это от нас не зависит. Может быть, им нужна некрашенная мебель?

— Нет, — вздохнул директор. — Для детских садов обязательно нужна разноцветная мебель. Вот если бы краска была не на поверхности, а пропитывала всю древесину...

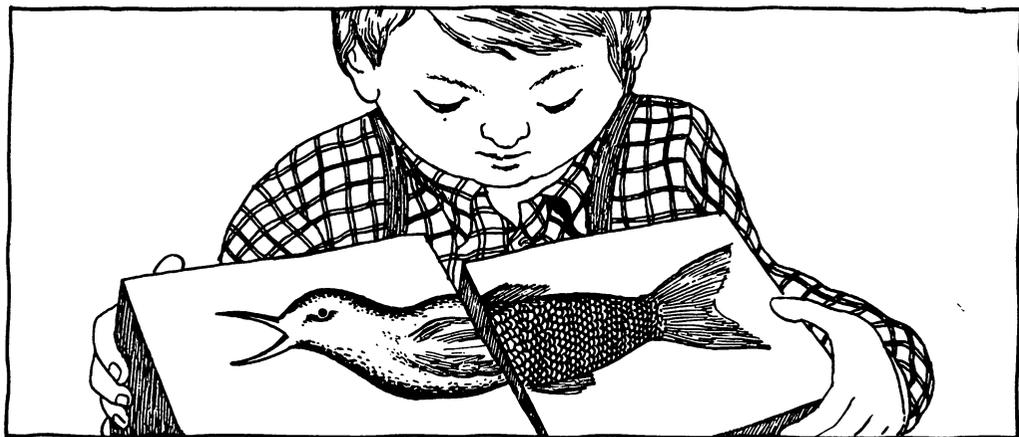
— Фантазия! — рассмеялся главный инженер. — Тысячи раз пробовали пропитывать древесину краской. Ничего не получалось, вы же знаете.

И тут появился изобретатель.

— Нет, это не фантазия! — воскликнул он. — Хотя, конечно, нужны выдумка и смелость, чтобы решить эту задачу. Хитрость в том, чтобы...

А вы как думаете, в чем здесь хитрость?





---

## СОВМЕСТИТЬ НЕСОВМЕСТИМОЕ

---

Если верить Мюнхгаузену, пойманная им лисица ухитрилась выскочить из собственной шкуры. Оставим эту охотничью историю на совести барона. Зато с изобретательскими задачами нечто подобное происходит! Вот началась охота за ответом, поймано техническое противоречие, и, казалось бы, ответ уже в руках... Но тут ответ неожиданно ускользает.

Даже прочно вцепившись в техническое противоречие, нельзя быть уверенным, что ответ пойман. Одно и то же техническое противоречие в принципе может быть преодолено множеством разных приемов.

Технические противоречия вызваны теми или иными физическими причинами: в глубине технического противоречия спрятано противоречие физическое. Выглядит оно так: «Данная часть технической системы должна обладать свойством А, чтобы выполнить одно действие, и должна обладать противоположным свойством анти-А, чтобы выполнить другое действие». Обратите внимание: техническое противоречие относится ко всей системе или к нескольким ее частям, а физическое — только к одной части. Это существенно облегчает путь к ответу.

Возьмем, например, задачу 5 — об удалении песка из деталей. Физическое противоречие в этой задаче такое: «Песчинки должны быть твердыми, чтобы очищать детали, и песчинки должны быть нетвердыми (жидкими или газообразными), чтобы их легко было удалять из очищенной детали». Как только такое противоречие сформулировано, ответ становится очевидным: нужен прием «изменить агрегатное состояние», именно этот прием, и никакой другой! Пусть «песчинки» будут из сухого льда: твердые при очистке деталей, эти «песчинки» потом сами превратятся в газ.

В задаче 6 (об отверстиях в резиновой трубке) физическое противоречие почти такое же: «Трубка должна быть твердой, чтобы легко было сверлить в ней отверстия, и трубка должна быть нетвердой, чтобы сохранять эластичность». Прием тот же: заморозим трубку (или, заполнив ее водой, заморозим воду), а после того как отверстия сделаны, нагреем.

Существуют специальные правила, позволяющие при анализе задачи шаг за шагом перейти от технического противоречия к физическому. Но нередко физическое противоречие можно сфор-

мулировать сразу, непосредственно из условий задачи.

### Задача 12.

#### КАПЛИ НА ЭКРАНЕ

*В лаборатории исследовали процесс электросварки. Ученых интересовало, как плавится металлический стержень, внесенный в дугу, и как при этом меняется сама дуга. Включили дугу, сняли кинофильм, посмотрели его. И тут оказалось, что на экране видна только дуга. Она ярче капель металла, поэтому их не видно. Решили повторить опыт. Включили вторую дугу, более яркую, направили ее свет на капли металла и снова сняли фильм. Теперь видны были только капли металла (их высвечивала яркая вторая дуга), а первой дуги, менее яркой, на экране не было. Исследователи задумались: что же делать?..*

*И тут появился изобретатель.*

*— Типичное физическое противоречие, — сказал он. — Дело в том, что...*

*Так какое же здесь физическое противоречие? И как его преодолеть?*

Внимательно прочитав условия, можно легко сформулировать физическое противоречие. Вторая дуга должна быть, иначе не видны капли металла, и второй дуги не должно быть, иначе мы не увидим первую дугу.

Техническое противоречие обычно формулируется мягко, например так: чтобы увеличить скорость грузовика, надо уменьшить вес перевозимого груза. Скорость конфликтует с грузоподъемностью, но не исключено, что возможен какой-то компромисс. В физическом противоречии конфликт предельно обострен. Однако в мире изобретательства свои законы: чем острее сформулирован конфликт, тем легче его преодолеть... Дуга, освещающая капли металла, не может одновременно быть и не быть. Значит, она должна то быть, то не быть — вспыхивать и гаснуть. Тогда на одних кадрах фильма будут только капли металла, а на других —

только дуга. При демонстрации фильма оба «сюжета» соединяются: мы увидим и дугу, и капли.

Противоречивые требования разделены здесь во времени. Можно разделить их и в пространстве. Вспомним решение задачи о трубе: стальной лист разрезан частично, то есть в одних местах разрез есть, а в других нет. Существует и более хитрый путь совмещения несовместимого: придадим объекту одно свойство, а его частям — другое, противоположное. На первый взгляд это кажется невероятным — как из черных кубиков построить белую пирамиду?! Но вот велосипедная цепь: каждое ее звено гибкое, негнувшееся, а в целом цепь гибкая... Словом, физические противоречия, требуя совместить несовместимое, не заводят в тупик, а облегчают путь к решению задачи.

К примеру, задачу 10 — «смягчение» воды — решить трудно. Неясно даже, за что уцепиться. Сформулируем физическое противоречие. Бассейн должен быть заполнен водой и должен быть заполнен чем-то более мягким, чтобы спортсмен не получил травмы при неудачном прыжке. Что мягче воды? Газ, воздух. Вывод: надо заполнить бассейн... воздухом.

Может показаться, что мы зашли в тупик. Вода держит пловца, но она «жесткая» при ударе. Газ «мягкий», но и в заполненный газом (то есть пустой) бассейн прыгать нельзя. Выявив противоречие, мы обострили задачу, но, как ни странно, вдали вспыхнула искорка ответа. Хорошо, пусть одновременно будет и то, и другое! Пусть спортсмен прыгает в «смесь» воды и воздуха, в «газированную» воду. Именно так решили задачу советские изобретатели, получившие авторское свидетельство № 1127604, по которому воду под вышкой — перед прыжком — «газируют», пропуская воздушные пузырьки. Противоречие устранено: «газированная» вода остается водой, но удар о нее почти неощутим.

Обратите внимание, какой зигзаг пришлось сделать на пути к решению.

В условиях задачи дана «вода» — и ответа не видно. Мы перешли к «антиводе», то есть к газу, воздуху. Задача вроде бы стала еще труднее. Следующий мысленный ход: надо объединить «воду» и «антиводу». Только здесь начала вырисовываться идея решения.

### Задача 13.

#### ТОНКИЕ И ТОЛСТЫЕ

Завод получил заказ на изготовление большой партии овальных стеклянных пластин толщиной 1 миллиметр. Нарезали прямоугольные заготовки, оставалось сгладить их края так, чтобы получились овалы. Но при обработке на шлифовальном станке тонкие пластины часто ломались.

— Надо сделать пластину потолще, — пожаловался рабочий мастеру.

— Ни в коем случае, — ответил мастер. — Нам заказали тонкие пластины...

И тут появился изобретатель.

— Физическое противоречие! — воскликнул он. — Заготовки должны быть толстые и тонкие. Это противоречие можно разделить во времени: заготовки на время обработки станут толще...

### Задача 14.

#### КАК ВЫЙТИ ИЗ ТУПИКА?

На заводе приступили к выпуску нового механизма — и сразу же возникли непредвиденные трудности. Одна деталь механизма изготовлялась из стальной пластины. Через заготовку пропускали ток, нагревавший металл до 1200 градусов. Раскаленную пластину прессовали, придавая ей нужную форму. И вот выяснилось, что при температуре выше 800 градусов поверхность заготовки быстро портится: на металл вредно действует воздух. Начальник цеха срочно созвал совещание.

— Положение — как в сказке, — сказал он. — Налево пойдешь — плохо будет, направо пойдешь — еще хуже...

Заготовку надо нагревать до 1200 градусов, иначе ее не обработаешь. И нельзя нагревать выше 800 градусов, иначе испортишь поверхность металла.

— Все очень просто! — воскликнул самый молодой инженер. — Надо нагревать до 1000 градусов. До средней температуры.

— Не пойдет, — возразил старый мастер. — И пластины будем портить — нагрев все-таки выше допустимого, и обработку не сможем вести — мала температура.

— Каверзная задача, — вздохнул начальник цеха. — А решать ее надо быстро, прямо сейчас.

И тут появился изобретатель.

— Есть решение, — сказал он.

Как вы думаете: что предложил изобретатель?

### Задача 15.

#### УПРЯМАЯ ПРУЖИНА

Представьте себе, что нужно сжать спиральную пружину (длина ее — 10 сантиметров, диаметр — 2 сантиметра), положить плашмя между страницами книги и закрыть книгу так, чтобы пружина не разжалась.

Сжать пружину можно двумя пальцами. Но потом придется разжать пальцы, иначе не закроешь книгу. И пружина разожмется... С такой ситуацией столкнулись инженеры, собирая один прибор. Нужно было сжать пружину, уложить и закрыть крышкой. Как это сделать, чтобы пружина не разжалась?

— Связать? — сказал один инженер. — Иначе эту пружину не переупрямишь.

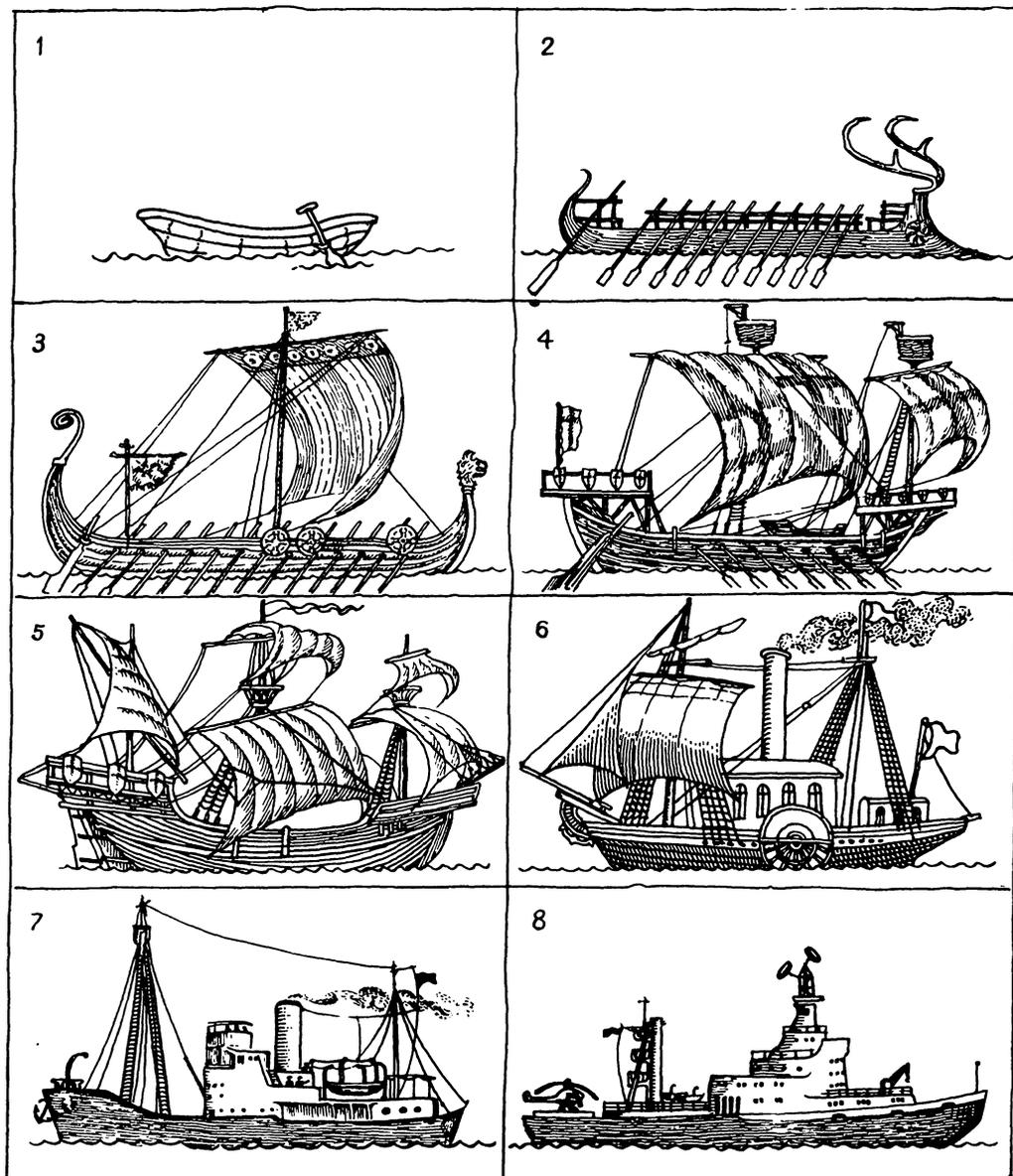
— Нельзя, — возразил другой. — Внутри прибора пружина должна быть свободной.

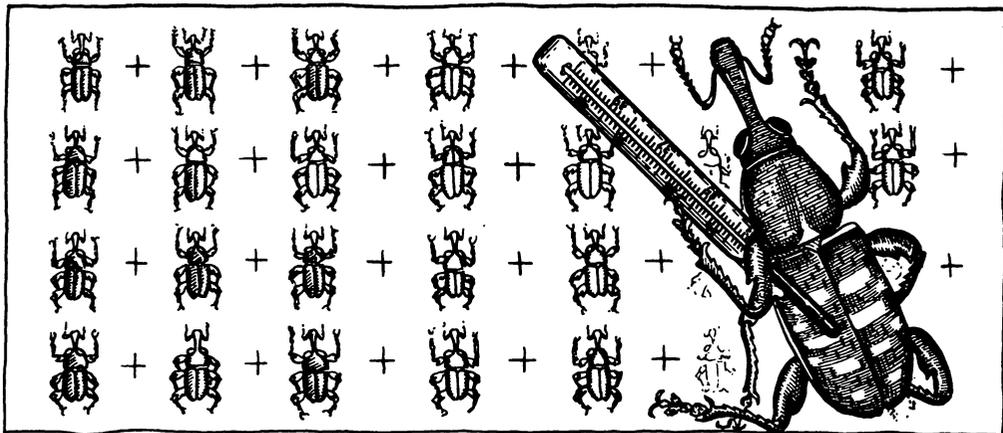
И тут появился изобретатель.

— Прекрасно! — воскликнул он. — Пружина должна быть свободной и несжатой, сжатой и несжатой. Раз есть противоречие, значит, перед нами изобретательская задача.

Как бы вы решили эту задачу?

# Эра технических систем





## ЛОДКА+ЛОДКА=?

В книгах по истории техники XIX век называют веком пара. Первую половину XX века — веком электричества. А к какому веку относится наше время? Тут нет единого мнения. Одни говорят — век атома. Другие — космический век. Может быть, век химии? Или — век электроники?

Если бы инженер, живший в начале XX века, увидел технику наших дней, его, пожалуй, прежде всего поразило бы резкое увеличение размеров уже знакомых ему машин. Автомобили вместимостью меньше повозки превратились в мощные самосвалы, легко перевозящие 150—200 тонн, в сверхгиганты, несущие на себе целую буровую установку. Самолеты, с трудом поднимающие двух-трех пассажиров, выросли в гигантские аэробусы. Появились колоссальные танкеры водоизмещением в полмиллиона тонн. Турбины, подъемные краны, локомотивы, здания, экскаваторы, различные исследовательские установки — всё стало в десятки раз крупнее. Казалось бы, не все ли равно — сто грузовиков вместимостью по полторы тонны каждый или один грузовик, везущий полторы сотни тонн? Грузоподъемность одна и та же, но для обслуживания сверхгрузовика

нужно в двадцать раз меньше людей, да и погрузка и разгрузка идут раз в десять быстрее. Многие изобретательские задачи возникают именно из-за стремительного увеличения размеров машин. Вот одна из таких задач.

### Задача 16.

#### ПОСЛЕ АВАРИИ

*Тяжелый транспортный самолет совершил аварийную посадку на вспаханное поле в двухстах километрах от аэродрома. Самолет разгрузили, осмотрели повреждения: трещины, вмятины, местами сорвана обшивка. Необходимо доставить самолет на аэродром, в ремонтную мастерскую. Но самолет весит свыше ста тонн. Транспортировать такую машину надо очень осторожно, чтобы не было дополнительных повреждений. Специалисты собрались на совещание. Будь самолет поменьше, все было бы просто...*

— *Что тут думать! — воскликнул студент-стажер. На совещание его никто не пригласил, но у него была идея, которую ему очень хотелось высказать. — Тут без дирижабля не обойтись. Подцепим самолет — и...*

— *Молодой человек, — грустно ска-*

зал один из специалистов, — нет дирижаблей с такой грузоподъемностью. Да и нельзя аварийный самолет поднимать в воздух. Так что — никаких дирижаблей!

И тут появился изобретатель.

— Не согласен, — сказал он. — Дирижабль нужен и не нужен. Самолет надо поднимать и не надо поднимать...

И он объяснил, как выполнить противоречивые требования. Попробуйте догадаться: что предложил изобретатель?

Машины растут быстро, но не безгранично. Они увеличиваются в десять, двадцать, сто раз... Однако наступает момент, когда дальнейший рост становится невыгодным. Тогда одна машина

объединяется с другой — возникает новая техническая система, небольшая, но имеющая резервы для роста. Вспомним историю корабля. Первые корабли приводились в движение веслами. Сначала строили корабли с одним рядом весел, потом покрупнее — с веслами в два, три, четыре ряда... В Древнем Риме однажды соорудили корабль с тридцатью рядами весел! Гребцам было трудно согласованно работать веслами. Да и сами весла стали очень тяжелыми: расстояние от верхних рядов до воды превышало двадцать метров.

А потом появились корабли весельно-парусные. Их размеры тоже увеличивались, но уже не за счет нагромождения весел. Теперь совершенствовались паруса, и постепенно весельно-парусные корабли стали парусно-весельными, а затем и чисто парусными. Начался быстрый рост парусного оснащения: увеличивали число мачт, их высоту, делали паруса шире, устанавливали дополнительные паруса между мачтами... Потом был создан парусно-паровой корабль, и всё повторилось: парусно-паровые корабли постепенно уступили место паро-парусным, а затем и чисто паровым.

Каждый раз, когда происходит объединение А и Б в систему АБ, возникает нечто принципиально новое, обладающее качествами, которых нет порознь у А и Б. Даже если система образуется по схеме  $A+A$ , все равно сумма равна не  $2A$ , а чему-то большему. Одна лодка плюс одна лодка, объединенные в систему, — это уже не две лодки, а катамаран с более высокой устойчивостью, «непереворачиваемостью».

Эта важнейшая особенность систем хорошо видна на задаче о жуке-долгоносике.

Задача 17.

### ТЕРМОМЕТР ДЛЯ ДОЛГОНОСИКОВ

Однажды собрались ученые, чтобы обсудить, как бороться с жуком-долгоносиком. И тут выяснилось, что усло-



вия существования жука изучены еще очень слабо. Никто не знал, например, какова температура тела долгоносика.

— Жучок маленький, — сказал один ученый, — обычным термометром не измеришь.

— Придется разрабатывать специальный прибор, — согласился другой. — Потеряем много времени...

И тут появился изобретатель.

— Не надо никаких новых приборов, — сказал он. — Возьмите обыкновенный...

Как вы думаете, что предложил изобретатель?



Эта задача была напечатана в «Пионерской правде», причем в текст добавили слово «стакан». Изобретатель говорил: «Возьмите обыкновенный стакан...» Половина ответов, присланных читателями, гласила: «Надо взять стакан, наполнить его водой, бросить туда долгоносика и измерить температуру обычным термометром». Разумеется, это неправильный ответ: маленький долгоносик практически не изменит температуру воды. Подвела психологическая инерция: раз есть стакан — наполним его водой, он для того и существует...

В задачах часто встречаются словолушки, наталкивающие на неверные идеи. Поэтому в теории решения изобретательских задач есть очень важное правило: из условий задачи надо обязательно убрать все специальные термины, заменив их простыми словами. Если, например, в задаче упоминается «микрометрический винт», можно заменить эти слова более простыми — «стержень, который очень точно перемещается». Исчезло слово «винт» — и сразу стало ясно, что решение не обязательно связано с «ввинчиванием».

Впрочем, об этом мы еще поговорим. Сейчас вернемся к задаче. Нужно наполнить стакан, коробку или мешочек долгоносиками и измерить температуру обыкновенным термометром. Сто долгоносиков, собранных вместе, образуют систему, обладающую новыми

свойствами. Размеры этой системы намного больше размеров отдельных ее частей, поэтому измерение температуры не представляет никаких трудностей.

В каждом выпуске бюллетеня изобретений можно встретить технические новшества, заключающиеся в том, что одинаковые или неодинаковые объекты соединяют в одну систему (запомните: это уже шестой прием в вашей коллекции). Вот, например, авторское свидетельство № 408 586: котельные агрегаты, которые раньше располагались в линию, предложено собрать в «кучу» — в один блок. Упрощается строительство, сокращается длина водоводов и пароводов, достаточно одной дымовой трубы на весь блок.

В кормохранилищах постоянно выделяется тепло, помещения приходится



## ШИВОРОТ-НАВЫВОРОТ

охлаждать. А помещения для животных, наоборот, необходимо обогревать. В авторском свидетельстве № 251 801 предложено объединить эти здания: тепло кормохранилищ будет обогревать помещения для скота.

Обратите внимание: для образования системы надо соединить объекты так, чтобы появилось новое свойство. Например, если на моторную лодку просто установить снегоход (или мотоцикл), никакого изобретения не будет. Но изобретатель, получивший в США патент № 3 935 832, сумел сэкономить один двигатель: лодка приводится в движение мотором снегохода. Это уже система.

Охотнику иногда надо иметь два ружья с разными зарядами — дробью и пулей. Но охотиться с двумя ружьями неудобно: приготовился стрелять из одного ружья, а потребовалось второе, надо менять ружья, а времени нет... Связать два ружья вместе? Когда-то так и делали. А потом догадались: в новой системе много одинаковых частей, можно их «сократить». В самом деле, зачем «связке» два приклада?! Лишние части «сократили», получилась современная двухстволка.

Еще один (очень красивый!) пример. На металлургических комбинатах отходы — золу и шлак — транспортируют водой по трубам. На внутренних стенках труб быстро образуется плотная корка, ее приходится удалять вручную. Над этим размышляли многие инженеры, но ничего не могли придумать. А другие инженеры в это время бились над задачей о сохранении труб, по которым «сплавляют» угольные отходы. Острые кусочки угля царапают металл, никак не удавалось предотвратить износ труб. Изобретатель Михаил Иванович Шарапов предложил образовать из этих труб единую систему. Сначала по трубам идут зола и шлак. На стенках образуется корка. Тогда по тем же трубам пропускают угольные отходы — они сдирают эту корку. И снова идут зола и шлак...

А теперь задача для тренировки.

Завод получил заказ на изготовление больших стеклянных фильтров в виде цилиндров диаметром один и высотой два метра. Вдоль фильтра должны были идти ровные сквозные отверстия. Посмотрели инженеры на чертеж и ахнули: в каждом фильтре нужно сделать тысячи тонких отверстий.

— Как же делать эти отверстия? — спросил главный инженер своих подчиненных. — Неужели сверлить?

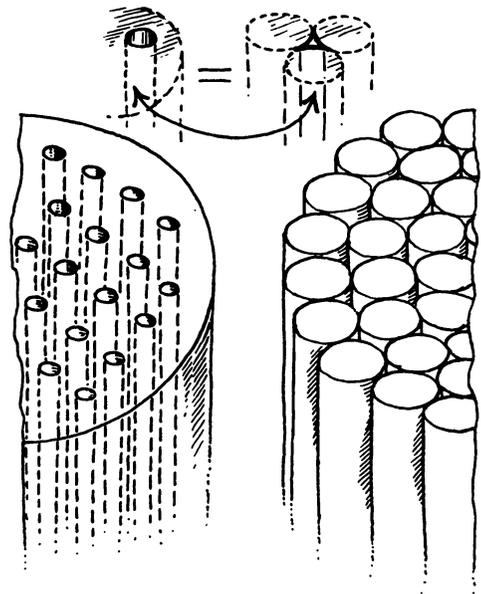
— Может, раскалить длинную иглу?.. — неуверенно произнес молодой инженер.

И тут появился изобретатель.

— Не нужно ни сверл, ни игл. Всё надо сделать шиворот-навыворот, — сказал он. — Возьмите...

Что предложил изобретатель, как вы думаете?

В задаче есть подсказка: нужно поступить наоборот. Не будем делать дырки в цилиндре, а сделаем цилиндр... из дырок. Возьмем стеклянные

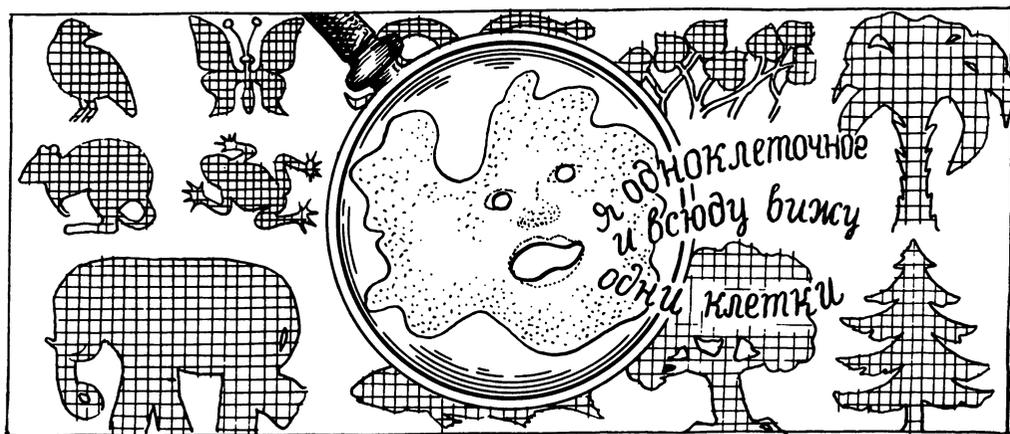


трубки, сложим их вместе — и готов цилиндр с отверстиями. Можно взять не трубки, а стеклянные стержни; сложенные вместе, они тоже образуют цилиндр с отверстиями. Сожмите рукой десяток карандашей — вот и модель фильтра. Такой фильтр не только легко изготовить — его можно быстро разобрать и собрать.

Кстати, обратите внимание: в этом изобретении сочетаются два приема.

Сплошной цилиндр заменен множеством тонких трубок — этот прием называют дроблением. А потом из трубок собрана система — прием объединения. Такие сочетания (прием и антиприем) часто используют при решении изобретательских задач. Ведь противоречие «двойное» (должно быть — не должно быть, нужно — не нужно), поэтому и ключ к такому противоречию должен быть «двойным».





## КОЕ-ЧТО О СИСТЕМАХ

Если бы амeba обладала даром речи, она могла бы сказать: «Мои предки, одноклеточные, жили на Земле еще миллиарды лет назад. И сейчас всё состоит из клеток. Дерево — это объединение клеток. Человек — тоже. Значит, продолжается эра клеток!» При всем уважении к одноклеточному собеседнику мы должны были бы возразить: «У дерева и человека есть свойства, которыми не обладают клетки. Дерево и человек — это система клеток. Так что на Земле не эра клеток, а эра систем...»

Развитие путем образования и усложнения систем — универсальный закон. В технике развитие тоже идет от «клеток» к системе. Локомотив — «клетка», железнодорожный транспорт — система. Телефонный аппарат — «клетка», телефонная сеть — система.

Войдя в систему, «клетка» работает более эффективно и быстро развивается. Но зато она зависит от системы, не может существовать без нее.

Современная техника — это техника систем. Ее «клетки» — различные устройства, приборы, машины — работают не сами по себе, а в комплексе. Поэтому вторую половину XX века всё

чаще называют веком технических систем.

Порядки в веке технических систем феодальные. Помните, как было в средние века? Вассал подчинялся сеньору, который в свою очередь был вассалом по отношению к более крупному сеньору, и т. д.

Такая же иерархия царит в мире технических систем. Электрическая лампа — «вассал» системы освещения в автомобиле. Но у системы освещения свой «сеньор» — система электрооборудования, которая тоже входит в «вышестоящую» систему под названием «автомобиль». А сеньор Автомобиль — «вассал» большой системы Авто-транспорт, включающей миллионы автомашин, гигантскую сеть дорог, станции заправки, ремонтные мастерские.

Каждая техническая система имеет «сеньора» — надсистему. И своих «вассалов» — подсистемы. Любое изменение системы отражается на подсистемах и надсистемах. Технические противоречия и возникают из-за того, что кто-то забывает об этом: один из «вассалов» вдруг получает преимущества за счет другого или за счет «сеньора». Поэтому необходимо учитывать не

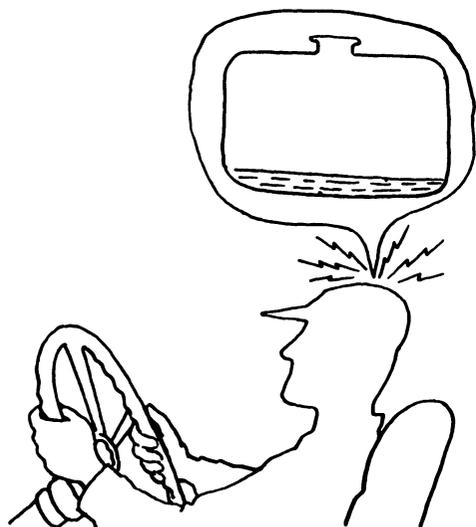
только «интересы» системы, данной в условиях задачи, но и «интересы» надсистемы и подсистем.

Возьмем конкретную задачу и посмотрим, как надо учитывать «феодалные интересы».

### *Задача 19.*

## **ОБОЙДЕМСЯ БЕЗ ТЕЛЕПАТИИ**

*Однажды на шоссе остановилась новенькая «Волга». Шофер сконфуженно объяснил пассажиру:*



*— Вот беда, бензин кончился. Забыл, понимаете, посмотреть на прибор.*

*— Бывает, — сочувственно отозвался пассажир. — Да и ненадежны эти приборы. Иногда стрелка еще далеко от нуля, а в баке пусто. Вот если бы бак телепатически передавал водителю, что бензин на исходе...*

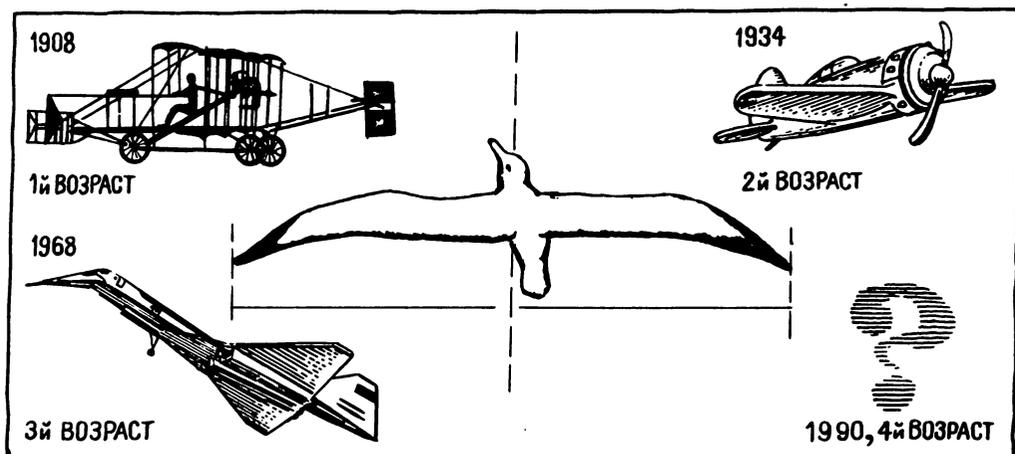
*И тут появился изобретатель.*

*— Обойдемся без телепатии, — сказал он. — Есть идея...*

*Что же предложил изобретатель?*

Приступим к анализу. Надсистема — автомобиль. Наше предложение не должно затронуть «интересы» автомобиля. А «интерес» у автомобиля простой: чтобы не было никаких переделок. Это типичный «интерес» для всех надсистем, если задача не связана с коренной их перестройкой или заменой. Учтем этот «интерес». Есть «интересы» и у подсистем. В систему сигнализации входят четыре подсистемы: бензин, бензобак, то, что «сигналит» («икс», который надо найти), и голова водителя. Ну, голову сразу оставим в покое: любая идея, требующая хотя бы минимальной «переделки» головы, заведомо не пойдет. Бензин тоже можно не рассматривать. Рассмотрим предельный случай: бензина нет (или почти нет) — и тут возникает сигнал. Остаются две подсистемы: «икс» и бензобак. У бензобака простой «интерес»: чтобы его не меняли, не перестраивали, не переделывали. Выходит, «икс» должен быть почти равен нулю. В противном случае придется переделывать либо бензин, либо автомобиль. Например, «икс» никак не может быть рентгеновской установкой: это означало бы недопустимое усложнение автомобиля.

Сейчас требования к подсистемам, системе и надсистеме настолько прояснились, что можно определить «икс» с математической точностью. Чуть позже я покажу, как это делается. А пока подумайте сами. Пустой бак (или почти пустой) должен создавать сигнал в голове водителя. Когда в баке есть бензин, сигнала не должно быть. И помочь в этом должен некий «икс», настолько небольшой, что ни автомобиль (надсистема), ни бензин (подсистема) практически не изменятся от введения этого «икса».



## ЧЕТЫРЕ ВОЗРАСТА СИСТЕМ

Каждая новая техническая система сдает экзамен. Принимает экзамен очень строгая «комиссия» — жизнь, практика. «Комиссия» придирчиво спрашивает: «Что это такое? Ах, двигатель! Посмотрим, как он работает в этой системе... Что ж, удовлетворительно, ставим тройку. А это что такое? Передача от двигателя к рабочему органу? Прекрасная передача, запишем пятерку. А где органы управления? Как, всего две кнопки?! А если изменились условия работы? А если авария? Придется поставить двойку...»

Правило у «комиссии» такое: проходят только те системы, у которых нет двоек. Есть ли пятерки и четверки, много ли набрано баллов — все это не имеет значения. Нужно только, чтобы подсистемы умели работать коллективно, пусть даже на тройку. Как ни странно, почти все современные технические системы были вначале троечниками. У первого парохода была очень слабая и невероятно прожорливая паровая машина, передача от двигателя к гребням колес съедала значительную часть энергии, да и сами колеса работали неважно. Но и в таком виде система подавала великие надежды, потому что сочетание было удачным,

все части работали пусть неумело, но дружно.

Техническая система — как ансамбль музыкантов, как спортивная команда — хороша только тогда, когда все части играют согласованно, слаженно, подыгрывая друг другу. Поэтому усилия изобретателей сначала направлены на то, чтобы найти «формулу системы» — удачное сочетание частей. Это первый этап в жизни системы.

А всего этапов четыре, и на каждом этапе свои задачи и свои приемы решения задач.

Рассмотрим эти этапы на истории самолета.

Лет сто назад, на первом этапе, изобретателей волновал вопрос: что такое летательный аппарат? Из каких частей он должен состоять? Крылья плюс двигатель или крылья без двигателей (планер)? Какие крылья — неподвижные или машущие? Какой двигатель — мускульный, паровой, электрический или внутреннего сгорания?..

Наконец «формула самолета» была найдена: неподвижные крылья плюс двигатель внутреннего сгорания.

Начался второй этап развития системы — «исправление троек». Изобретатели совершенствовали отдельные

части, искали наилучшую форму и наиболее выгодное их расположение, подбирали лучшие материалы, размеры и т. д. Сколько должно быть крыльев — триплан, биплан, полутораплан или моноплан? Где поместить рули — спереди или сзади? Где расположить моторы? Какие взять винты — тянущие или толкающие? Сколько колес должно быть у шасси?.. В конце второго этапа самолет приобрел знакомый нам вид.

И тут же начал терять его, потому что третий этап — это динамизация системы: части, которые были жестко соединены между собой, стали соединяться гибко, подвижно. Изобрели убирающиеся шасси и крылья, меняющие свои форму и площадь. У самолета появился подвижный нос (вспомните Ту-144). Испытатели подняли в воздух машины вертикального взлета с поворотными моторами. Были запатентованы «разрезные» самолеты: корпус делится на части, каждую из которых можно быстро разгрузить и загрузить...

Четвертый этап — переход к саморазвивающимся системам — еще не наступил, но о нем можно судить по ракетно-космическим аппаратам, умеющим перестраиваться в процессе работы: сбрасывать отработанные ступени, на орбите раскрывать крылья с солнечными батареями, отделять спускаемый аппарат... Конечно, это только первые шаги в создании систем, способных развиваться на ходу, в процессе работы. Совершенные саморазвивающиеся корабли, меняющиеся в зависимости от внешних условий, существуют пока только в фантастических романах.

Итак, запомним четыре этапа:

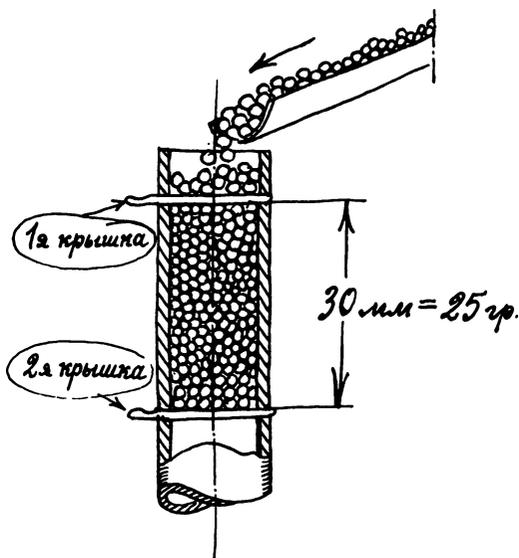
- подбор частей для образования системы;
- совершенствование этих частей;
- динамизация;
- переход к саморазвивающимся системам.

Вы вправе спросить: а что нам дает знание этих четырех этапов? Давайте

посмотрим на конкретном примере.

Давным-давно были придуманы дозаторы для мелких предметов — стальных шариков и роликов, гвоздей, винтиков и т. д. Устроены дозаторы просто: воронка и трубка с двумя заслонками. В воронку насыпают шарики. Открывают верхнюю заслонку, шарики проходят в трубку — до закрытой нижней заслонки. Потом закрывают верхнюю заслонку и открывают нижнюю. Из дозатора высыпает порция шариков. Объем порции равен объему трубки между заслонками.

Простенькая система, но все-таки система. В 1967 году ее усовершенствовали. Три изобретателя получили авторское свидетельство на дозатор, в котором механические заслонки были заменены электромагнитными. Выключим верхний магнит — шарики пойдут вниз по трубке до нижнего включенного магнита. Включим верхний



магнит и выключим нижний: из дозатора выпадет порция шариков.

А теперь задача: сделайте изобретение, улучшающее этот дозатор.

Не зная законов развития технических систем, можно растеряться: ведь в задаче даже не сказано, что плох

магнитный дозатор. Но вы легко справитесь с задачей. Дана система, находящаяся на втором этапе развития. Следующее изобретение должно перевести систему на третий этап, придать ей динамичность. Магниты расположены неподвижно относительно друг друга. Сделаем их подвижными. Теперь, меняя расстояние между магнитами, можно менять величину дозы, отмеряемой прибором. У дозатора появилось новое и полезное качество!

Дозатор с подвижными магнитами (авторское свидетельство № 312810) изобретен через пять лет после появления магнитного дозатора. А ведь его можно было создать буквально через минуту после того, как придумали магнитный дозатор. Пять потерянных лет... Может быть, не такая уж большая потеря времени. Но ведь подобных случаев тысячи и тысячи!

Кстати, «сделать систему более динамичной» — еще один (восьмой) прием.

#### Задача 20.

### КАТАМАРАН — НЕ КАТАМАРАН

На судоремонтном заводе спустили на воду новый речной теплоход-катамаран.

— Красивый корабль, — сказал старый мастер.

— Красивый, — согласился стоявший рядом инженер. — А главное — устойчивый. Он ведь будет ходить по смешанным маршрутам: часть пути — по морю, часть — по реке. На реке то спокойно, а вот в море...

И тут появился изобретатель.

— Корабль хороший, спору нет, сказал он. — Но все-таки необходимо еще одно усовершенствование: нужен корабль, который катамаран и не катамаран...

Как вы считаете, о каком усовершенствовании говорил изобретатель?

Решая эту задачу, помните, что

система «речной катамаран» входит в надсистему «речной транспорт». Значит, катамаран должен учитывать «интересы» надсистемы и составляющих ее систем.

А теперь особая задача. От других задач она отличается тем, что, решая ее, можно не только выйти на идею уже сделанного изобретения, но и получить нечто совершенно новое. Иными словами, это уже не учебная, а реальная изобретательская задача. Не спешите с ответом! Подумайте, найдите интересное решение, постарайтесь его развить.

#### Задача 21.

### ЗАКОН ЕСТЬ ЗАКОН

Однажды директор фабрики игрушек пригласил на совещание своих инженеров и спросил:

— Можно изобрести ваньку-встаньку?

Инженеры ответили, что неваляшки и ваньки встаньки давно изобретены.

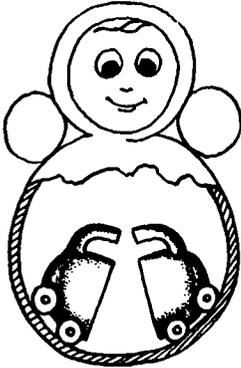
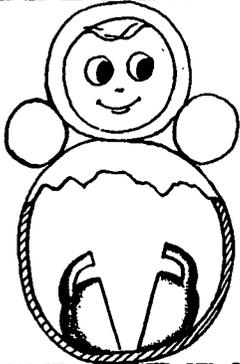
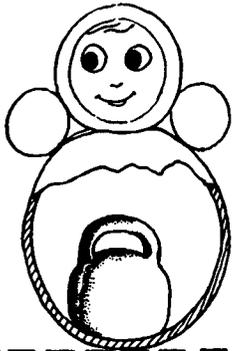
Что тут придумаешь нового? Очень уж просто устроена игрушка: корпус фигурки имеет круглое основание, а внутри корпуса — в нижней его части — укреплен груз (рис. 1). Если положить ваньку-встаньку набок, он поднимется и будет долго раскачиваться из стороны в сторону.

— Предельно просто, — сказал самый молодой инженер. — Тут ни убавить, ни прибавить.

— А изобретатель Зайцев все таки придумал нового ваньку-встаньку, — возразил директор. — Вот, полюбуйтесь: ванька встанька по авторскому свидетельству № 645661.

Инженеры склонились над игрушкой. Внешне она ничем не отличалась от обычной. Хитрость заключалась в том, что груз свободно перемещался по стержню (рис. 2). Игрушка могла раскачиваться «вверх ногами», ее можно было положить «спать».

Закон увеличения динамичности, — задумчиво произнес главный ин



женер. — Части машины сначала соединены между собой жестко, неподвижно. А потом изобретатели придумывают соединения подвижные, гибкие. Игрушка — машина, хотя и очень простая. Следовательно, развитие игрушки подчинено общим законам. Вот увидите, кто-нибудь догадается разделить грузик в ваньке-встаньке на части, сделать эти части подвижными...

— Уже догадались, — сказал директор. — Ванька-встанька изобретателя Литвиненко (авторское свидетельство № 676 290).

Он поставил на стол еще одну игрушку, качнул ее.

Ванька-встанька раскачивался необычно: частота колебаний все время менялась.

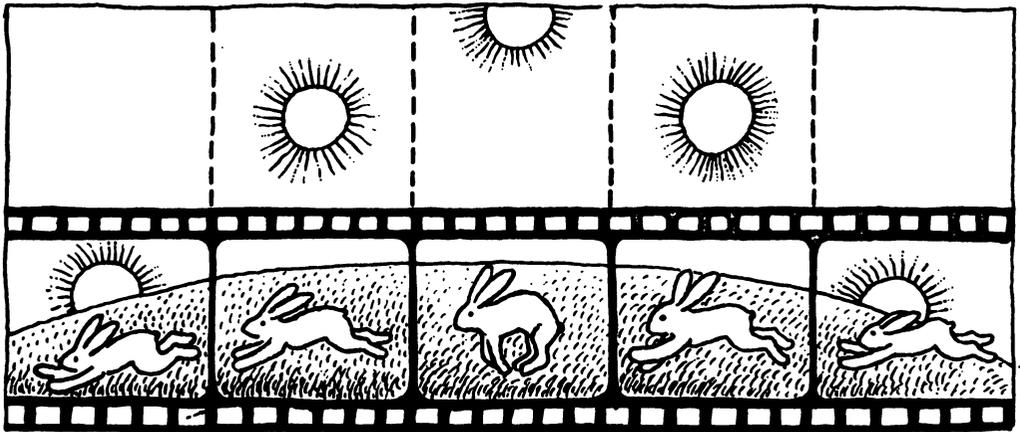
— Так и есть, — усмехнулся главный инженер, раскрывая корпус игрушки. — Груз раздроблен, частицы сделаны подвижными — как в песочных часах (рис. 3). Песок пересыпается, благодаря этому изменяется частота колебаний.

— И всё это на другой фабрике! — воскликнул директор. — Неужели мы ничего не можем придумать? Вы говорите, есть закон увеличения динамичности. Хорошо! Используйте этот закон. Придумайте ваньку-встаньку, который был бы еще динамичнее.

И тут появился изобретатель.

— Закон есть закон, — сказал он. — Игрушку можно сделать динамичнее. Я предлагаю...

А что предложите вы?



## ФЕПОЛЬ ИЗ РОДА ВЕПОЛЕЙ

А теперь одна из самых трудных задач. Впрочем, вы уже не раз видели, что трудная задача трудна только до тех пор, пока мы не знаем законов развития технических систем.

### Задача 22.

#### ПОЛИГОН-УНИВЕРСАЛ

На заводе, выпускавшем сельскохозяйственные машины, был небольшой полигон — участок земли, обнесенный забором. На полигоне испытывали новые конструкции машин: как они трогаются с места, как разворачиваются. И вот стало известно, что в ближайшее время заводу предстоит выпускать машины для многих стран, причем каждой из этих стран нужны машины, рассчитанные на разные почвы.

— Нужно сто сорок полигонов, — сказал директор инженерам, собравшимся у него в кабинете. — Где мы возьмем столько места?!

— И столько денег, — добавил главный бухгалтер. — Нет, это просто нереально — строить сто сорок полигонов! Положение безвыходное...

И тут появился изобретатель.

— *Безвыходных положений нет!* — воскликнул он. — *Один универсальный полигон может заменить сто сорок. Для этого нужно...*

*Что для этого нужно — как вы думаете?*

Надеюсь, вы не станете предлагать: разделить один полигон на сто сорок мелких (заводской полигон очень невелик);

возить машины для испытаний в разные страны (каждую новую машину приходится испытывать десятки раз; представляете, какие потребуются расходы?);

менять почву на полигоне так, как меняют арену в цирке (сто сорок передвижных «арен» — это гигантское сооружение);

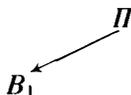
замораживать и размораживать почву (это слишком медленно);

вывозить и привозить разные виды грунта (это медленно и очень дорого)...

Подобные идеи дают выигрыш в чем-то одном. Но ведут к проигрышу в другом. А нам надо преодолеть техническое противоречие: научиться менять свойства почвы на полигоне, не расплачиваясь за это недопустимым

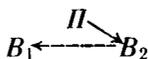
усложнением, удорожанием, увеличением полигона.

Давайте, прежде всего, запишем условия задачи. Что дано? Дана почва, обозначим ее буквой  $V_1$  (вещество). Нужно научиться управлять свойствами  $V_1$ , действуя на  $V_1$  какими-то силами. Обозначим эти силы буквой  $\Pi$  (поле сил). Получается такая схема:



Полей в физике известно четыре: гравитационное, электромагнитное (в частности, электрическое и магнитное поля) и два поля ядерные — так называемые слабые и сильные взаимодействия. В технике применяют еще и термины «тепловое поле», «механическое поле». Итак, шесть полей. Сразу отбросим ядерные поля: нам ведь нужно очень простое решение задачи. Отбросим и гравитационное поле: управлять силой тяжести наука пока не научилась.

Остаются три поля. Теперь понятно, почему задача трудная. Почва не отзывается на действие электромагнитных сил и очень неохотно отзывается на действие механического и теплового полей. Отчетливо видно физическое противоречие: поле  $\Pi$  должно действовать на вещество  $V_1$  — этого требуют условия задачи — и поле  $\Pi$  не должно действовать на вещество  $V_1$ , ибо имеющиеся в нашем распоряжении поля плохо управляют свойствами данного вещества. Такое противоречие встречается во многих задачах. И преодолевают его всегда одним и тем же путем. Если нельзя обеспечить прямое действие  $\Pi$  на  $V_1$ , надо пойти в обход. Пусть поле  $\Pi$  действует на вещество  $V_1$  через какое-то другое вещество  $V_2$ , которое хорошо отзывается на действие того или иного поля:



Действие есть (в обход), и действия (прямого) нет...

Допустим, мы решили использовать магнитное поле. Каким в этом случае должно быть вещество  $V_2$ ? Ответ очевиден: надо взять ферромагнитное вещество, скажем железный порошок, который легко смешивается с  $V_1$ . Намагнитенные частицы притягиваются друг к другу. Чем сильнее магнитное поле, тем больше и силы притяжения. Смесь «почва плюс ферромагнитный порошок» в сильном магнитном поле может приобрести прочность гранита. И может быть рыхлой и подвижной, как песок в пустыне...

Итак, если в какое-то вещество добавить железный порошок, то с помощью магнитного поля можно легко менять свойства этого вещества, управлять им — сжимать, растягивать, изгибать, перемещать и т. д. Теперь у вас кроме восьми приемов еще два комплекса приемов: сочетание «раздробить-объединить» и сочетание «добавить магнитный порошок и действовать магнитным полем». Причем это последнее сочетание обладает исключительной силой. Вот несколько примеров.

Танкеры иногда сбрасывают в океан воду, загрязненную нефтью. За это полагается крупный штраф, но как доказать, что нефть сброшена именно с данного корабля? Недавно был предложен остроумный способ. При погрузке в нефть добавляют мельчайшие магнитные частицы (для каждого корабля — частицы с определенными магнитными свойствами). Обнаружив в океане нефтяное пятно, патрульный корабль берет пробу нефти и по магнитным меткам легко находит виновного в загрязнении воды.

При изготовлении древесностружечных плит желательнее, чтобы продолговатые стружки располагались не как попало, а по длине плиты — это повышает ее прочность. Но как это сделать? Ведь не будешь поворачивать каждую стружку вручную... Изобретатель предложил использовать магнитный порошок. Частицы порошка прочно сцепляются в каждую стружку, а

магнит поворачивает стружки так, как нужно.

Можно заставить магнитный порошок прицепиться и к волокнам хлопка. Это намного упростит пряжение и ткачество, волокна будут подчиняться действию магнитных полей. Потом частицы порошка нетрудно смыть: качество ткани не ухудшится.

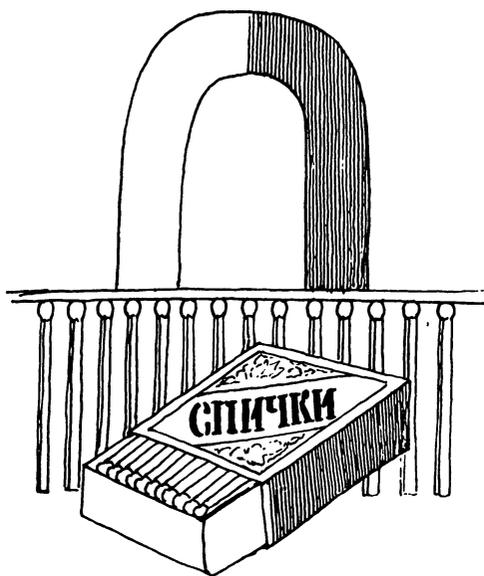
Если добавить магнитные частицы в состав, из которого делают головки спичек, получатся «омагниченные» спички — их легко укладывать в коробки. Вообще, добавка магнитных частиц в любое изделие часто помогает автоматизировать укладку.

А теперь очень легкая задача. Собственно, она несколько не легче задачи об испытательном полигоне. Но вы должны решить задачу без всяких затруднений.

### Задача 23.

#### НУ, ЗАЯЦ, ПОГОДИ!

Для съемки мультфильма делают множество рисунков. В каждом метре киноплёнки — 52 рисунка, а в десяти-минутном фильме — свыше 15 000! На



одной киностудии решили снять контурный фильм. Снимают контурный фильм так. На фанерном щите художник выкладывает рисунок цветным шнуром. Оператор снимает кадр, художник передвигает шнур, снова оператор снимает кадр и так далее. Все-таки проще передвигать шнур, чем делать целый рисунок.

— Ох, медленно идет дело, — сказал оператор.

— Медленно, — согласился художник, подправляя изображение зайца. — Чтобы этот зайчик пробежал по экрану, мы потратим рабочий день, не меньше. И тут появился изобретатель.

— Ну, заяц, погоди! — решительно сказал он. — Мы тебя расшевелим...

Как вы думаете, что предложил изобретатель?

«Триумвират», включающий вещество, ферромагнитный порошок и магнитное поле, получил название феполь (от слов «ферромагнитный порошок» и «поле»). Но ведь такие «триумвираты» можно строить и с другими полями. Вспомните хотя бы задачу 15 — об упрямой пружине. Наверное, вы догадались, что пружину надо «упрямить» в лед, а для этого составить «триумвират» из теплового поля  $\Pi$ , пружины  $V_1$  и льда  $V_2$ :

$$V_1 \leftarrow \overset{\Pi}{\text{-----}} \rightarrow V_2$$

Управлять пружинной непосредственно очень неудобно — в этом суть задачи. Управляют ею, намораживая и размораживая лед (лучше всего сухой лед, чтобы при таянии не было воды).

В задаче 9 об укрупнении капель жидкости дано одно вещество — капли. Можно сразу сказать: для решения задачи понадобится еще одно вещество и поле. В простейшем случае можно добавить в жидкость ферромагнитные частицы и управлять «слипанием» капель с помощью магнитного поля.

А если нельзя добавлять в жидкость никаких посторонних частиц?

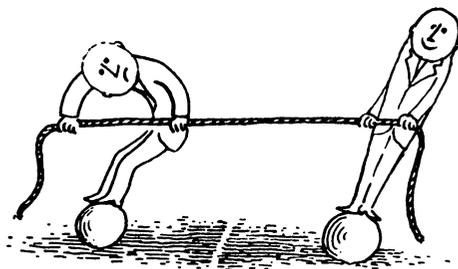
Возникает противоречие: второе ве

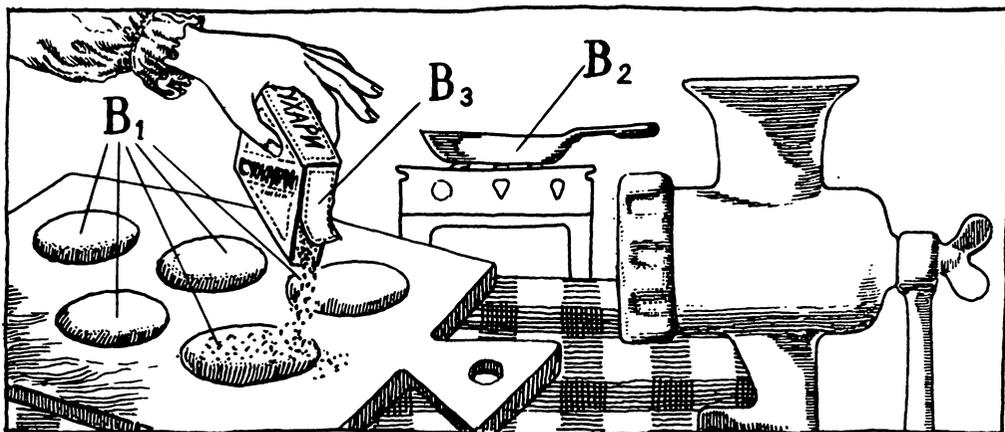
щество должно быть — и второго вещества не должно быть. Разделим поток на две части, зарядим одну из них положительно, другую — отрицательно. Противоречие устранено! У нас одно вещество, мы не добавляли других веществ — и все-таки у нас как бы два разных вещества... Система из двух веществ и электрического поля построена, задача решена: разноименно заряженные капли будут слипаться. Такой системой легко управлять, увеличивая или уменьшая величину зарядов.

«Триумvirаты» с любыми полями (не только магнитными) условно названы «веполями» (от слов «вещество» и «поле»). Так что феполь — частный случай веполя. Как прямоуголь-

ный треугольник — частный (хотя и очень важный) случай треугольника вообще.

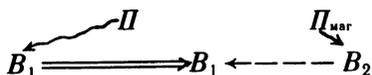
Я не случайно сравнил веполи с треугольниками. Понятие «веполь» играет в теории решения изобретательских задач столь же важную роль, как и понятие «треугольник» в математике. Треугольник — минимальная геометрическая фигура. Любую сложную фигуру можно разбить на треугольники. И если мы умеем решать задачи с треугольниками, мы осилим задачи с любыми другими фигурами. Так и в технике: если мы умеем решать задачи «на веполь», то справимся и с задачами, связанными со сложными техническими системами.





## АЗБУКА ВЕПОЛЬНОГО АНАЛИЗА

Вепольные формулы можно сравнить с формулами химическими. Вот, например, запись «реакции», дающей ответ на задачу 22:

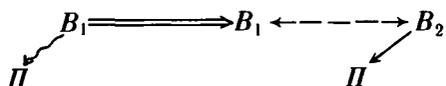


Волнистая стрелка означает «действует неудовлетворительно», двойная стрелка — «надо перейти к системе». Пунктирная стрелка — «надо ввести действие».

Как строить и преобразовывать веполь — это обширный раздел теории решения изобретательских задач, получивший название вепольного анализа. Нам пока достаточно знать несколько простых правил.

**Правило первое:** если в задаче дана часть веполья, для решения нужно достроить веполь.

Разберем, например, задачу о бензобаке. Дано вещество  $B_1$  (пустой бак), неумеющее подавать сигнал о своем состоянии. Руководствуясь первым правилом, можно сразу записать решение задачи:

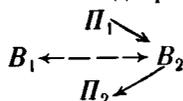


Обратите внимание: поля, которые действуют на вещества, мы записываем сверху, над строчкой; поля, которые создаются веществами и «выходят наружу», — под строчкой.

Итак, в вепольной форме задача решена. Остается уточнить, что такое  $B_2$  и  $\Pi$ . Поле должно действовать на человека; значит, оно может быть электромагнитным (оптическим), механическим (звуковым) или тепловым. Оптическое поле неудобно: дополнительные оптические сигналы будут отвлекать водителя. Еще неудобнее сигналы тепловые. А звуковые? Теперь понятна роль  $B_2$ . Это вещество, когда бак пустеет, должно взаимодействовать с ним, создавая звуковой сигнал. Задача решена! Бросим в бак какой-нибудь поплавок. Пока в баке есть бензин, поплавок плавает «молча» (боковые стороны поплавка должны быть мягкими, чтобы поплавок не стучал о стенки бака).

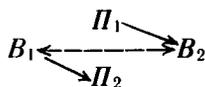
Как только горючего станет мало, поплавок застучит о дно бака, и водитель услышит сильный посторонний звук.

Получившуюся вепольную систему можно записать в виде ромба:

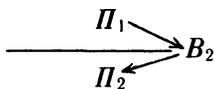




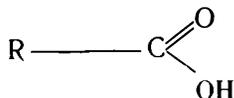
Или точнее:



Механическое поле  $P_1$  (сила тряски) действует на поплавок  $V_2$ , который взаимодействует с баком  $V_1$ , и благодаря этому получается звуковое поле  $P_2$ . Очень многие задачи на измерение и обнаружение решаются присоединением к веществу, которое дано по условиям задачи, «вепольной приставки»:

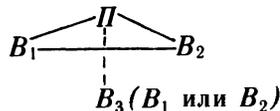


Эта приставка так же типична для решения «измерительных» и «обнаружительных» задач, как присоединение группы  $COOH$  к радикалу  $R$  в формулах органических кислот:



$R$  может быть разным, но каждая органическая кислота, как известно, содержит группу  $COOH$ .

Теперь о втором правиле вепольного анализа. Суть его такова: если по условиям задачи дан ненужный веполь, то для его разрушения следует ввести между веществами  $V_1$  и  $V_2$  вещество  $V_3$ , являющееся видоизменением  $V_1$  или  $V_2$ . Это можно записать схемой:



Разрушить веполь можно по-разному. Изменить  $P$ ,  $V_1$  или  $V_2$ . Убрать  $P$ . Убрать  $V_1$  или  $V_2$ . Ввести  $P_2$ . Ввести  $V_3$ . Последнее проще всего. Но обычно по условиям задачи вводить  $V_3$  нельзя. Возникает противоречие: надо вводить  $V_3$  и нельзя вводить  $V_3$ . И вот правило указывает «хитрый» обходной путь — введем  $V_3$ , но пусть это будет одно из имеющихся веществ, только слегка видоизмененное. Тогда противоречие легко преодолевается:  $V_3$  есть — и  $V_3$  как бы нет.

Поясним это правило примером. Многие электростанции работают на угле. Привозят уголь в железнодорожных вагонах и высыпают в громадные бункеры — железобетонные воронки. Под воронками установлены шнековые транспортеры — нечто вроде мясорубок. Правда, шнеки не рубят уголь, а только подгребают к трубопроводу. Дальше уголь самотеком идет по наклонным трубам к шаровой мельнице. Это громадный вращающийся цилиндр, внутри которого перекатываются тяжелые стальные шары. Уголь перемалывается в крошку, в пыль. Поток воздуха несет перемолотый уголь в сепаратор, где пыль отделяется и идет в топку, а крошка возвращается в мельницу на вторичный помол. Система, в общем, простая и надежная... если уголь не слишком влажный. Ну а влажный уголь поступает в бункеры довольно часто. И вот тут начинаются мучения. Уголь зацепляет шнеки, липнет к стенкам труб, к горловине мельницы... Потом, в мельнице, лишняя вода отжимается, отделяется, но до того,

как попасть в мельницу, мокрый уголь причиняет массу хлопот.

Многие изобретатели в разных странах пытались перехитрить мокрый уголь. Подсушивали его, меняли форму труб, трясли трубы... Мелкий уголь — вещество опасное. При экспериментах он не раз воспламенялся, случались пожары и взрывы. Наконец, американцы запатентовали фторопластовое покрытие труб. Стоило такое покрытие дорого, но, казалось, задача решена, хотя и дорогой ценой. Однако вскоре выяснилось: уголь быстро сдирает фторопластовое покрытие.

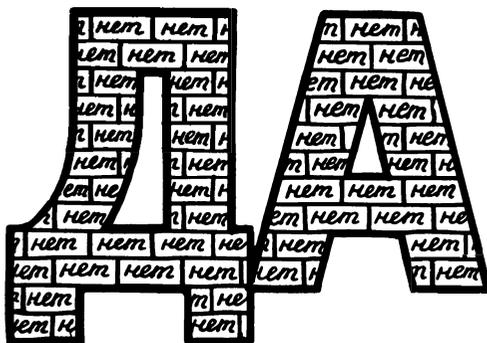
Фраза «мокрый уголь прилипает к стенке трубы» на языке вепольного анализа звучит так: «Дан ненужный веполь — два вещества и поле механических сил сцепления». Фторопласт — это  $B_3$ , притом совершенно постороннее  $B_3$ . Правило нарушено! Как вы, наверное, догадались,  $B_3$  нужно сделать не из фторопласта, а из видоизмененного металла или, что, проще, видоизмененного угля.  $B_1$  — мокрый уголь. Значит, роль  $B_3$  может играть сухой уголь. Даже тонкий слой сухого угля между стенками трубы и мокрым углем сразу предотвратит прилипание. (Обсыпая сырые котлеты измельченными сухарями, хозяйка, сама того не подозревая,

использует правило вепольного анализа.) Подсушенную в воздушном потоке крошку угля, возвращающуюся в мельницу, отвели к шнекам. Предельно простое изменение, но задача блестяще решена!

Обратите внимание: в задачах о каплях жидкости и о мокром угле есть нечто общее, хотя в первом случае нужно построить веполь, а во втором — разрушить. В обеих задачах требуется ввести вещество и нельзя (нежелательно, трудно) его вводить. Это противоречие преодолевается тем, что в качестве вводимого вещества используют имеющееся вещество, немного его изменив.

Возникает парадоксальная ситуация: нового вещества нет (мы используем имеющееся) — и новое вещество есть (мы в чем-то изменили имеющееся вещество).

Обычное мышление оперирует простой логикой: «да» значит «да», «нет» значит «нет», «черное» — это «черное», «белое» — это «белое» и т. д. Теория решения изобретательских задач вырабатывает другой стиль мышления, опирающийся на диалектическую логику: «да» и «нет» могут сосуществовать в «да — нет», «черное» может быть и «белым»...





## ПОПРОБУЙТЕ СВОИ СИЛЫ

Напомню приемы, с которыми мы познакомились в этой главе:

6. Соединить объекты в единую систему.

7. Разделить объекты (или систему) на части.

8. Сделать систему динамичной, меняющейся.

9. Добавить ферромагнитный порошок и действовать магнитным полем.

Узнали вы и правила вепольного анализа: о достройке и разрушении веполей и о том, как вводить вещества, если вводить их нельзя...

Теперь остается потренироваться. Вот несколько задач. Учтите: при решении надо пользоваться приемами и правилами. Отвыкайте искать решение вслепую, наугад перебирая варианты.

### Задача 24.

#### ВСЕМ ШТОРМАМ НАЗЛО

В море, неподалеку от берега, работал земснаряд: углублял дно, расчищал путь кораблям. Грунт, поднятый со дна моря, смешивался с морской водой и по трубам перекачивался на пять километров. За земснарядом огромным хвостом, изгибающимся на

волнах, плыли трубы. На плаву их держали пустые железные бочки-понтонны.

— Получено штормовое предупреждение, — сказал начальник смены. — Надо прекращать работу. Придется отсоединять «хвост», вести его в укрытие. А потом снова присоединять. Считай, сутки потеряем.

— Что поделаешь, — пожал плечами механик. — Если шторм порвет трубы, будет хуже.

И тут появился изобретатель.

— Можно работать всем штормам назло, — сказал он. — Просто система «труба — понтонны» должна стать...

Какой должна стать эта система и как она будет работать при шторме?

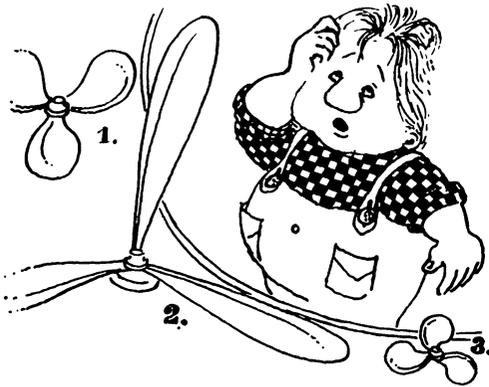


## Задача 25. ВИНТ ДЛЯ КАРЛСОНА

Однажды директор «Детского мира» приехал на фабрику игрушек и сказал главному инженеру:

— Покупатели спрашивают Карлсона, а такой куклы нет. Каждый день слезы... Выручайте!

— У нас два образца кукол, — ответил ему главный инженер. — Вот смотрите...



Одна кукла была точь-в-точь такой, как рисуют в книжках, но не летала. У другой за спиной был большой винт — намного больше, чем сам Карлсон. Кукла не могла стоять, но зато ее можно было запускать — как игрушечный вертолет.

— Плохо, — вздохнул директор. — Одна кукла похожа, но не летает. Другая летает, но совсем не похожа: какая-то ветряная мельница, а не Карлсон...

— Техническое противоречие, — развел руками инженер. — Сделаешь маленький винт, Карлсон не полетит, не хватит силы у винта. А большой винт портит внешний вид, кукла на ногах не стоит. Просто не знаю, как быть...

И тут, конечно, появился изобретатель.

— Перейдем к физическому противоречию, — сказал он. — Винт должен быть большим и винт не должен быть

большим. Ясное дело: надо воспользоваться приемом...

Каким приемом и как воспользоваться?

## Задача 26. ДЕСЯТЬ ТЫСЯЧ ПИРАМИДОК

В одной лаборатории разрабатывали новый алмазный инструмент для шлифования. Инструмент получался отличный, но изготавливать его было очень сложно. Крохотные алмазные зерна, имевшие форму пирамидок, приходилось вручную укладывать вершиной вверх.

— Десять тысяч пирамидок — и все вручную, — возмущались лаборанты. — Почему никто не подумал, как механизировать эту работу?

— Думали, — ответил заведующий лабораторией. — Да только ничего нового не придумали.

И тут появился изобретатель.

— Красивая задачка, — сказал он. — Нужно вспомнить прием...

Какой прием нужно вспомнить? Как механизировать укладку алмазных зерен?

## Задача 27. ПОЧТИ ПРЕКРАСНАЯ МАШИНА

На выставке инженер объяснял посетителям:



Раньше фрукты укладывали в ящики и коробки вручную, а теперь это делает машина. Видите, конвейер подает пустую коробку на стол. Фрукты скатываются сверху по лотку. Электромотор заставляет стол вибрировать, чтобы фрукты укладывались плотнее. Прекрасная машина, но... Есть у нее недостаток: падая в коробку, фрукты ударяются друг о друга и от этого портятся.

Можно опустить лоток, по которому скатываются фрукты, прямо к дну коробки, предложил один из посетителей.

— Можно, конечно, вздохнул инженер. Но по мере наполнения коробки придется его поднимать. Значит, нужна автоматическая система, которая будет следить за наполнением тары и поднимать лоток. Машина усложнится. Опускать коробку? Еще сложнее...

И тут появился изобретатель.

Один апельсин ударяется о другой, сказал он. Задача на разрушение веполя. Возьмите...

И он объяснил, как сделать, чтобы при падении в коробку не бились даже самые нежные фрукты.

А что предложите вы?

Задача 28.  
«ТАКОГО ФОНТАНА  
НИГДЕ НЕТ...»

В одном городе решили соорудить фонтан.

Объявили конкурс, рассмотрели проекты, представленные разными архитекторами.

Ничего оригинального!

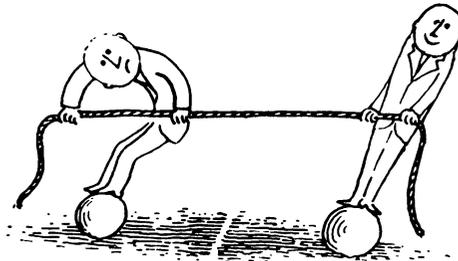
— Всё это уже было, — грустно сказал председатель жюри. — Хотелось, чтобы наш фонтан отличался от всех фонтанов мира.

— А что тут придумаешь? — развел руками член жюри. — Фонтаны строят издавна. А принцип один и тот же — перекрещивающиеся струи. Вот в одном проекте предложено зажечь внутри струи огонь. Тоже не ново! Уже есть фонтаны с огнем, светом, цветомузыкой...

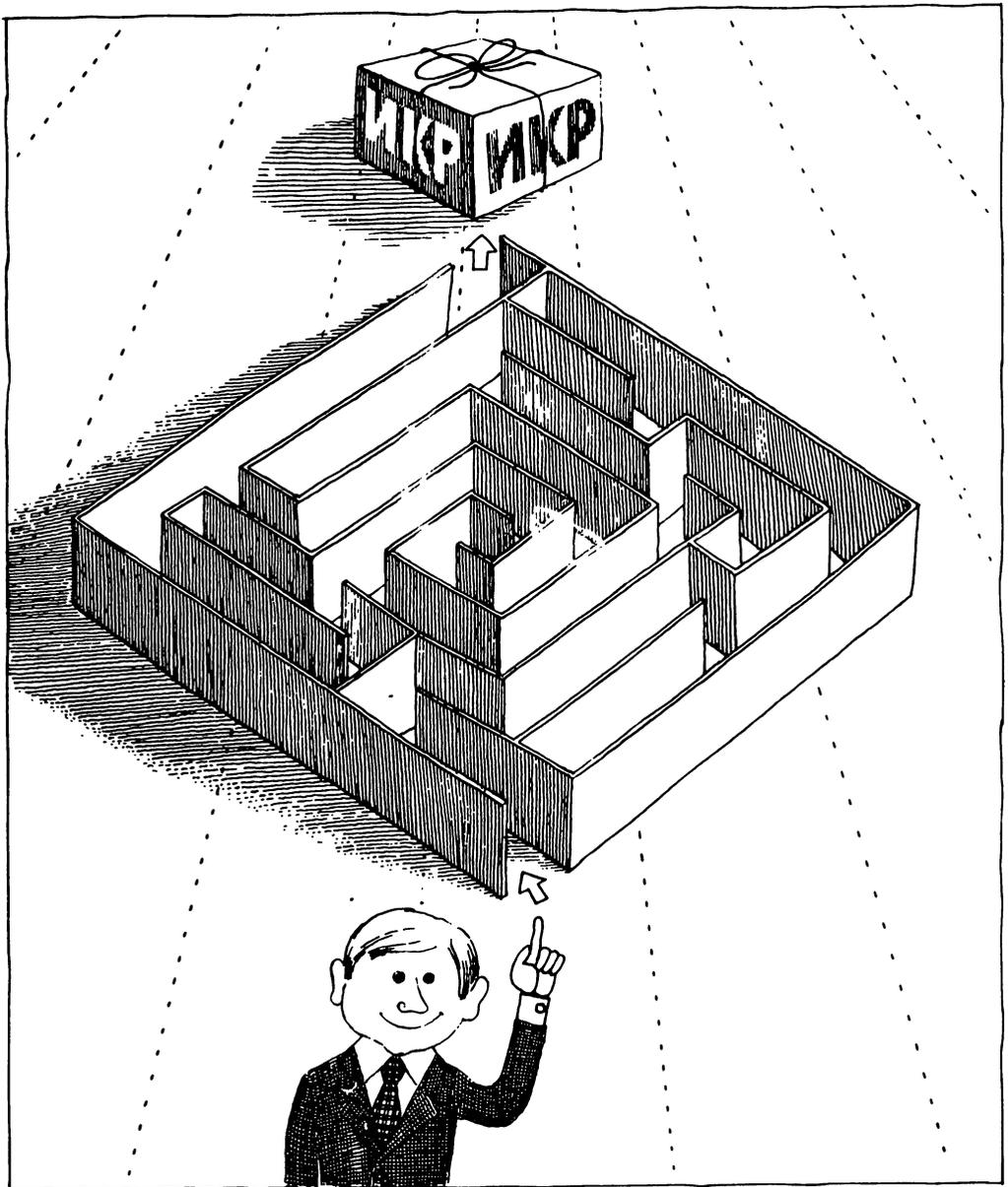
И тут появился изобретатель.

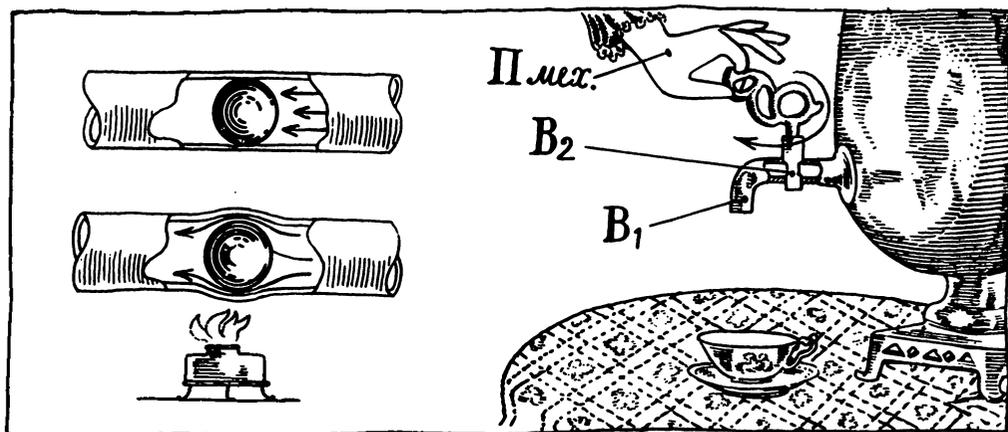
— Я предлагаю фонтан, которого нигде еще нет, — сказал он. — Будет красивое, удивительное зрелище!

Попробуйте догадаться, что предложил изобретатель. А может быть, вам удастся развить его идею и сделать новое изобретение?..



# Наука изобретать





## ХИТРОСТЬ И ФИЗИКА

Вы прочитали треть книги. Если попытаться предельно сжато изложить смысл прочитанного, получится примерно следующее.

Изобретательские задачи издавна решались (да и сегодня еще решаются) методом проб и ошибок. Метод неэффективный, поэтому на решение задач приходилось тратить много усилий, времени, средств. Изобретения нередко запаздывают на многие годы. Научно-техническая революция потребовала принципиально новых методов изобретательства. Появилась теория решения изобретательских задач (ТРИЗ), она учит решать задачи, не перебирая «пустые» варианты. Основная идея такова: технические системы возникают и развиваются закономерно; изучение этих закономерностей дает приемы — инструменты для решения изобретательских задач.

Приемы, с которыми вы познакомились, можно разделить на три группы:

различные хитрости, например прием «сделать заранее»;

приемы, основанные на использовании физических эффектов и явлений, к их числу можно отнести прием «изменить агрегатное состояние»;

комплексные приемы, включающие

и хитрость, и физику, например построение феполой.

Чаще всего при решении изобретательских задач приходится применять сначала хитрость, потом физику. Успех достигается именно сочетанием того и другого. Поэтому применение физики при решении изобретательских задач — один из важнейших разделов теории изобретательства.

Посмотрим, как происходит стыковка хитрости и физики.

### Задача 29.

#### БУДЕТ РАБОТАТЬ ВЕЧНО!

*На одном заводе часто выходила из строя машина-автомат. Это была очень хорошая машина, но в ней то и дело портилась простая деталь — изогнутая трубка, по которой сжатый воздух с большой скоростью гнал поток маленьких стальных шариков. Шарики били по стенке трубы в месте поворота и откалывали кусочки металла. Ударившись о стенку, каждый шарик оставался едва заметную царапину, но за несколько часов шарики насквозь пробивали толстую, прочную трубу.*

— Давайте поставим две трубы, — сказал начальник цеха. — Пока одна ра-

ботаю, другую успеем отремонтировать.

*И тут появился изобретатель.*

— Разве это дело: все время заниматься ремонтом?! — воскликнул он. — Есть у меня подходящая идея... Гарантирую: машина будет работать вечно!

Потребовалось всего пять минут, чтобы осуществить идею изобретения. Что он предложил?

Итак, одно вещество (стальные шарики) механически взаимодействует с другим веществом (стенками трубы). Следовательно, дан ненужный (даже вредный) веполь. На заводе его пытались разрушить, вводя третье вещество — разные прокладки, прослойки. Это неправильно: надо, чтобы третье вещество одновременно защищало стенки и не разрушалось. Этим веществом могут стать те же шарики. Только неподвижные, остановившиеся у стенки трубы. Если изгиб трубы изнутри покрыть шариками, стенки перестанут разрушаться. Летящие шарики могут выбить один или несколько шариков из защитного слоя, но его место тут же заполнится одним из мчащихся по трубе шариков.

На этом хитрость заканчивается. Теперь нужна простая физика: как получить защитный слой шариков? Надо использовать магниты. Там, где труба изгибается, поставим снаружи магнит. Внутри к трубе сразу прилипнет слой шариков. Задача решена! Интересно отметить, что дробебетные аппараты для упрочнения деталей широко применялись по крайней мере за четверть века до появления авторского свидетельства № 261 207 на магнитную защиту. Все видели задачу, но решали ее вопреки теории — устанавливали прокладки, делали стенки аппарата из более прочной стали...

### *Задача 30.*

## **СВЕРХТОЧНЫЙ КРАН**

*Заведующий химической лабораторией пригласил изобретателя и сказал:*

— Нам надо управлять потоком газа, который по этой металлической трубе идет из одного сосуда в другой. У нас есть краны с притертой стеклянной пробкой, но они не обеспечивают требуемой точности: трудно регулировать величину отверстия, по которому перетекает газ.

— Конечно, — сказал изобретатель, — вы бы еще самоварный кран поставили.

Химик сделал вид, что не расслышал замечания.

— Можно, — продолжал он, — поставить резиновую трубку и зажим. Но и это не дает нужной точности.

— Зажимы, — усмехнулся изобретатель. — Бельевые прищепки...

*Тут химик не выдержал:*

— Сотни лет так работаем. Попробуйте-ка придумать кран не сложнее «прищепки» или «самоварного крана», а по точности раз в десять лучше.

— Капелька хитрости плюс физика девятого класса. Надо сделать так...

*Что предложил изобретатель?*

Для специалиста по ТРИЗ кран — типичная вепольная система: корпус  $V_1$ , поворачиваемая деталь  $V_2$  и поле механических сил  $P_{...}$ . Под действием поля  $P_{...}$  деталь  $V_2$  перемещается относительно корпуса  $V_1$ , благодаря чему зазор между  $V_1$  и  $V_3$  становится шире или, наоборот, сужается. Веполь уже есть, но работает он неважно. Следовательно, придется заменить веполь, использовать другое поле. Какое именно — электрическое, магнитное, электромагнитное, тепловое?

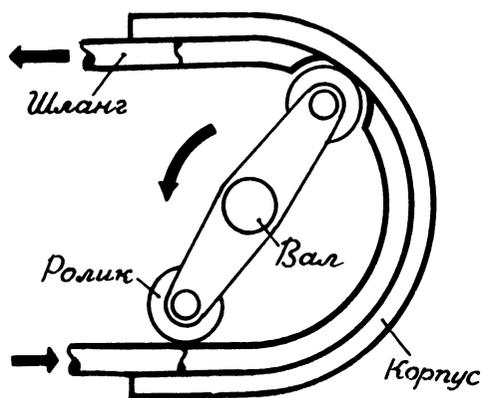
Здесь хитрости кончаются и начинается физика. В учебнике физики для девятого класса есть целая глава о тепловом расширении! А нам как раз и надо менять ширину зазора между  $V_1$  и  $V_2$ .

Открываем учебник. Вот и описание опыта: сквозь нагретое кольцо проходит шар, который до этого не проходил. Рисунок кольца и шара — готовая модель нашего крана.

Сравним полученное решение с ав-

торским свидетельством № 179 489: «Устройство для дозировки малых количеств газа, состоящее из корпуса и стержня, плотно пригнутого к внутренней поверхности корпуса, отличающееся тем, что, с целью дозировки малых количеств газа с высокой степенью точности, корпус изготовлен из материала, имеющего большой коэффициент теплового расширения, а стержень из материала, коэффициент теплового расширения которого значительно меньше, чем у материала корпуса».

Наверное, вы уже поняли, как работает такой кран. При нагревании



корпус расширяется сильно, а стержень слабо. Возникает зазор. Чем сильнее нагрет корпус, тем больше зазор. Смысл изобретения, как видите, в том, что вместо движения больших деталей, «железок», предложено использовать растяжение и сжатие кристаллической решетки. Кстати, растягивать и сжимать кристаллическую решетку можно не только тепловым полем. «Некоторые кристаллы, например кварц, сегнетова соль и турмалин, в электрическом поле меняют свои размеры: в зависимости от направления поля они сжимаются или растягиваются» это из учебника физики для десятого класса. Называется это

явление обратным пьезоэффектом. Ну а о том, что обратный пьезоэффект можно использовать для создания микроркрана, вы и сами уже догадались. Есть еще похожий эффект — магнито-стрикция: магнитное поле растягивает (или сжимает) некоторые металлы. Тоже подходящий ответ для задачи о кране.

### Задача 31.

### ЗАГЛЯНЕМ В БУДУЩЕЕ

Если надо выдавить из почти пустого тюбика остатки зубной пасты, тюбик кладут на твердую поверхность и прокатывают карандашом. Таков и принцип действия перистальтического насоса (см. рис.): ролики прижимают гибкий шланг к корпусу насоса и, двигаясь, заставляют жидкость или пасту перетекать по шлангу.

Мы выпускаем двадцать типов перистальтических насосов, — сказал главный инженер завода своему заместителю. — В ближайшие месяцы освоим еще три. Но в принципе все насосы одинаковы, отличаются они только размерами и назначением. Неужели и в будущем эти насосы не изменятся?

— Наверное, не изменятся, — ответил заместитель. — Ведь принцип один и тот же.

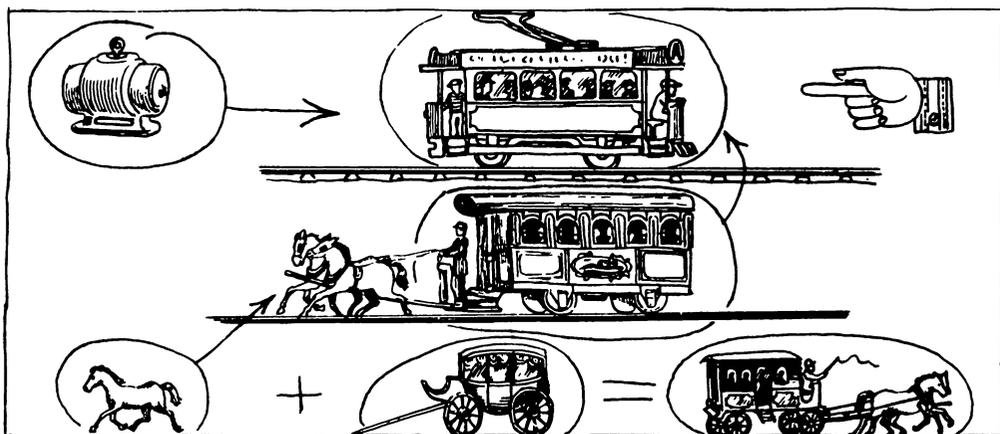
И тут появились изобретатели. Сразу трое!

— Обязательно будут новые насосы, — заверил первый изобретатель. — Перистальтический принцип сохранится, но действие перейдет на микроуровень.

— Предлагаем использовать для этого физические эффекты, — сказали его товарищи. — У нас три совершенно новых перистальтических насоса.

Изобретатели начали разворачивать чертежи...

Как, по вашему мнению, могут быть устроены эти насосы? Какие физические эффекты в них использованы?



## КАК РЕШАТЬ ЗАДАЧИ, КОТОРЫХ ЕЩЕ НЕТ

Переход от грубого движения «железок» к тонкому перемещению молекул, атомов — закономерность развития техники. Отсюда и прием решения многих задач: «переход с макроуровня на микроуровень».

Вот, например, авторское свидетельство № 438 327: «Вибрационный гироскоп с массами, приводимыми в колебательное движение внешними переменными или электрическими полями, отличающийся тем, что в качестве колеблющихся масс применены электроны или заряженные ионы». В обычных вибрационных гироскопах колеблются массивные грузы — «гири», установленные на стержнях. Идея изобретения в том, что в качестве «гирь» взяты микрочастицы — электроны или ионы. Такой гироскоп намного компактнее, точнее и надежнее.

Когда в предыдущей главе вы читали о четырех этапах развития технических систем, у вас, возможно, возник вопрос: ну, хорошо, системы проходят четыре этапа, а что происходит с системами дальше? А дальше две возможности. Об одной я уже говорил: система, достигнув пределов развития, объединяется с другой системой и образует новую, более сложную систему — раз-

витие продолжается. Например, велосипед, объединившись с двигателем внутреннего сгорания, превратился в мотоцикл. Возникла новая система, развитие продолжалось.

Иногда путь к объединению с другими системами закрыт. Объединяться надо — и объединяться нельзя... Такое противоречие преодолевают дроблением: разделим систему на несколько частей и построим нечто новое, соединив эти части. Запрет касался объединения с посторонними системами, мы этот запрет не нарушили.

Ну а если нельзя ни объединять, ни дробить? Предположим, поставлена задача: требуется усилить «пружинящие» свойства спиральной пружины, ничего не добавляя к ней и не дробя ее. Будем считать, что пружина сделана из самой подходящей стали, менять сталь нет смысла.

На первый взгляд положение кажется безвыходным. Ничего нельзя менять — как же перейти к новой системе?! И все-таки выход есть! Новая система прячется... внутри старой. Мы смотрим на пружину как на «железку», а ведь внутри этой «железки» — целый мир частиц, огромная система, которая есть (она существует!) и кото-

рой вроде бы нет (мы ее не используем!). Намагнитим пружину так, чтобы над каждым витком был одноименный магнитный полюс. Одноименные заряды отталкиваются, следовательно, для сжатия пружины потребуется большой расход энергии. Задача решена, хотя внешне пружина нисколько не изменилась: мы ничего не добавляли, не дробили.

Итак, есть два пути развития систем, исчерпавших, казалось бы, все возможности развития. Первый путь — объединение с другими системами (или дробление на части и «перекombинирование» этих частей). Второй путь — переход с макроуровня на микроуровень, когда вовлекается «в игру», так сказать, внутренний мир систем: частицы, молекулы, атомы...

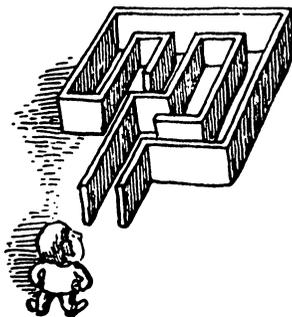
Я приведу сейчас формулу одного изобретения. Речь идет о незнакомой вам машине. Но суть изобретения будет понятна. Итак, авторское свидетельство № 489 662: «Устройство для нанесения полимерных порошков, содержащее камеру и электрод, отличающееся тем, что, с целью повышения качества наносимого покрытия, электрод снабжен средством перемещения, выполненным в виде микрометрических винтов». Электрод (стержень) был соединен с камерой неподвижно. Изобретатель предложил сделать элект-

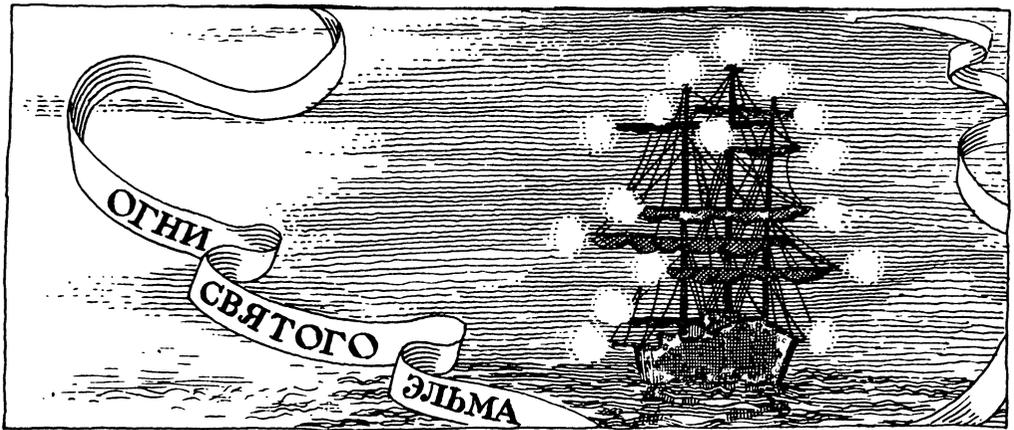
род перемещающимся. Это переход технической системы со второго этажа на третий, вам такие переходы уже знакомы.

Зная законы развития технических систем, мы можем предсказать дальнейшее развитие этой системы, то есть предсказать появление новых изобретений. Системе предстоит перейти к четвертому этапу — стать не просто регулируемой, а саморегулируемой. Электрод будет перемещаться сам, в зависимости от изменения условий работы. А потом система перейдет с макроуровня на микроуровень: вместо винтов для перемещения электрода будут использованы тепловое расширение, обратный пьезоэффект или магнитострикция.

Заметьте, мы рассматриваем ответ на еще не возникшие задачи! Пройдут года, потребуются увеличить точность действия установки, и только тогда появятся задачи, которые мы решили уже сейчас.

При работе методом проб и ошибок ответ на задачу обычно появляется значительно позже, чем сама задача. Теория изобретательства в корне меняет положение: мы понимаем логику развития технических систем и можем предвидеть возникновение новых задач, заранее зная, как их надо будет решать.





---

### «КОРОННЫЙ» НОМЕР КОРОННОГО РАЗРЯДА

---

В учебниках физики эффекты и явления описаны, так сказать, нейтрально: при нагревании тела расширяются... и все. А если те же эффекты изложить «по-изобретательски»? Например: «При нагревании тела расширяются, следовательно, это явление можно использовать во всех случаях, когда требуется осуществить небольшие, но очень точные перемещения тел». Если проработать так все учебники физики с шестого по десятый класс, получится комплект очень сильных инструментов — справочник по применению физических эффектов и явлений.

Возьмем для примера описание коронного разряда в учебнике для десятого класса: «При атмосферном давлении в сильно неоднородных электрических полях наблюдается разряд, светящаяся область которого часто напоминает корону. Поэтому его и назвали коронным. Плотность заряда на поверхности проводника тем больше, чем больше его кривизна. На острие плотность заряда максимальна. Поэтому возле острия возникает сильное электрическое поле. Когда его напряженность превысит  $3 \cdot 10^6$  В/м, наступает разряд. При такой большой напряжен-

ности поля ионизация посредством электронного удара происходит при атмосферном давлении. По мере удаления от поверхности проводника напряженность быстро убывает. Поэтому ионизация и связанное с ней свечение газа наблюдаются в ограниченной области пространства. С коронным разрядом приходится считаться, имея дело с высоким напряжением. При наличии выступающих частей или очень тонких проводов может начаться коронный разряд».

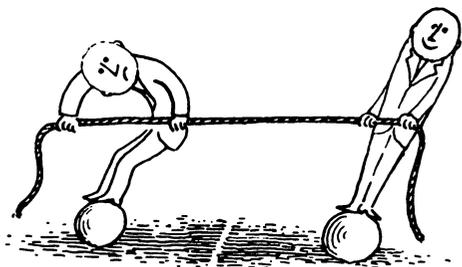
Итак, корона зависит от состава и давления газа, окружающего провод. Это значит, что мы нашли решение задачи 1 — об измерении давления газа внутри электрической лампы. Если на нить накала подать высокое напряжение, возникает коронный разряд, яркость которого будет зависеть от давления газа.

Вернемся еще раз к учебнику. Коронный разряд вызывает ионизацию газа. Если в газе есть частицы порошка, пыли, мелкие капельки, ионы «прилипают» к ним. Следовательно, коронный разряд позволяет заряжать частицы твердого и жидкого вещества. А заряженными частицами легко управлять. Коронный разряд можно исполь-

зовать для очистки газа от пыли, для дозировки частиц, взвешенных в потоке газа, для перемещения различных порошков, для определения примесей в газе и т. д. Получение заряженных

частиц — главный, «коронный» номер коронного разряда.

Как видите, простое, в общем, физическое явление таит богатые изобретательские возможности.





## О ЧЕМ РАЗМЫШЛЯЛ НАЧАЛЬНИК

До сих пор речь шла о простых физических эффектах, знакомых каждому школьнику. Существует физика более сложная, хотя бы та, которую изучают в высших учебных заведениях. Знание этой физики дает изобретателю более сильные инструменты.

Сейчас мы разберем задачу, для решения которой достаточно школьной физики. А потом я объясню, что можно получить сверх этого, если использовать хотя бы «кусочек» институтской физики.

### Задача 32.

#### ЛЕД НА ПРОВОДАХ

Красивое зрелище — покрытые пушистым снегом провода линий электропередачи. Но у электриков эта красота не вызывает восторга. Снег подтаивает, превращается в лед. Слой льда нарастает, провода растягиваются под его тяжестью и обрываются.

В одном северном районе работала электростанция, находящаяся в ста километрах от города. Зимой время от времени приходилось обогревать линию: подавали очень сильный ток, провода нагревались, лед подтаивал, па-

дал. Пока обогревали линию, всех потребителей электростанции приходилось отключать. Стояла суровая зима, и начальник станции, опасаясь обледенения, приказал почаще отключать подачу энергии и обогревать линию. Останавливались заводы, гас свет в домах.

Посыпались жалобы, и начальник решил производить обогрев пореже. Провода стали рваться, город часто оставался без электроэнергии.

— Что же делать? — задумался начальник, разглядывая календарь. Впереди было много месяцев северной зимы. — Техническое противоречие: часто греть линию — потребители то и дело будут оставаться без тока, редко греть линию — повысится опасность обледенения. Кошмарная ситуация...

И тут появился изобретатель.

— Раскроем учебник физики для седьмого класса, — сказал он. — Достроим веполя и используем явление электромагнитной индукции...

Почему изобретатель упомянул о достройке веполя? Как использовать электромагнитную индукцию?

Даны провод (вещество) и электрический ток (поле). Льда на проводе

не должно быть. Значит, у вас только одно вещество и поле. Чтобы достроить веполь, нужно ввести второе вещество. Это вещество под действием обычного электрического тока будет нагреваться и обогревать провод. В чем тут хитрость? Провод сделан из вещества с низким электрическим сопротивлением и не нагревается под действием идущего по нему тока. Сделать провод из металла с высоким сопротивлением нельзя — провод будем горячим, но потребители не получают энергию. Физическое противоречие: сопротивление провода должно быть большим и должно быть небольшим... Изобретатель предложил взять два вещества: провод остается обычным проводом, но через колечко из феррита — ферромагнитного вещества с высоким электрическим сопротивлением. Благодаря электромагнитной индукции в колечках возникает ток, колечки быстро нагреваются и предотвращают обледенение провода.

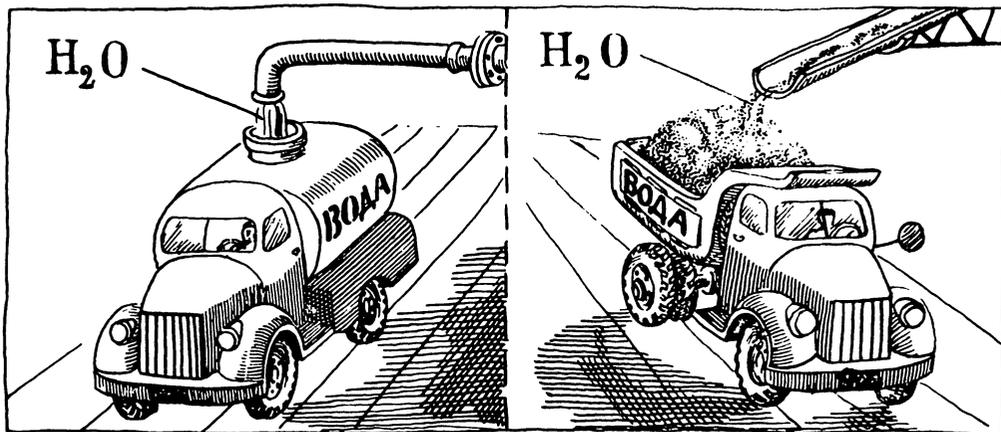
На это решение несколько лет назад выдано авторское свидетельство. Но задачу без особого труда решают десятиклассники, знающие основы вепольного анализа.

Казалось бы, с задачей всё в порядке — получен хороший ответ. Однако ферритовые колечки нагревают линию круглый год. Представляете, сколько энергии расходуется напрасно? Даже зимой нет надобности нагревать всю линию, а только те участки, где температура ниже нуля. Возникает новая задача: как сделать, чтобы колечки сами включались при низкой температуре и выключались, если температура повышается?

Для решения этой задачи нужно знать, что ферритовые вещества остаются ферромагнитными только до определенной температуры, называемой точкой Кюри. У разных ферромагнитных веществ разная точка Кюри. Можно сделать колечки из вещества с точкой Кюри, скажем, около пяти градусов. Тогда колечки будут сами выключаться, если температура воздуха превысит пять градусов, и сами же будут включаться при температуре ниже пяти градусов.

Появление и исчезновение магнитных свойств при переходе через точку Кюри можно использовать и при решении других задач. Запомните это интереснейшее физическое явление.





## ВСЯ НЕОБЪЯТНАЯ ФИЗИКА

Анри Грижо, пациент психиатрической клиники, изобретал... твердую воду. Не лед, а именно твердую воду, которая не плавилась бы по крайней мере до 200 градусов. И это удалось... в фантастическом рассказе польского писателя Стефана Вайнфельда «Сумасшедший». Грижо получил белый, похожий на пудру порошок. При сильном нагревании порошок превращался в обыкновенную чистую воду.

Рассказ был опубликован в 1964 году. А три года спустя и в самом деле изобрели твердую воду, состоящую из смеси 90 процентов воды с 10 процентами кремниевой кислоты. Твердая вода действительно оказалась похожей на белую пудру.

Может возникнуть вопрос: а зачем нужна твердая вода?

Предоставим слово Анри Грижо: «Мое изобретение позволит соорудить заводы в местностях, богатых минеральным сырьем, но бедных водой; сейчас ее доставляют в дорогостоящих цистернах, а будут посылать просто в бумажных мешках. Торговля? Совершенно исчезнут стеклянные, керамические и металлические сосуды для всяких жидкостей. Жидкости будут продаваться в виде порошков, со-

держащих сухую воду... Тысячи, десятки тысяч способов использования сухой воды в обыкновенной жизни приведут к полному перевороту. Пользоваться водой в жидком состоянии будет так же смешно, как и пользоваться лучиной».

Ученые стремятся получить твердую воду, которая содержала бы всего два-три процента кремниевой кислоты. В учебниках физики об этом еще ничего нет. Физика развивается очень быстро, все время открываются новые эффекты и явления. Представляете, как важно изобретателям знать об этих новых открытиях?

Вот типичная история. Пока одни ученые старались сделать воду более твердой, другие искали пути сделать воду более... жидкой. В 1948 году английский ученый В. Томс открыл удивительный физический эффект: трение воды о стенки водопровода можно резко уменьшить, если добавить в воду ничтожное количество (сотые доли процента) некоторых полимеров. Трение в значительной мере вызвано образованием вихрей в быстро движущемся потоке, а длинные молекулы полимеров, располагаясь вдоль потока, гасят вихри, упорядочивают

движение воды, делают воду более скользкой... Сообщение об эффекте Томса было опубликовано, и вскоре появилось множество изобретений, использовавших новое открытие. Эффект Томса помогал увеличивать скорость кораблей, снижать потери энергии при транспортировке по трубам самых различных жидкостей, увеличивать «дальнобойность» пожарных брандспойтов. А недавно изобретатели из Московского государственного университета предложили добавлять полимеры в... лед на катках. Под лезвием конька создается высокое давление, лед плавится, образуется тонкий слой водяной смазки, позволяющей конькобежцу скользить по льду. Полимер, добавленный в лед, переходит в эту смазку и уменьшает трение.

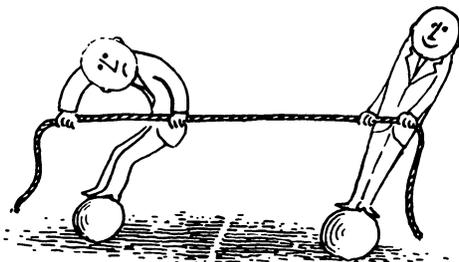
Таких примеров можно привести очень много. Изобретателю нужна вся необъятная физика — тысячи и тысячи эффектов и явлений. Вы можете возразить: ни один физик не знает всю физику, ведь в ней так много разделов. Нельзя требовать от изобретателя, чтобы он знал физику лучше физиков. Да, конечно, нельзя объять необъятное. Выход — в создании подробных справочников по изобретательскому применению физических эффектов и явлений. Примерно так, как мы это сделали с коронным разрядом, только, конечно, значительно подробнее и точнее.

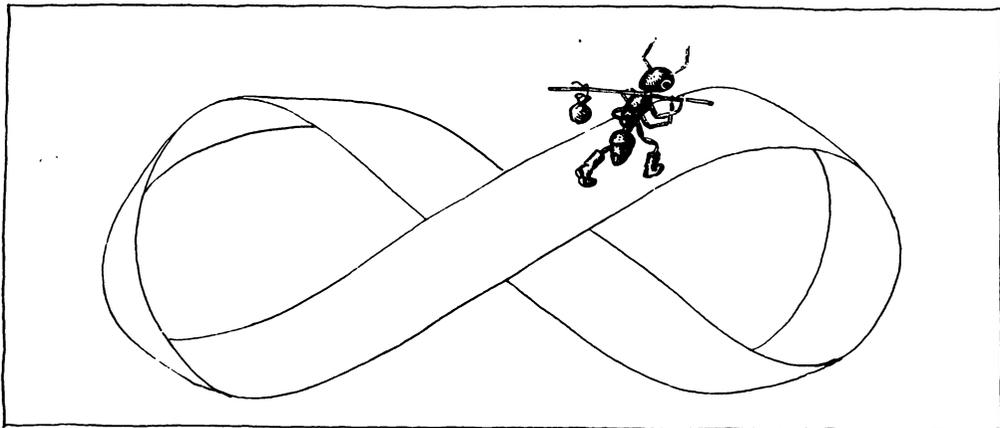
Первые справочники по «изобрета-

тельской физике» появились в начале 70-х годов. В них были описаны изобретательские возможности многих физических эффектов. Казалось бы, вслед за этим должны появиться справочники по сочетаниям эффектов. Но таких справочников нет до сих пор. Слишком велико число возможных сочетаний...

Вот, например, такое явление, как поляризация света. Известно, что свет — это электромагнитные колебания. Пропуская свет через некоторые вещества, можно его поляризовать: колебания будут происходить в одной плоскости, например в вертикальной. Второе явление: существуют кристаллы, которые поворачивают плоскость поляризации света. Чем больше толщина пластинки из такого кристалла, тем сильнее поворачивается плоскость поляризации идущего сквозь пластинку поляризованного света. Третье явление (оно вам знакомо): при нагревании тела расширяются. Объедините эти три явления — получится... термометр. Чем выше температура, тем больше толщина пластинки и, следовательно, тем на больший угол поворачивается проходящий сквозь пластину поляризованный свет.

Законы, по которым образуются такие сочетания физических эффектов, еще не совсем ясны. Здесь сегодня передний край исследований по теории решения изобретательских задач.





---

### ЛЕНТА, КОТОРУЮ ПРИДУМАЛ МЁБИУС

---

В рассказе известного писателя-фантаста Артура Кларка «Стена мрака» мудрец Грейл спрашивает своего собеседника:

«— Вот,— сказал он Брейлдону,— плоский лист. У него, разумеется, две стороны. Можешь ты представить себе этот лист без двух сторон?»

Брейлдон удивленно возрился на него.

— Это невозможно...»

Действительно, на первый взгляд это невозможно. Возьмите полоску бумаги — у нее две стороны. Можно соединить, склеить концы полоски, получится кольцо, и все равно останутся две поверхности: наружная и внутренняя. А если сначала перекрутить лист, а потом соединить концы?..

«Грейл снова соединил вместе концы бумажной полоски, но сперва один раз перекрутил ее.

— Проведи теперь пальцем,— тихо сказал Грейл.

Брейлдон не стал этого делать, он и без того понял, что подразумевает старый мудрец.

— Я понимаю,— произнес он.— Больше нет двух раздельных плоскостей. Теперь — одна сплошная поверхность, односторонняя плоскость...»

«Перекрученное» кольцо получило название ленты Мёбиуса — по имени немецкого математика, впервые описавшего его необыкновенные свойства.

Представьте себе, что по наружной поверхности обычного кольца путешествует муравей. Если муравей не пересекает ребра, а идет вдоль листа, он вернется в исходную точку, обойдя наружную поверхность. На ленте Мёбиуса путешествие муравья будет длиться вдвое дольше: муравей, не пересекая ребер, обойдет обе поверхности — наружную и внутреннюю. Такое путешествие по необычной планете и совершает один из героев «Стены мрака». Фантастика, скажете вы. Нет! Уже сегодня удивительные свойства ленты Мёбиуса используются в самых различных изобретениях.

Представьте себе обыкновенную ленту, образующую кольцо. На наружную сторону ленты нанесен шлифовальный порошок. Ленту прижимают к изделию, прокручивают, идет шлифовка. Через какое-то время стирается и сам шлифовальный слой на ленте. Приходится прерывать процесс, менять ленту. Как сделать, чтобы лента работала вдвое дольше, если размеры ленты увеличивать нельзя? Несколько лет

назад советскому изобретателю А. Губайдуллину было выдано авторское свидетельство на шлифовальное устройство с лентой Мёбиуса: размеры ленты остались прежними, но длина шлифующей поверхности (а значит, и долговечность ленты) увеличилась вдвое. Не правда ли, остроумное решение?

Есть фильтры, в которых жидкость пропускают сквозь ленту из фильтрующего материала. Постепенно эта лента засоряется, приходится ее менять. Наверное, вы уже догадались, что надо сделать... Да, на фильтр с лентой Мёбиуса тоже выдано авторское свидетельство. Есть авторское свидетельство и на магнитофон с лентой Мёбиуса. Всего в разных странах за последние годы выдано более ста патентов и авторских свидетельств на использование этой удивительной ленты. Выходит, изобретения создаются не только по формуле «хитрость плюс физика», но и по формуле «хитрость плюс геометрия»...

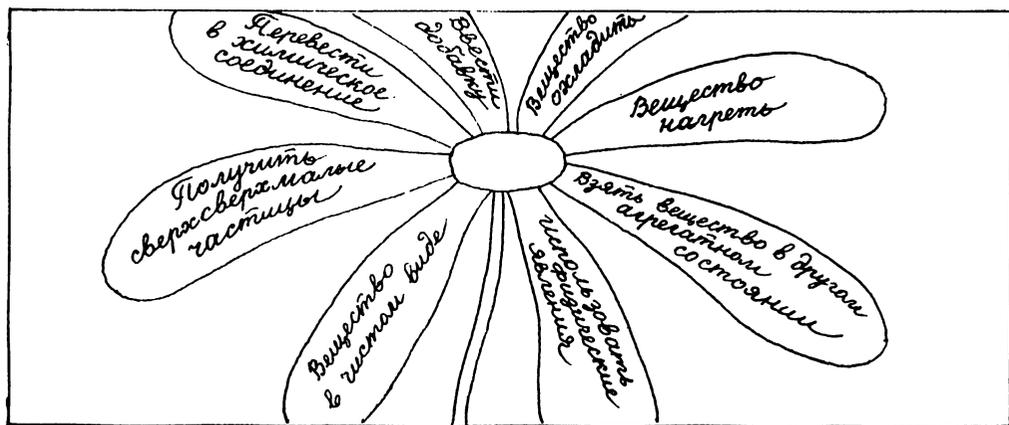
Вырежьте из картона два круга. Положите один круг на стол, а другой круг держите над первым. Соедините края дисков несколькими деревянными рейками. Получится решетчатый цилиндр. Что-то вроде беличьего колеса, лежащего на боку. А теперь вращайте верхний диск в одну сторону, а нижний — в другую. Возникает криволинейная фигура с тонкой «талией», напоминающая песочные часы. Чем больше угол поворота дисков, тем тоньше «талия». Фигура эта называется гиперболоидом вращения и имеет много свойств, очень привлекательных для изобретателя. Поверхность гиперболоида криволинейна, хотя образована она прямыми рейками. Следовательно, гиперболоид легко изготовить. Башня Шухова в московском телецентре на Шаболовке — гиперболоид. Сделана башня из прямых металлических стержней, а «скрученность» придает

конструкции устойчивость и прочность. Соорудить башню с любой другой криволинейной плоскостью было бы очень трудно: потребовались бы криволинейные стержни.

Самое ценное свойство гиперболоида — легко изменять кривизну его поверхности. Повернул основание — меняется кривизна. Это свойство использовано во многих изобретениях. В Японии, например, недавно запатентованы «гиперболоидные» ролики для ленточного конвейера. В отличие от обычных цилиндрических роликов «гиперболоидные» ролики меняют свою кривизну и, следовательно, кривизну ленты транспортера. А это очень важно. При транспортировке сыпучего груза нужно, чтобы лента была вогнутой. Если же на транспортере ящики, лента должна быть плоской.

В авторском свидетельстве № 426 618 приведена такая формула изобретения: «Копирующий каток картофелеуборочной машины, содержащий установленные на валу два диска, связанные между собой прутиками, отличающийся тем, что, с целью обеспечения возможности приспособления рабочей поверхности катка к различным профилям грядок, прутики соединены с дисками шарнирно, а диски установлены на валу с возможностью поворота их относительно друг друга». Слово «гиперболоид» не упоминается, но и без пояснений видно — использовано свойство гиперболоида легко менять кривизну.

Есть немало других «геометрических изобретений», основанных на применении параболоидов, спиралей и т. д. Получается, что изобретателю нужно знать не только физику, но и математику. И не только математику. Если к теории решения изобретательских задач добавить еще и знание хотя бы «школьной» химии — творческий арсенал намного обогатится.



## КУРС -- НА ИКР

Недавно произошла такая история. Один инженер занимался металлоплакирующей смазкой. Это обычная смазка, в которую добавлено несколько процентов тонкоизмельченного металлического порошка. В процессе работы частицы металла оседают на трущиеся поверхности и защищают их от износа. Чем меньше зазор между поверхностями, тем мельче должны быть частицы металла в смазке. Возникает техническое противоречие: чем мельче частицы металла, тем лучше смазка, но тем труднее ее приготовить.

Если действовать по теории решения изобретательских задач, надо, прежде всего, представить себе идеальный конечный результат (ИКР), то есть ответить на вопрос: что хотелось бы получить в самом идеальном случае? ИКР — фантазия, мечта. ИКР недостижим. Но он прокладывает путь к решению. Помните, мы сравнивали теорию решения изобретательских задач с мостом? Так вот, ИКР — одна из главных опор этого моста.

Каков идеальный конечный результат для задачи о смазке? Ответить трудно: идеально было бы измельчить частицы металла до предела, до отдельных атомов. Теория решения изобре-

тательских задач дает, как видите, парадоксальную подсказку: «Трудно получить мелкие частицы металла? Значит, будем получать сверх-сверх-сверх-мелкие частицы — это намного легче».

Здесь теория умолкает, для следующего шага нужна химия.

Масло с крупными частицами металла — это механическая взвесь. Если раздробить частицы металла, получим коллоидный раствор. Наконец, если измельчить металл до атомов или ионов, получится истинный раствор. Теперь можно уточнить ИКР: идеально было бы иметь раствор металла в масле, то есть масло, а в нем отдельные атомы металла.

К сожалению, такой ИКР недостижим. Еще алхимики знали: подобное растворяется в подобном. Масло — вещество органическое, в нем хорошо растворяются органические вещества. А металлы, увы, не принадлежат к органическим веществам. На пути к ИКР возникает физическое противоречие: атомы металла должны быть растворены в масле (надо стремиться к ИКР!) и не должны быть растворены (нельзя нарушать законы химии!). Отступим чуть-чуть от ИКР: пусть в масле будут растворены не атомы, а

молекулы, содержащие металл. Мы использовали уже знакомый вам прием «сделать чуть меньше требуемого»: не удастся измельчить вещество до атомов, ладно, пусть частицы вещества будут чуть крупнее — не атомы, а молекулы. И противоречие сразу исчезает. В масле нет атомов металла (есть молекулы) — и в масле есть атомы металла (они входят в молекулы, «спрятаны» в них).

Остается решить один вопрос: какие именно молекулы взять? Тут единственная и очевидная возможность. Молекулы должны содержать металл и должны быть органическими. Следовательно, нужно взять металлоорганическое соединение. Оно легко растворится в масле (органическое вещество легко растворяется в органическом веществе) и будет содержать атомы металла.

Чтобы решить задачу, пришлось использовать несколько простых понятий (ИКР, физическое противоречие, прием «сделать чуть меньше требуемого») и одно очень простое правило из химии (подобное растворяется в подобном). Правда, задача еще не решена до конца. Молекулы металлоорганического вещества содержат атомы металла, но ведь нам нужно, чтобы атомы металла были не в соединении, а отдельно... Тут снова придется вспомнить химию. Чтобы атом металла выделился из молекулы, молекулу нужно разложить. Как это сделать? На уроках химии вы ставили такие опыты: нагревали вещество и при определенной температуре оно разлагалось. Масло в процессе работы нагревается от трения. Если мы возьмем металлоорганическое вещество, разлагающееся при повышении температуры, задача будет полностью решена.

А теперь посмотрим, как решалась эта задача на самом деле.

Инженер сначала искал решение методом проб и ошибок. Он пробовал самые различные способы измельчения металлов, ставил опыты, пытался найти решение в литературе... Шли годы,

и вот однажды в книжном магазине инженер услышал, как кто-то из покупателей попросил продавца дать ему справочник по металлоорганическим соединениям. Инженер задумался. Металлоорганические вещества включают металл — раз; они — органические вещества, значит, растворяются в масле — два... Но ведь именно такое сочетание и требуется! Инженер купил справочник, полистал его и сразу же нашел подходящее вещество — кадмиевую соль уксусной кислоты.

В рассказах об изобретениях часто приводятся такие случаи. Они типичны при работе методом проб и ошибок. Человек ищет решение наугад и даже не догадывается, что к задаче можно подойти научно: сформулировать ИКР, определить физическое противоречие. Задача не поддается, и человек пытается использовать все, что он видит или слышит. Хорошо, что кто-то попросил в магазине справочник по металлоорганическим веществам. Если бы не эта случайная подсказка, кто знает, сколько еще лет продолжались бы поиски...

В предыдущей главе мы сформулировали прием: «Если в каком-то веществе надо ввести добавку другого вещества, но по каким-то причинам этого нельзя сделать, следует использовать в качестве добавки имеющееся вещество, немного его изменив». Что значит «немного изменив»? Изменения могут быть физические: нагреть, охладить, взять вещество в другом агрегатном состоянии и т. д. И химические: взять вещество не в чистом виде, а в виде соединения, из которого оно может выделиться, или, наоборот, взять простое вещество, а потом, когда оно сыграет свою роль, перевести его в химическое соединение.

Приведу еще один интересный пример использования этого приема. Кристаллы окиси алюминия выращивают из очень чистого расплава. Нельзя даже плавить окись алюминия в платиновом тигле: в расплав могут попасть атомы платины. В сущности, это изоб-

ретательская задача с четким физическим противоречием: сосуд должен быть, чтобы расплав не разлился, и сосуда не должно быть, чтобы расплав не загрязнился. Придется плавить окись алюминия в... окиси алюминия. Возьмем любой сосуд, наполненный окисью алюминия, и будем нагревать окись так, чтобы расплавилась только центральная часть. Получится расплав окиси алюминия в «тигле» из твердой окиси алюминия. Для нагрева надо использовать электромагнитную индукцию: источник энергии при этом не соприкасается с нагреваемым веществом.

Все прекрасно, но твердая окись алюминия — диэлектрик, она не проводит электрический ток. Значит, нет и электромагнитной индукции. Правда, расплавленная окись — проводник. Но для плавления нужен нагрев, а нагрева не будет, поскольку твердая окись — диэлектрик...

С задачами так бывает часто: осилишь одно противоречие, возникает другое, третье... Как в беге с препятствиями: преодолел один барьер, а за ним еще барьер и еще...

Итак, физическое противоречие: в окись алюминия необходимо добавить кусочки металла, чтобы возникла электромагнитная индукция, и нельзя добавлять кусочки металла, потому что загрязнение окиси недопустимо. Изобретение, позволившее преодолеть это противоречие, оказалось удивительно простым. В окись алюминия перед началом плавки вводят кусочки алюминия. Алюминий хорошо проводит электрический ток, поэтому под действием индукции он быстро нагревается сам и нагревает окись алюминия — она начинает плавиться. Теперь алюминий не нужен, расплавленная окись сама проводит ток. И алюминий исчезает: при высокой температуре он просто-напросто сгорает, превращаясь в окись алюминия. А окись, естественно, не загрязняет окиси...

Попробуйте решить простую задачу. Чтобы получить ответ, надо сделать только два шага. Первый шаг: представьте себе идеальное решение. Действуйте так, словно вы — волшебник. Вещи подчиняются вашим приказам... Второй шаг: подумайте, как получить идеальное решение без перестроек и переделок — самыми минимальными изменениями.

### Задача 33.

#### БАЛЛОН ВЕЖЛИВО ДОЛОЖИЛ...

*Во многих домах газовые горелки работают на сжиженном газе. Запасают такой газ в металлических баллонах. Если топлива осталось мало, хозяйка должна подумать о скорой замене баллона. Но как узнать, что жидкость в баллоне почти израсходована?*

*Такую задачу решали сотрудники одного конструкторского бюро. Нужно было придумать простой и удобный способ, позволяющий сразу заметить, что в баллоне осталась, скажем, одна десятая часть жидкости.*

*— Измерять давление газа? — задумчиво произнес один инженер. — Нет, ничего не получится. Пока в баллоне есть хоть капля жидкости, давление не меняется: израсходованный газ пополняется за счет испарения.*

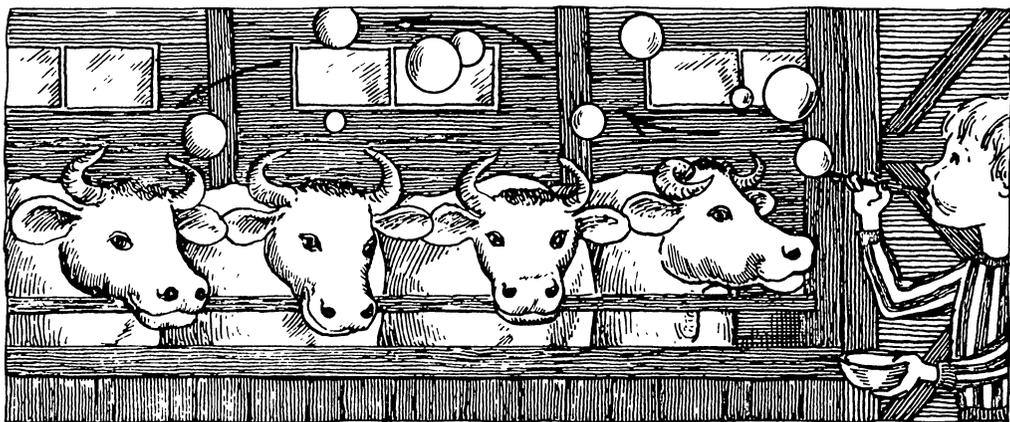
*— А если взвешивать баллон? — спросил другой инженер. — Нет, пожалуй, это тоже не годится. Неудобно то и дело отсоединять тяжелый баллон, взвешивать, снова присоединять...*

*И тут появился изобретатель.*

*— Я знаю идеальное решение, — сказал он. — Баллон сам должен вежливо докладывать, что осталась одна десятая жидкости.*

*И он объяснил, как получить идеальное решение.*

*А что предложите вы? Учтите, приделывать к баллону стеклянные трубки нельзя, это опасно.*



---

### ПОРЯДОК НА «МОЗГОВОМ ЧЕРДАКЕ»

---

Тут читателю пора возмутиться. Все началось с критики метода проб и ошибок: чтобы решить сложную задачу, приходится перебирать множество вариантов, нужно работать годами, и нет гарантии, что решение будет найдено. Создана теория: законы, правила, формулы. Взял формулу и, не утомляя себя размышлениями, решил задачу. Хорошо!.. И вдруг оказывается: нужно знать законы развития технических систем, многочисленные приемы, выкрутасы вроде «вещество есть — и его как бы нет», правила верного анализа... Мало того, нужно еще и основательно знать физику, изобретательские возможности физических эффектов и явлений. Знать математику и химию. Наверняка окажется, что надо знать и биологию: в живой природе «запатентовано» великое множество интересных идей.

Может быть, проще изобретать по старинке?

Да, изобретать по старинке проще. Рыть землю лопатой проще, чем управлять экскаватором. Ходить пешком проще, чем водить машину. За скорость, мощност, эффективность любого действия приходится платить знаниями. Изобретательство не исключе-

ние. Хочешь быстро решать трудные задачи — учи теорию, осваивай «изобретательскую физику» и все остальное.

Впрочем, тут есть один интересный момент. Для решения изобретательских задач важны не столько новые знания, сколько хорошая организация тех знаний, которыми человек уже обладает.

Современный школьник знает много, но знания эти плохо использованы. Коэффициент полезного использования знаний весьма низок — едва ли выше одного-двух процентов. Я говорю о школьниках потому, что именно в школьные годы мы привыкаем многое запоминать, выучивать, не используя. Знания лежат, как вещи на плохом складе: навалом, без активного применения.

Помните задачу о долгоносиках? После ее опубликования в «Пионерской правде» пришло очень много писем, и более половины из них содержало примерно такой ответ: «Нужно взять стакан, положить туда двести долгоносиков, измерить их температуру обыкновенным термометром, а потом разделить на число долгоносиков». Это писали учащиеся пятых — восьмых классов! Если бы их спросили: «Тем-

пература каждого пальца  $36^{\circ}$ . Пальцы сжали в кулак. Какова температура кулака?» — никто не сказал бы, что температура кулака  $180^{\circ}$ . Против этого восстал бы жизненный опыт. А при решении задачи о долгоносиках такая ошибка совершается запросто: знания о теплоте и температуре не освоены, лежат мертвым грузом в кладовых памяти.

Как оживить знания?

Если верить Конан Дойлу, одним из первых с этой проблемой столкнулся Шерлок Холмс. До Холмса криминалистические задачи решались методом проб и ошибок. Холмс ввел систему решения и, естественно, столкнулся с необходимостью иметь большой запас активных знаний. Холмс говорит об этом так:

«— Видите ли,— сказал он,— мне представляется, что человеческий мозг похож на маленький пустой чердак, который вы можете обставить как хотите. Дурак натащит туда всякой рухляди, какая попадет под руку, и полезные, нужные вещи уже некуда будет всунуть, или в лучшем случае до них среди всей этой завали и не докопаешься. А человек толковый тщательно отбирает то, что он поместит в мозговой чердак. Он возьмет лишь инструменты, которые понадобятся ему для работы, но зато их будет множество, и все он разложит в образцовом порядке».

Отбор знаний за вас осуществляет школьная программа. И делает это хорошо: теоретически каждая страница ваших учебников по физике, химии, математике, биологии может быть сильным инструментом при решении творческих задач. Проблема в том, чтобы оживить эти знания, понять, почувствовать их творческие возможности. Решив изобретательскую задачу с помощью какого-то физического явления, вы словно заново знакомитесь с этим явлением, открывая в нем нечто новое, неожиданное, интересное.

Это относится и к знаниям, выходящим за рамки школьной программы.

Они тоже могут быть использованы как инструменты творчества, но эти «посторонние» знания свалены в «мозговом чердаке» совсем уж без всякого порядка.

Сейчас мы разберем очень интересную задачу. Для ее решения хватило бы знаний на уровне детского сада, если бы знания были хорошо организованы.

### Задача 34.

#### КУДА ДУЕТ ВЕТЕР

*В одном совхозе были построены большие коровники. Воздух в них должен быть чистым, поэтому директор совхоза пригласил ученых, чтобы проконсультироваться — хороша ли вентиляция в коровниках.*

*— Придется исследовать движение воздуха в коровниках,— сказал один ученый.— Произведем замеры скорости воздушных потоков. Помещения огромные, потолки высокие. Движение воздуха зависит от температуры стен, крыши. Понадобится множество замеров. Работы месяца на два.*

*И тут появился изобретатель.*

*— Пока вы совещались, я получил данные по первому коровнику,— сказал он.— Для каждой точки, даже под самым потолком. Это же так просто...*

*Как получил изобретатель эти данные?*

Не будем искать решение наугад. Начнем, как положено, с ИКР. Идеальное решение: по нашему желанию в любом месте коровника возникают стрелки, указывающие направление и скорость воздушного потока. Как этого достичь? Допустим, мы взяли свечу и следим за отклонением ее пламени. Если бы требовалось измерить скорость движения воздуха в одном, десяти или даже в ста местах, такой способ сошел бы. Но ИКР гласит: в любой точке! Выходит, свеча слишком неэффективный инструмент. Пламя «привязано» к свече, нельзя заполнить огнем все

помещение... Может, заполнить коровник дымом? Тоже плохо: дым будет во всех точках, но он непрозрачен, и мы ничего не увидим и ничего не измерим. Чтобы достичь ИКР, нужно нечто, обладающее сочетанием противоречивых свойств: оно должно быть везде, во всех точках, и его не должно быть нигде, чтобы воздух оставался прозрачным и можно было бы всё видеть.

Знакомая ситуация: в воздух надо что-то добавить и нельзя ничего добавлять. Пламя и дым не подходят как раз потому, что они соответствуют только первой половине требования. Будем действовать, как в предыдущих задачах. Введем в воздух «кусочки» воздуха, но только измененного, видимого, окрашенного.

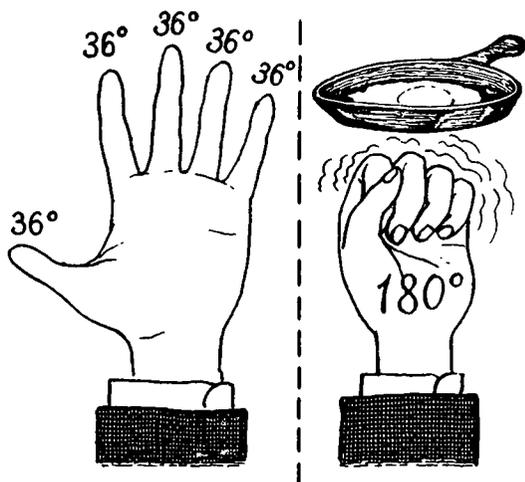
Как окрасить «кусочек» воздуха?

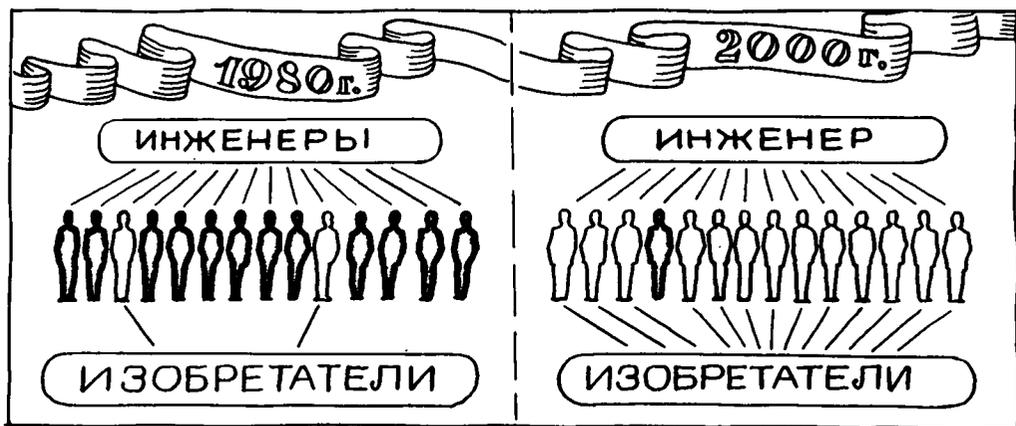
Существуют только два способа. Можно окрасить весь «кусочек» или только поверхность «кусочка». Воздух, окруженный тонкой оболочкой... Веро-

ятно, вы уже догадались, что речь идет о мыльном пузыре.

Множество мелких мыльных пузырей (получить их просто) сделают видимыми потоки воздуха в коровнике. Там, где скорость воздуха больше, на фотоснимке получатся более длинные черточки.

Сведения о мыльных пузырях, об их свойствах, о легкости их получения наверняка были в вашем «мозговом чердаке». Но они валялись там мертвым грузом. Теперь вы знаете, что мыльные пузыри (и пена, представляющая собой систему мыльных — и не обязательно мыльных — пузырей) хорошо сочетают противоречивые свойства: вещество есть и вещества нет. Значит, применение мыльных пузырей и пены — сильный прием. Задача дала возможность почувствовать остроумие и прелесть этого приема. С инструмента стерта пыль, он уложен рядом с другими в образцовом порядке...





## ИЗОБРЕТАТЕЛЬ — ПРОФЕССИЯ БУДУЩЕГО

Профессии «изобретатель» до сих пор не существовало. Человек (чаще всего, инженер) занимался своей работой и попутно изобретал. Вы можете возразить: а Эдисон? Ведь он получил более тысячи патентов!.. Эдисон работал методом проб и ошибок. Чтобы создать новый тип аккумуляторов, он поставил 50 000 опытов. Это просто не под силу одному человеку. И Эдисон работал не один, в его лаборатории трудилось около тысячи сотрудников. Лабораторию Эдисона можно рассматривать как фирму по изобретениям. Именно фирму, а не одного человека.

Мы говорим: изобретатель телеграфа Морзе, изобретатель радио Попов, изобретатель парохода Фултон... Никто из них не был профессиональным изобретателем. Они решали одну или несколько изобретательских задач, а затем занимались исследованием, разработкой, внедрением своих изобретений. Джеймс Уатт был профессиональным механиком, потом изобрел универсальную паровую машину, запатентовал свое изобретение, решил еще несколько задач — и до конца жизни был профессиональным предпринимателем, больше всего думающим об извлечении прибыли из своих патентов...

Изобретатели, пытавшиеся жить только за счет решения изобретательских задач, обычно умирали в нищете. Это не удивительно. Метод проб и ошибок не дает гарантии, что задачу удастся решить в сравнительно короткие сроки. Художник знает, что он может нарисовать картину — на профессиональном уровне — за несколько месяцев, пусть даже за несколько лет. Писатель знает, что за несколько лет он может написать повесть или роман. Изобретатель, работающий методом проб и ошибок, не уверен — удастся решить «среднюю» задачу или нет. Может быть, решение будет еще сегодня, вот сейчас, а может быть, не хватит и жизни...

Представьте себе, изобретательский отдел с профессионалами, решающими задачи методом проб и ошибок. Сидят люди и думают. Перебирают варианты. «Коллега — говорит заведующий отделом, — вы уже десятый год думаете, а продукции нет...» — «Трудная задача, — отвечает тот, — уже перебрал шесть тысяч вариантов...» — «А вы бы походили по улицам, — предлагает заведующий. — Вдруг случайно встретите нечто такое, что подскажет идею решения». — «Я лучше вздремну, — отвеча-

ет профессионал. — Новые идеи иногда появляются во время сна, вы же знаете такие случаи...»

Здесь нет преувеличений. Недавно в «Психологическом журнале» появилось сообщение о том, что американский психолог Д. Маккинон пытается найти источник озарений и догадок, исследуя переходное состояние между сном и бодрствованием. Подобные исследования ведутся психологами уже лет шестьдесят — семьдесят. Результатов нет.

Метод проб и ошибок давно исчерпал свои возможности. Поэтому безрезультатны и попытки его улучшения. Нужен иной способ производства изобретений, основанный на сознательном применении законов развития технических систем.

В последние годы в некоторых конструкторских бюро появились специальные группы, решающие трудные задачи с помощью теории решения изобретательских задач. Пройдет не так уж много времени, и новая специальность станет распространенной и привычной, как это произошло, скажем, с профессией программиста. Возможно, специалистов по ТРИЗ будут называть инженерами-изобретателями, а может быть, точнее — инженерами по развитию технических систем.

Давайте чуть-чуть пофантазируем: попробуем заглянуть в одну из комнат еще не существующего пока специального изобретательского бюро.

### Задача 35.

#### ИЗОБРЕТЕНИЕ ПО ЗАКАЗУ

На одном заводе автоматические станки изготовляли тончайший микропровод: нажал кнопку — станок с огромной скоростью выдает тонкую, похожую на серебристую паутину, нить, которая наматывается на большую катушку. Отличные станки, но контролировать диаметр нити приходилось самым примитивным способом. Станок останавливали, отрезали кусок нити,

взвешивали и, зная удельный вес металла и длину отрезка, вычисляли диаметр провода. Перепробовали разные способы измерения «на ходу» — ничего не получалось: или слишком сложно, или неточно.

И вот однажды начальник цеха был на концерте. Когда на сцену вышел гитарист, инженера словно током ударило.

— Эврика! — воскликнул он.

На следующий день инженер рассказал о своей идее на заводе. Провод похож на струну, а частота колебаний струны зависит от ее диаметра. Микропровод надо заставить колебаться — по частоте колебаний можно судить о его диаметре. Изобретение внедрили за два дня, и станки теперь работали без остановок.

— Замечательно, — сказал директор, подписывая приказ о премировании изобретателя. — Но с нового года мы будем выпускать еще более тонкий провод. Диаметр придется измерять с очень высокой точностью. Нужен какой-то другой способ. Что же, опять два года ждать, пока кого-то осенит? Давайте-ка закажем изобретение у специалистов.

На следующий день инженер из заводоуправления поехал в изобретательское бюро.

— Ясно, — сказали в бюро, выслушав инженера. — Задача простая. Пройдите в комнату 5, там сидит практикант, он вам поможет...

Практикант был совсем молоденьким. С сомнением поглядывая на практиканта, инженер изложил суть дела.

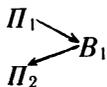
— Задачу мы решим легко, — сказал практикант. — Сначала запишем условия. Дано вещество, провод. Это вещество должно давать сигнал, сигнальное поле, несущее информацию о диаметре провода.

На листке бумаги он написал:

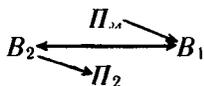
$\nearrow B_1$   
П

— Само по себе вещество такого поля не создает, — продолжал практи-

кант.— Значит, надо приложить какое-то другое поле. Вот так:



Это вопольная схема изобретения, сделанного у вас на заводе,— пояснил практикант.— Ударим струну (приложим механическое поле  $P_1$ ), и возникнут колебания (механическое поле  $P_2$ ). Чтобы повысить точность, надо, во-первых, перейти от механических полей к электромагнитным; во-вторых, надо достроить вополь, введя второе вещество. Получится такая схема:



Электрическое поле действует на провод, заставляя его взаимодействовать со вторым веществом. А второе вещество посылает сигнал — какое-то поле  $P_2$ , несущее информацию о диаметре провода. Вы какой бы сигнал предпочли?

— Световой, — сказал инженер.— Он удобнее.

— Значит, будем считать, что  $P_2$  — это оптическое поле. Итак, электромагнитное поле действует на провод, провод действует на какое-то вещество  $B_2$ , а это вещество дает световой сигнал о диаметре провода. Задача

решена: нужно только вспомнить физику девятого класса. Вот, взгляните...

Он протянул инженеру раскрытый учебник.

— Пожалуй, вы правы, — задумчиво произнес инженер, прочитав страничку.— Отличное решение! Странно, что мы сами не догадались!..

Нужно измерить диаметр микропровода. На тонких проводах легко возникает коронный разряд. Он зависит от диаметра провода. Как раз то, что нужно для решения задачи! По яркости и форме короны можно очень точно не только определить диаметр провода, но и проверить форму сечения: если провод овальный (а это плохо), корона тоже принимает овальную форму...

А вот подлинный случай. В одной из школ технического творчества занимался студент-математик. Прошло несколько лет, он окончил университет, а затем получил направление на работу в другой город.

Вскоре он прислал письмо, в котором рассказал об одной очень интересной задаче.

### Задача 36.

### С ТОЧНОСТЬЮ ДО ГРАДУСА

В коридоре научно-исследовательского института заместитель директора остановил принятого недавно на работу молодого математика.

— Вы ведь окончили изобретательскую школу, — сказал заместитель директора.— Откровенно говоря, на мой взгляд, всё зависит от природных способностей, но всё же... Мы хотим организовать новую группу. Предстоит основательная работа — проблема очень трудная, не видно даже подхода к ней. В группу вошли пятнадцать человек; может быть, подключить и вас?

Математик поинтересовался: что за проблема? Заместитель директора объяснил:

— В крупную иногда попадают личинки и яйца вредителей. Естественно, их



надо уничтожать до расфасовки крупы. Лучшее всего — нагреть ее до  $65^{\circ}$ . Но не выше, иначе она испортится. Идеально было бы нагревать с точностью до градуса.

Но вот что получается: если нагревать сразу большое количество крупы, то обязательно где-то возникает перегрев; если же вести обработку малыми порциями, катастрофически падает производительность. Перепробовали десятки разных способов нагрева — и все плохо.

Хотим проверить еще один способ: продувать слои крупы нагретым воздухом. Может быть, удастся подобрать такой режим, что...

— Ничего не надо подбирать, — пе-

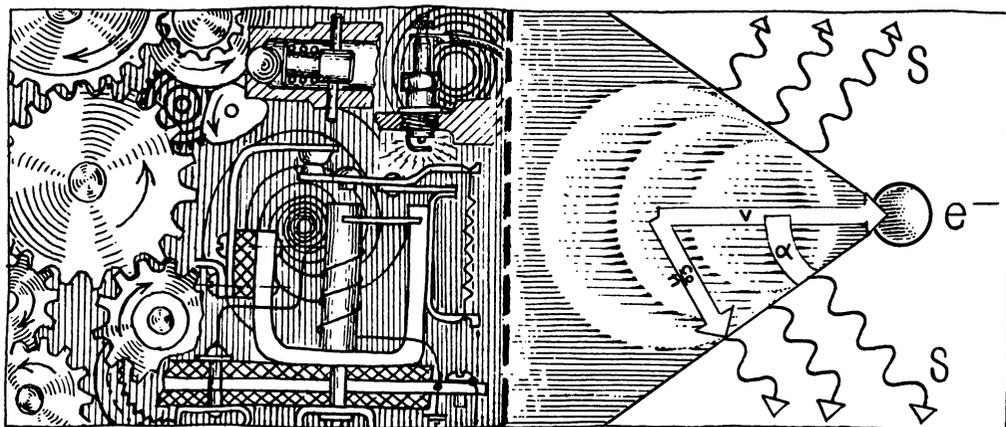
ребил математик. — Задача решается так...

И он объяснил идею решения.

Наверное, вы уже нашли ответ. В крупу надо добавить ферромагнитные дробинки с точкой Кюри в  $65^{\circ}$  и нагревать их с помощью электромагнитной индукции. А после обработки магниты легко выловят дробинки...

Письмо математика заканчивалось так: «Никогда не думал, что решение задачи может произвести такое впечатление. Мой собеседник несколько минут смотрел на меня совершенно ошеломленный. По коридору проходили люди, здоровались с замом, а он, ничего не замечая, смотрел на меня...»





## НЕМНОГО ПРАКТИКИ

Теперь можно пополнить список известных вам приемов.

10. Переход с макроуровня на микроуровень (от «железок», рычагов, шарниров и т. д. — к перемещению молекул, атомов, ионов).

11. Применение теплового расширения для микроперемещений.

12. Применение коронного разряда (измерение кривизны поверхности, контроль состояния газа, получение заряженных частиц).

13. Использование перехода через точку Кюри для автоматического включения и выключения электрических приборов.

14. Применение мыльных пузырей и пены (заполнение пространства веществом, если вещества в этом пространстве не должно быть).

15. Геометрические приемы: использование ленты Мёбиуса, гиперболоида и т. д.

Кроме того, вы узнали, что, получив задачу, надо прежде всего сформулировать ИКР и стремиться к его достижению: хорошее решение всегда близко к ИКР.

А сейчас попробуем попрактиковаться в применении этих инструментов.

### Задача 37.

### ДАВАЙТЕ ВЫБРОСИМ ВИНТ!

*Когда рассматриваешь что-нибудь в микроскоп, иногда нужно чуть-чуть передвинуть стеклышко, на котором лежит рассматриваемый предмет. Передвинуть надо буквально на толщину волоса — на сотые и тысячные доли миллиметра. Для этого используют винты: вращаешь винт, он передвигает стеклышко. Но изготовлять такие точные винты дорого и сложно.*

*Собрались инженеры и стали думать: как быть?*

*— Техническое противоречие, — сказал один инженер. — Точные винты дороги, нарезка быстро портится... А при более крупной нарезке не будет нужной точности.*

*И тут появился изобретатель.*

*— Давайте совсем выбросим винт! Что надо использовать для точного перемещения предметного стеклышка микроскопа?*

Задачу 37 вы наверняка решите, даже не дочитав условия. Впрочем, тут есть тонкость: если вы внимательно читали эту главу, то дадите сразу три правильных ответа.

### Задача 38.

## ЧТО-НИБУДЬ ПОПРОЩЕ

Полимеры стареют. Процесс этот напоминает ржавление металла, потому что виновник старения — кислород, разрушающий молекулы полимеров. Для защиты от кислорода нужно при «варке» полимера ввести в «котел» тонкоизмельченное железо. Атомы железа перехватят кислород и защитят полимер. Но чем тоньше мы измельчим железо, тем активнее оно будет соединяться с кислородом воздуха еще до внесения в полимер. Окислившись, железо потеряет свои защитные свойства.

— Придется работать в среде инертного газа,— сказал химик, приглашенный для консультации.

— Сложно и неудобно,— возразили заводские инженеры.— Нам бы что-нибудь попроще...

И тут появился изобретатель.

— Пожалуйста! — сказал он.— Есть очень простое решение.

Как вы думаете, что предложил изобретатель?

Идею решения этой задачи вы найдете легко. Но постарайтесь додумать ответ, чтобы он был поконкретнее.

### Задача 39.

## ПУДРА НА КОНВЕЙЕРЕ

На горном комбинате работала транспортная линия — от одного цеха к другому. Тонкоизмельченная руда, переходя с конвейера на конвейер, в конце концов поступала к печам. Работницы, обслуживающие линию, жаловались инженеру: руда — как пудра, при малейшем дуновении она поднимается в воздух.

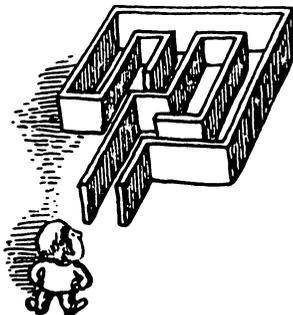
— А что делать? — сказал инженер.— Мы эту пудру смачиваем, но толку мало: вода быстро испаряется. А сильно намочить нельзя... Может быть, сверху чем-то прикрыть? Но работы вам прибавится: придется что-то укладывать, потом снимать...

И тут появился изобретатель.

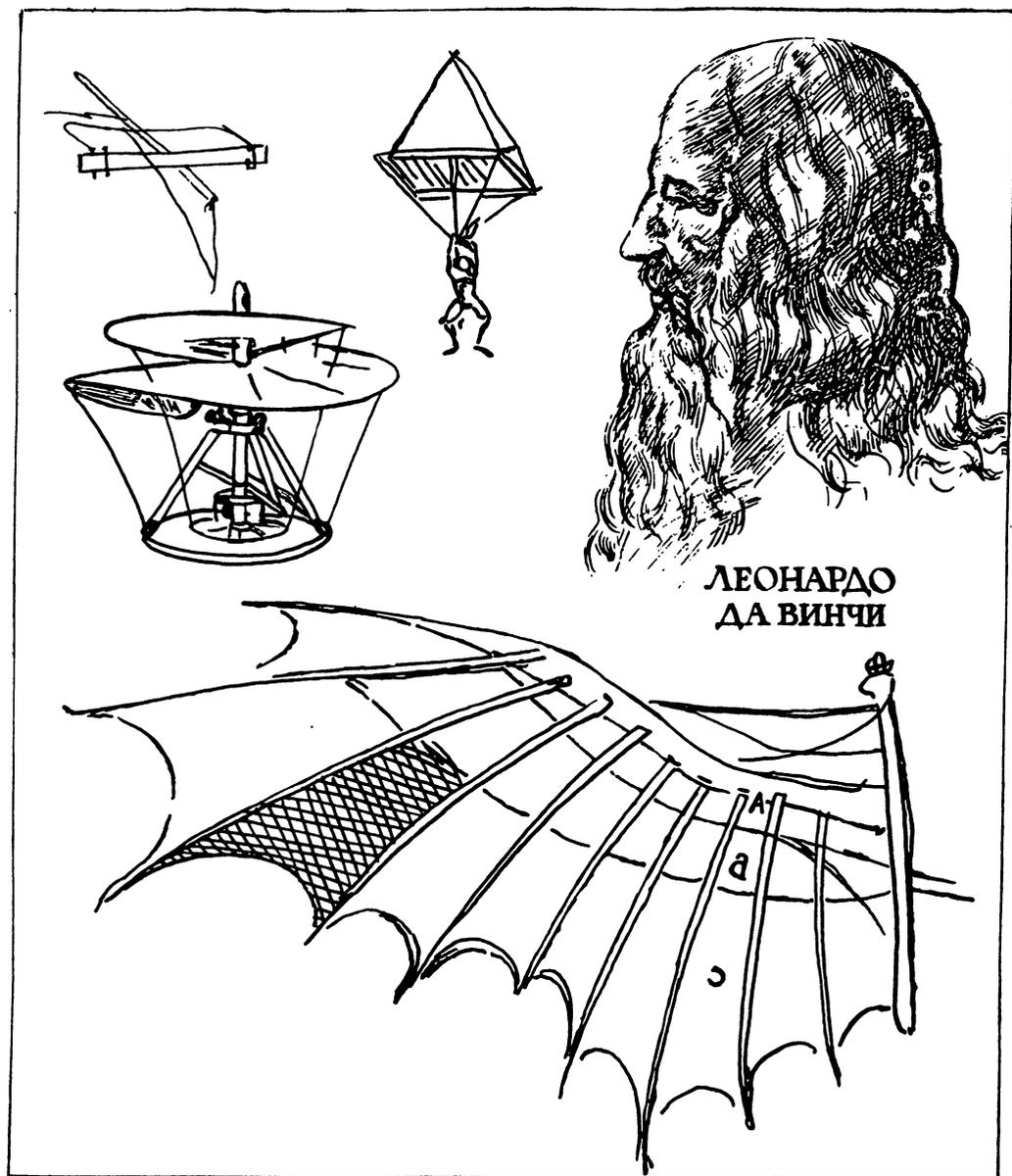
— Покрытие должно быть,— сказал он,— чтобы не было пыли. И покрытия не должно быть, чтобы не было лишних хлопот. Следовательно, надо...

Как вы думаете, что надо сделать?

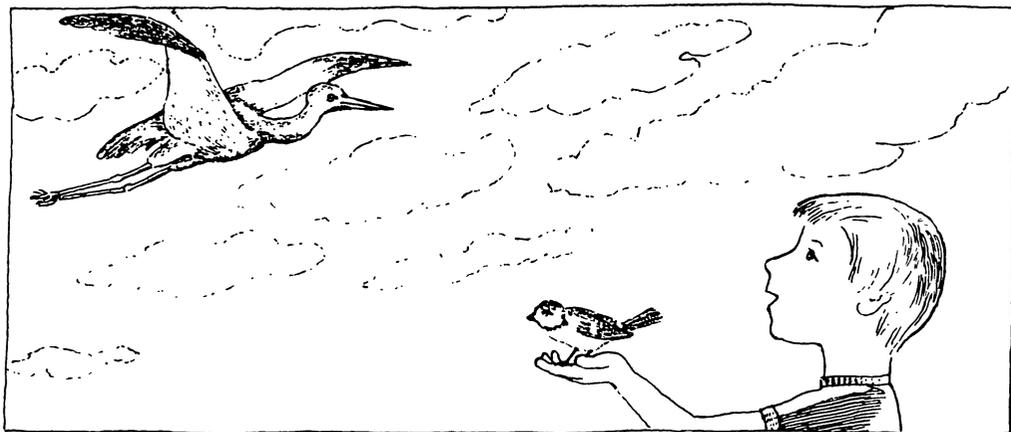
Учтите, что конвейерную линию необходимо сохранить. Задача в том, чтобы предотвратить образование пыли.



# Искусство изобретать



ЛЕОНАРДО  
ДА ВИНЧИ



---

## ДОРОГИ, КОТОРЫЕ МЫ ВЫБИРАЕМ

---

Изобретательская деятельность многогранна, это не только решение задач. Нужно найти задачу, решить ее, превратить новую идею в работоспособную конструкцию, внедрить новую машину, прибор или способ. И все-таки важнее всего решить задачу. Можно взять готовую задачу. Нередко изобретатели решают конкурсные задачи. Разработку новой идеи, превращение ее в действующую конструкцию, внедрение могут осуществить другие, скажем группа специалистов: прочитали описание изобретения, запросили подробности у автора и внедрили новинку в производство. Конечно, лучше всего, если автор участвует в работе на всех этапах. Но необходимо и достаточно, чтобы автор участвовал в решении задачи, тут автора заменить нельзя. Решение — основа основ изобретательства.

Изобретателем XIX века был мастер-умелец, он своими руками строил новую машину, переделывал ее на все лады, добиваясь, чтобы она работала. Современный изобретатель, прежде всего, мыслитель, интеллектуал. Разумеется, прекрасно, если у изобретателя умелые руки. Нужно знать производство, уметь вести расчеты, конструировать, чертить. И все-таки самое

важное — тонкие и точные интеллектуальные операции. Прежде чем дело дойдет до черчения или изготовления модели, должна быть выработана идея решения, а это процесс сложный.

Сначала изобретателю приходится отвечать на нелегкий вопрос: браться за решение данной задачи или отказаться от нее, заменив ее другой задачей, направленной на достижение той же цели? В сущности, это вопрос о том, есть ли резервы развития у данной технической системы или резервы исчерпаны и надо создавать систему принципиально новую. Давайте посмотрим на конкретных примерах, как возникает такой вопрос и как на него следует ответить.

### *Задача 40.*

### **НЕ НАДО ГАДАТЬ!**

*При выплавке чугуна в доменных печах образуется шлак — смесь расплавленных окислов магния, кальция и т. д. Шлак, имеющий температуру 1000°, сливают в большие ковши и на железнодорожных платформах отводят на шлакоперирабатывающие установки. Расплавленный шлак — ценное сырье для изготовле-*

ния строительных материалов. Но затвердевший шлак перестает быть таким сырьем: снова расплавлять его невыгодно.

Вначале весь шлак в ковше жидкий. Однако при транспортировке на его поверхности образуется и быстро нарастает твердая корка. Приходится пробивать ее с помощью специальных (довольно громоздких) устройств. Корка, даже с пробитыми в ней отверстиями, удерживает часть жидкого шлака. В результате на шлакоперерабатывающих установках сливают из ковша только две трети шлака. Остальное идет на свалку. Причем нужно потратить немало труда, чтобы освободить ковш от затвердевшего шлака, а потом вывезти этот шлак с территории завода.

И вот в научно-исследовательском институте созвали совещание.

— Нужно сделать ковш с хорошей теплоизоляцией, — предложил один ученый.

— Пробовали — не годится, — возразил представитель завода. — Теплоизоляция занимает много места, ковш становится шире, а это недопустимо при железнодорожных перевозках.

— А крышка? — не уступал ученый. — Почему бы не сделать теплоизолирующую крышку? Ведь основная часть тепла уходит сверху — там, где горячий шлак соприкасается с холодным воздухом.

— Пробовали, — вздохнул представитель завода. — Ковш величиной с комнату. Представляете, какая нужна крышка? Приходится и устанавливать и снимать ее с помощью крана. Столько хлопот...

— Решать надо другую задачу, — сказал второй ученый. — Давайте подумаем о перестройке всего производства. Чтобы шлак не приходилось возить далеко.

— Не знаю, не знаю, — возразил третий ученый. — Я бы поставил задачу иначе: обеспечить скоростную доставку шлака.

— Надо смотреть в корень, — сказал четвертый. — Задачу можно поста-

вить еще шире: выплавлять чугун без образования шлака.

И тут появился изобретатель.

— Не надо гадать, — сказал он. — Задачу следует сформулировать так...

Как, по вашему мнению, должна быть сформулирована задача?

В сущности, перед нами — целый ворох задач (так называемая изобретательская ситуация), и неизвестно, как выбрать ту единственную задачу, решение которой даст наилучший результат.

### Задача 41.

#### РАЗБЕРЕМСЯ В СИТУАЦИИ

Для изготовления листового стекла раскаленную стеклянную ленту подают на конвейер. Лента перекачивается с одного металлического ролика на другой, постепенно остывая. А потом стекло приходится долго полировать, потому что не застывшая еще стеклянная лента прогибается, «переползая» с одного ролика на другой, — на стекле образуются неровности. Инженеры, впервые столкнувшиеся с этой проблемой, предложили сделать ролики как можно тоньше. Чем тоньше ролики, тем меньше впадины между ними. Значит, стеклянная лента получится ровнее. Но тут возникло техническое противоречие: чем тоньше ролики, тем сложнее изготовить из них огромный — в десятки метров — конвейер. Если, скажем, толщина ролика равна толщине спички, на каждый метр конвейера потребуется 500 роликов, и устанавливать их придется прямо-таки с ювелирной точностью. А если ролик тоньше нитки?

— Ничего страшного, — сказал один молодой инженер. — Есть мастера, которые на маковом зернышке рисуют целую картину. Давайте проектировать конвейер с очень тонкими роликами. А сборщики-умельцы найдутся.

— Подумайте, во что обойдется такой конвейер, — возразили ему. — Нет

*уж, оставим крупные ролики, попробуем усовершенствовать процесс полировки, будем выправлять волнистую поверхность стекла.*

*— Надо вообще выкинуть конвейер! — предложил еще кто-то. — Хорошо бы заменить его чем-то принципиально новым.*

*И тут появился изобретатель.*

*— Разберемся в ситуации, — сказал он. — Из этих задач следует предпочесть...*

*И он объяснил, какой задаче надо отдать предпочтение. А вы как думаете?*

С задачами 40 и 41 разобраться сравнительно легко. В задаче 40 дана система «Перевозка шлака», входящая в надсистему «Производство чугуна». К надсистеме у нас нет претензий, ее менять не надо. Система тоже справляется со своей основной работой — перемещает шлак. Все хорошо, за исключением того, что часть шлака при перевозке затвердевает. Нет смысла перестраивать из-за этого всю систему и тем более надсистему. Ведь нелепо отказываться от автомобиля из-за того, что переднее стекло иногда загрязняется...

В подобных случаях переход от ситуации к задаче осуществляется по очень простому правилу: «Все остается, как было, но исчезает недостаток». Пусть шлак по-прежнему перевозят в обычных открытых ковшах, но твердая корка не должна образовываться.

В задаче 41 — иная картина. Система не справляется со своей основной функцией: конвейер должен, прежде всего, формировать ровную стеклянную ленту, а уж потом — это дело второе — отвозить ее от печи. Роликовый конвейер исчерпал возможности своего развития (не вообще, конечно, а в производстве стекла), и его необходимо заменить новой системой.

Разумеется, могут встретиться промежуточные случаи, когда нет твердой уверенности: то ли сохранять имеющуюся систему, то ли искать систему

принципиально новую. В подобных случаях надо начинать с такой формулировки задачи, при которой система сохраняется.

Любая точная наука не исключает искусства. Скажем, с помощью одного и того же телескопа могут быть получены разные результаты, в зависимости от искусства исследователя. Многое зависит от целей, которые он себе ставит.

Предположим, поставлена задача заменить обычные корабли чем-то принципиально новым. Корабль — система, работающая на макроуровне: корпус, двигатели, винты — все это «железки», притом весьма и весьма крупные. Рано или поздно эта система должна перейти на микроуровень, хотя сегодня трудно представить, как именно будет выглядеть такой корабль.

Что может сказать теория решения изобретательских задач? Во-первых, задача перехода на микроуровень в принципе вполне решаема. Во-вторых, система «Корабль» еще не вступила в третий этап развития, когда жесткая, постоянная форма сменится гибкой, меняющейся. Резервы развития системы далеко не исчерпаны, и, следовательно, до перехода на микроуровень могут пройти многие десятки лет. И всё! На этом теория умолкает. Выбор задачи зависит от человека. Он должен сам решить, что предпочесть: журавля в небе или синицу в руке. Надо только ясно представлять себе: если берешься за создание принципиально новой технической системы, а старая еще не исчерпала возможностей развития, путь к признанию и внедрению изобретения будет долгим, очень долгим. Задачу, опережающую свое время, нелегко решить. И еще труднее доказать, что новая система возможна и даже необходима. В предыдущей главе я упомянул про вибрационный гироскоп. Так вот, заявка на это изобретение была подана в 1954 году, а авторское свидетельство изобретатель получил только через двадцать один год. Два десятка лет потребовалось на то, чтобы доказать осуще-

ствимость, полезность и новизну изобретения!

Представьте себе, что лет двести назад к кораблестроителям приходит изобретатель и говорит: «Зачем вы возитесь с парусами? Уберите паруса, поставьте паровой насос — есть такая машина в угольных шахтах. Пусть насос крутит колеса наподобие мельничных... Вот будет здорово!» Вряд ли кто-нибудь поверил бы, что это не шутка и речь идет о великом изобретении — пароходе.

Известный советский изобретатель Александр Григорьевич Пресняков подал заявку на необычный корабль — без винтов и гребных колес. Под днищем корабля расположен электромагнит в виде трубы. Там же — две металлические пластины, подсоединенные к электрической батарее. Морская вода — проводник электричества, поэтому между пластинами идет ток. А магнитное поле (вспомните физику седьмого класса) приводит в движение проводник с током. В результате вода отбрасывается назад, а корабль движется вперед.

Заявку на изобретение Пресняков подал в 1955 году... и получил отказ. Эксперты возмутились: что за чушь — выбросить двигатели и заменить их электромагнитным насосом!.. Пришлось изобретателю спорить, доказывать, убеждать... Только в 1969 году Пресняков получил авторское свидетельство. Четырнадцать лет добивался он признания! А впереди были другие этапы — детальная разработка конструкции, эксперименты, внедрение... Кораблей с двигателями Преснякова нет до сих пор. Хотя со временем они обязательно появятся. Переход технических систем на микроуровень — закон. Но таким же законом является и последовательность развития: система должна сначала исчерпать возможности развития на макроуровне и только потом может совершиться переход на микроуровень.

Александр Григорьевич Пресняков не получил авторского вознагражде-

ния, изобретение его пока существует лишь на бумаге. Но в историю кораблестроения навсегда вписана страница, что первый корабль с магнетогидродинамическим двигателем, опередив свое время, изобрел А. Г. Пресняков. Радость творчества, сознание, что ты смог решить задачу будущего, — такова награда изобретателя. Выиграло и общество: когда настанет время переводить систему «Корабль» на микроуровень, один из путей этого перехода будет ясен. Преждевременные изобретения в конечном счете оказываются крупными и практически выгодными...

Есть и другая возможность: система «Корабль» сегодня отнюдь не устареет, можно направить энергию на решение сравнительно небольших задач по усовершенствованию корабля и отдельных его частей на макроуровне. Задач тут множество — решай и внедряй. За несколько лет можно получить двадцать, тридцать, пятьдесят авторских свидетельств, внедрить большинство изобретений, увидеть придуманное в натуре, услышать слова благодарности от людей, которым твое изобретение облегчило труд. И получить авторское вознаграждение.

#### *Задача 42.*

#### *ДОЖДЬ НЕ ПОМЕХА*

*В порту грузили корабль. Мощный кран опускал поддоны с мешками в открытый проем судового трюма. Шел сильный дождь, и вода попадала в трюм.*

*— Ну и погодка, — проворчал один из грузчиков. — Промок насквозь...*

*— Ничего не поделаешь, — ответил другой. — Во время погрузки трюм не закроешь, крышу не поставишь...*

*И тут появился изобретатель.*

*— Нужна особая крыша, — сказал он. — Чтобы дождь не проходил, а грузы опускались свободно. Вот посмотрите...*

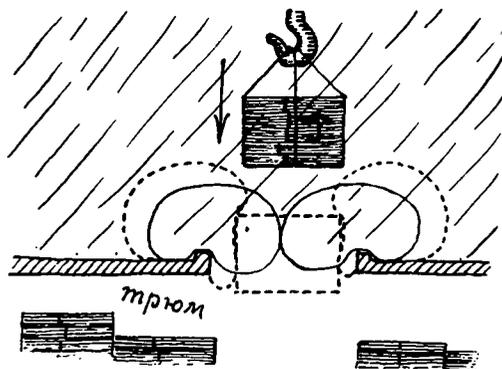
*Какую крышу предложил изобретатель?*

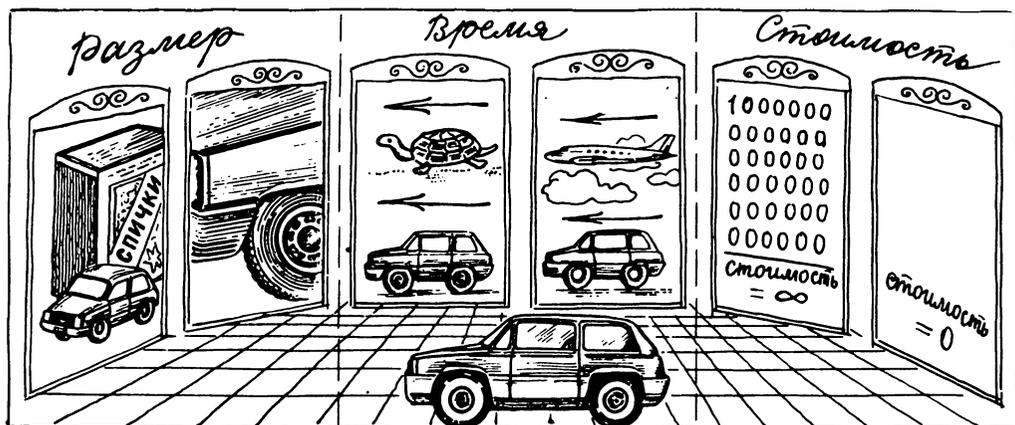
Тысячи кораблей стоят в портах. Десятки тысяч людей работают под солнцем, дождем, снегом. Крыша над трюмами, бесспорно, нужна. И придумать ее нетрудно. Подобная задача возникла давным-давно: чтобы не было сквозняков в заводском цехе, двери должны быть закрыты. А чтобы свободно проезжали автопогрузчики, двери должны быть открыты. Противоречие устранили очень просто: створки дверей сделали из плотной резины. Погрузчик свободно проезжает — створки раскрываются, а потом сами закрываются. Проем судового трюма шире заводских дверей. Но створки крыши можно сделать надувными — они будут стоять над трюмом как двухскатная крыша. Груз свободно раздвинет такие створки и опустится вниз. На это изобретение легко выдали авторское свидетельство — все так очевидно...

Нужно решать всякие задачи — небольшие, средние, крупные и крупней-

шие. Но недостатки метода проб и ошибок проявляются тем сильнее, чем крупнее задача. Поэтому огромные институты работают над усовершенствованием уже существующих систем и нет институтов по «придумыванию» систем принципиально новых. С возникновением ТРИЗ положение меняется, и надо полагать, что со временем будут организованы изобретательские бюро, специализирующиеся на поиске и решении задач далекого будущего.

Самая выигрышная ситуация — когда система исчерпала возможности развития и должна быть уже сегодня заменена другой системой, основанной на иных принципах. Недостатки старой системы всем очевидны, новую идею ждут с нетерпением. Как в задаче 41: невыгодно делать ролики еще более тонкими. Роликовый конвейер явно должен быть заменен чем-то принципиально иным.





## СТРАННЫЕ ЗЕРКАЛА ОПЕРАТОРА РВС

Однажды у Ходжи Насреддина потребовали совершить чудо. Ладно, сказал Насреддин, сотворю чудо, но при условии, что все присутствующие не будут думать о белой обезьяне. Насреддин подробно описал эту обезьяну и повторил: ни в коем случае не думайте о ней. Конечно, после этого никто не мог отвязаться от мыслей о белой обезьяне...

Изобретательская задача, как лукавый Насреддин, навязывает нам «белую обезьяну». Мы твердо решили отказаться от роликового конвейера, но перед мысленным взором вновь и вновь возникает знакомый образ конвейера — роликового, ленточного. Уйти от привычного образа очень трудно, ведь неизвестно, как должен выглядеть принципиально новый конвейер.

Вспоминается любопытная история. Промышленность ежегодно выпускает сотни миллионов фаянсовых чашек, блюдец, тарелок. Каждое изделие дважды подвергают обжигу. После первого обжига изделия сортируют — в зависимости от того, как прошел обжиг, а потом еще раз обжигают, подбирая для каждой группы наиболее подходящий режим. Сортировку ведут по звуку. Работница берет тарелку, осторож-

но ударяет ее молоточком и по «звонкости» звука определяет степень обжига. Операцию эту так и называют — «перезвонка». Работа нелегкая: всю смену переключая тарелки, напряженно вслушиваясь в негромкий «звон». И вот изобретатели решили создать автомат для «перезвонки». Типичный случай, когда старая система устарела и ее необходимо заменить чем-то принципиально иным. Изобретатели это понимали, но вот уйти от «белой обезьяны» им не удалось. Была построена «рукастая» машина: она одной «рукой» брала тарелку и ударяла по ней молоточком, зажатым в другой «руке». Микрофон ловил звук, электронное устройство анализировало его и подавало команду «руке» — куда класть тарелку.

Машину установили на фабрике. И тут выяснилось: работает машина медленнее человека. Попробовали увеличить скорость движения механических рук — машина стала бить тарелки. Пришлось работницам, как и раньше, вручную «перезванивать» горы тарелок...

На первый взгляд очень просто заменить руки механическими зажимами. Но рука, кисть руки, пальцы —

инструменты, не превзойденные по чувствительности и подвижности, по тонкости регулирования и управления, по умению приспособляться к различной работе. Действует рука по командам мозга; в сущности, она часть единой системы «мозг — рука», а система эта совершенствовалась миллионы лет.

В технических музеях стоят «рукастые» швейные машины, укладчики кирпича, сборщики плодов... Все они оказались неудачными. Чтобы успешно механизировать работу руки и пальцев, надо идти в обход: изменить принцип действия, найти новый способ работы, который легко поддается механизации.

Теория решения изобретательских задач предлагает в помощь воображению очень оригинальный инструмент. Называется он — оператор РВС. Это шесть вопросов, которые должен рассмотреть изобретатель. Что произойдет, если размеры предмета, о котором идет речь в задаче, начнут уменьшаться? Или, наоборот, будут увеличиваться? Что произойдет, если действие, которое мы рассматриваем, будет идти все медленнее и медленнее или все быстрее и быстрее? Как решать задачу, если введено дополнительное условие: стоимость новой машины должна быть равна нулю? Или наоборот: машина может быть неограниченно дорогой. Как тогда решается задача?

Шесть вопросов оператора РВС, как зеркала в «комнате смеха», искажают условия задачи... и заставляют работать наше воображение, помогают уйти от навязчивого образа старой системы.

Представьте себе, что тарелка стала меньше двухкопеечной монеты. А потом еще меньше — как пылинка. Такую тарелку не зажмешь пальцами, не ударишь по ней молоточком. Для тарелки-пылинки нужен невесомый молоточек... А если ускорить действие? Пусть тарелка имеет обычные размеры, но на «перезвонку» дается всего одна секунда... одна тысячная секунды... одна миллионная секунды. За такой корот-

кий промежуток времени звук просто не дойдет до ушей контролера или до микрофона. Значит, нужно что-то более быстрое, чем звук. Быстрее звука — свет! А что, если «ударить» по тарелке светом (ведь это невесомый молоток!) и поймать отраженный луч, «прислушаться» к нему?..

Оператор РВС не предназначен для получения ответа на задачу. Он должен лишь устранить психологическую инерцию, присущую нашему мышлению. Странные зеркала оператора РВС — инструменты для первоначальной работы над задачей. Если вам приходилось паять, вы знаете, что сначала надо кислотой очистить спаиваемые поверхности, снять с них налет окислов. Нечто подобное делает с задачей (и с нашим мышлением) оператор РВС. Бывает, после применения оператора РВС задача становится настолько легкой, что, собственно, ее и решать не приходится.

Взять хотя бы задачу о тарелках. Оператор РВС дал подсказку: хорошо бы заменить молоточек световым лучом. Для проверки тарелок это новый принцип. Но, может быть, другие изделия уже проверяют просвечиванием? Может быть, уже придуманы для этого приборы? Тогда мы возьмем готовый прибор, немного переделаем, приспособим для проверки тарелок — и всё, можно внедрять.

Где приходится проверять маленькие керамические детали? Каждый радиолюбитель знает резисторы, очень распространенные радиодетали, сделанные из керамики. Конечно, резисторы проверяют. По размерам они намного меньше тарелок. Резисторы не проверишь «перезвонкой», поэтому их контролируют с помощью света: в зависимости от степени обжига резисторы по-разному пропускают и отражают лучи света. Световой автомат сортирует тысячи резисторов в час. Немного переделать автомат — и он избавит работников от ручной «перезвонки» тарелок.

Полистайте бюллетень изобретений, и вы сразу убедитесь, что мы на вер-

ном пути: мелкие предметы проверяют не по звуку, а напросвет. Скажем, зернышко риса. Его «обжигает» солнце, а контроль этого «обжига» — при определении степени созревания — ведут лучом света; есть такое авторское свидетельство.

Посмотрите, что получается. Применяя оператор РВС, мы словно нарочно усложняем задачу, но решение ее облегчается! Происходит это потому, что оператор РВС помогает нам избавиться от психологической инерции и взглянуть на задачу непредвзято.

### Задача 43.

#### СЛЕДСТВИЕ ВЕДУТ ЗНАТОКИ

— Нужно проверить это ружье, — сказал следователь и положил на стол эксперта охотничью двухстволку. — Мне надо выяснить, стреляли из этого ружья неделю назад или не стреляли?

Эксперт внимательно осмотрел ружье и покачал головой:

— Не знаю, как подойти к задаче. Ружье вычищено, нагара нет...

И тут появился изобретатель.

— А я знаю, — сказал он. — Обратимся к оператору РВС.

Предположим, выстрел произошел день назад... час назад... пять минут назад. По условиям задачи нагара в стволе нет. Но если выстрел произошел минуту назад, ствол будет чуть-чуть теплее, чем обычно. А если стреляли десять секунд назад — еще теплее. Значит, можно даже с закрытыми глазами сказать — стреляли из ружья или нет. Правда, «температурная память» металла очень уж коротка...

Хорошо, поищем у металла какую-нибудь другую «память». Какие свойства стали меняются при выстреле? вспомните задачу 32 — об обогреве проводов. При нагревании выше точки Кюри сталь размагничивается. Исчезают магнитные свойства и при ударе. Пороховые газы бьют не только по пуле, но и по стволу. Обычно ствол на-



магничен (хотя и слабо): на него действует магнитное поле Земли. Выстрел — и ствол мгновенно размагничивается. За три-четыре недели намагниченность восстанавливается. Чем больше времени прошло после выстрела, тем ближе к «норме» намагниченность ружья. Достаточно сравнить намагниченность двух ружей, чтобы определить, из какого стреляли, скажем, неделю назад.

На этот раз оператор РВС помог пройти полдороги к ответу: подсказал идею «температурной памяти», а чтобы перейти к «магнитной памяти», пришлось вспомнить физику. Так бывает часто. Оператор РВС дает намек, подсказку, а дальше надо сформулировать ИКР, найти физическое противоречие, использовать правила вепольного анализа и физику.

Попробуем теперь применить оператор РВС к задаче 41. Диаметр роликов уменьшается... Ролики в десять раз, в сто раз тоньше волоса... Построить конвейер с такими роликами невообразимо трудно. Но мы ведем мысленный эксперимент, чего же нам бояться? Пусть ролики станут еще более тонкими — как молекула. Будем растягивать молекулу... Минимальная толщина —

один атом, потом молекула порвется...  
Стеклянная лента движется по слою шариков-атомов. Отличный был бы конвейер, идеально ровный!

Подсказка есть, воспользуемся ею. Под стеклянную ленту надо «насыпать» шарики-атомы. Это не атомы газа — те сразу разбегутся, улетучатся. И не атомы твердого тела — они не будут свободно двигаться. Остается одна возможность — использовать атомы жидкости. Раскаленная стеклянная лента свободно катится по поверхности жидкости — идеальный конвейер...

Какую жидкость взять для такого конвейера?

Не будем искать наугад. Шерлок Холмс, великолепно понимавший значение организованного, направленного мышления, сказал как-то: «Я никогда не гадаю. Очень дурная привычка: действует губительно на способность логически мыслить». Учтем это и поищем нужную жидкость строго логически.

Прежде всего, нам нужна жидкость легкоплавкая. Далее, у жидкости должна быть высокая температура кипения, иначе она закипит, и поверхность ленты станет волнистой. Удельный вес жидкости должен значительно превышать удельный вес стекла ( $2,5 \text{ г/см}^3$ ), иначе стеклянная лента не будет держаться на ее поверхности.

Итак, искомое вещество имеет

температуру плавления	не выше $200-300^\circ$ ;
температуру кипения	не ниже $1500^\circ$ ;
удельный вес	не меньше $5-6 \text{ г/см}^3$ .

Таким сочетанием свойств обладают только металлы. Если не брать во внимание редкие металлы, претендентов совсем мало: висмут, олово, свинец... Висмут дорог, пары свинца ядовиты, остается олово. Итак, вместо конвейера — длинная ванна с расплавленным оловом. Вместо роликов и шариков — атомы. Система перешла на микроуровень, появилась возможность дальнейшего развития. И действительно, сразу после этого изобретения потоком пошли патенты на различные усовершен-

ствования. Например, если через олово пропустить ток, то с помощью магнитов можно перемещать олово, придавать его поверхности любую форму — только на эту тему сделано несколько сотен изобретений...

А теперь попробуйте самостоятельно применить оператор РВС.

#### Задача 44.

### НУЖНА СВЕЖАЯ ИДЕЯ

*В одном институте разрабатывали проект не совсем обычного нефтепровода: по одним и тем же трубам должны были поочередно идти разные жидкости.*

*Чтобы жидкости не смешивались, их надо было разделить специальным устройством: течет первая жидкость, за ней шар, словно поршень, а за шаром другая жидкость.*

— *Не надежно,* — сказал руководитель проекта. — *Давление в трубопроводе большое, десятки атмосфер. Жидкости будут просачиваться, смешиваться.*

— *Может быть, взять другие разделители?* — спросил инженер и показал каталог завода, выпускающего дисковые разделители. В каталоге была картинка: по трубопроводу движется «пробка» из трех резиновых дисков.

— *Они часто застревают,* — возразил руководитель проекта. — *А главная беда в том, что через каждые двести километров стоят насосные станции; подойдет разделитель к станции, надо его вытаскивать, через насос он не пройдет. Так что и шары и диски одинаково плохи. Нужен разделитель, способный проходить через насосы и гарантирующий, что жидкости не смешаются.*

*И тут появился изобретатель.*

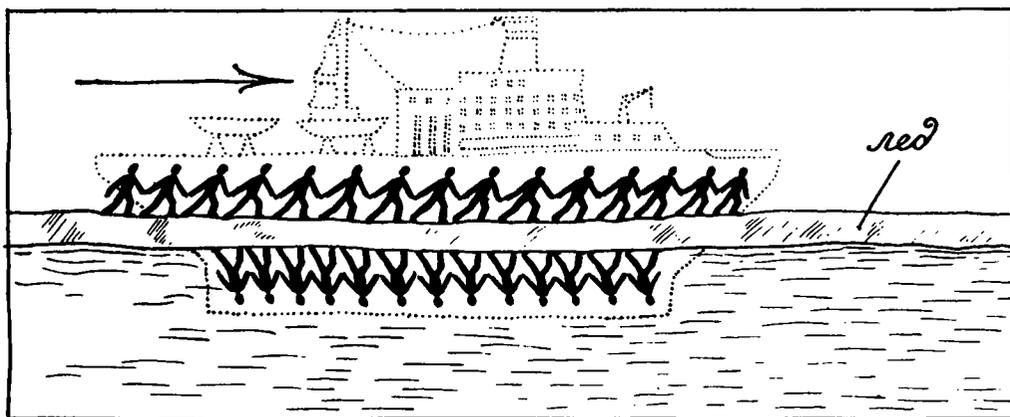
— *Используем оператор РВС,* — предложил он. — *Нам ведь нужна свежая идея...*

*И свежая идея появилась. Как вы думаете — какая?*

Примените первую же из шести операций — мысленное уменьшение размеров трубопровода. Учтите, что идея разделить трубопровод продоль-

ной перегородкой не годится. Нужно, чтобы по трубопроводу поочередно шли разные жидкости — и не смешивались...





### ТОЛПА МАЛЕНЬКИХ-МАЛЕНЬКИХ ЧЕЛОВЕЧКОВ...

Оператор РВС сильный, но не единственный инструмент для преодоления психологической инерции. «Носителями» психологической инерции могут быть слова, в особенности специальные термины. Ведь термины существуют для того, чтобы точнее отражать то, что уже известно. А изобретатель должен выйти за пределы известного и тем самым сломать устоявшиеся представления, «охраняемые» терминами. Поэтому задачу — даже самую сложную! — надо пересказать «простыми словами».

На занятиях по теории решения изобретательских задач был такой случай. Моряк предложил задачу об увеличении скорости продвижения ледокола сквозь лед. Задачу решил у доски инженер, не имевший никакого отношения к морю. И на доске появилась такая запись: «Штуковина должна свободно проходить сквозь лед, словно его не существует». Я сидел рядом с моряком и слышал, как он возмущался: «Хулиганство какое-то... Почему ледокол — это штуковина?!» Но инженер поступил совершенно правильно. Ведь слово «ледокол» навязывает определенный путь решения: надо колоть, разрушать лед... А если научиться про-

ходить сквозь лед, не ломая его? Поэтому «штуковина» — термин вполне уместный. Как «икс» в математике.

Кстати, «штуковина» и в самом деле оказалась непохожей на ледокол. Представьте себе корпус корабля, у которого вырезан средний слой — тот слой, который находится на уровне льда. Или, скажем, десятиэтажный дом, у которого нет седьмого этажа. Корпус крупного ледокола как раз имеет высоту с десятиэтажный дом. Если одного этажа нет, лед (его толщина два-три метра) свободно пройдет сквозь отсутствующий этаж. И корабль сможет двигаться, не ломая лед.

Идеально было бы никак не соединять верхнюю и нижнюю части корпуса. Но практическое решение только приближается к ИКР. Приходится немного отступить от идеала — соединить обе части корпуса двумя прочными, узкими и острыми стойками-лезвиями. Они прорежут узкие щели во льду — это намного легче, чем взламывать лед на всю ширину ледокола...

Задача была красиво решена, но моряк, предложивший задачу, остался недоволен. В ту пору шли эксперименты по разрушению льда гидропушками, было много изобретений на тему «да-

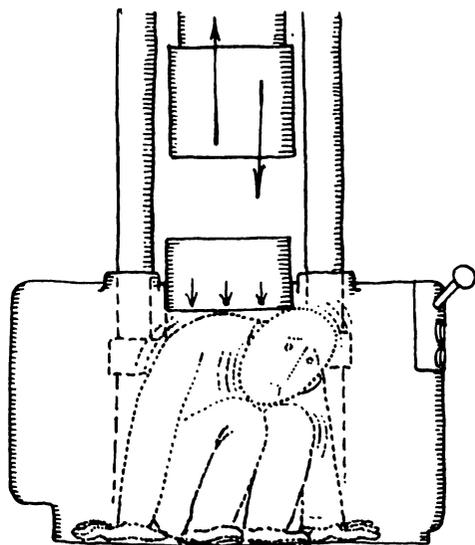
вайте сильнее разрушать лед», а тут — «штуковина», которая проходит сквозь лед, почти не разрушая его. Непривычно!.. Шесть лет спустя был опубликован патент на полупогруженное судно (вот и возник новый термин!), потом появились другие патенты и авторские свидетельства. На верфях уже заложены первые «сквозьледоходы». Как видите, для правильной оценки идеи изобретения тоже нужны воображение и знание законов развития технических систем...

Приемы преодоления психологической инерции, используемые в ТРИЗ, кажутся чисто психологическими. На самом деле суть этих приемов в том, что они указывают направление, в котором закономерно развиваются технические системы.

Лет тридцать назад американский исследователь Уильям Гордон предложил использовать при решении изобретательских задач особый прием — эмпатию. Суть этого приема в том, что человек представляет себя машиной, о которой идет речь в задаче, вживается в образ этой машины и пытается искать решение, так сказать, играя за машину. Это чисто психологический прием, расчет на то, что неожиданный взгляд на задачу позволит увидеть нечто новое.

Мы решили проверить идею Гордона, поставили эксперименты. Оказалось, что эмпатия иногда помогает найти решение, но значительно чаще приводит в тупик. Вообразив себя машиной, изобретатель начинает избегать идей, связанных с ее разрушением, разделением, измельчением, плавлением, замораживанием... Для живого организма такие действия неприемлемы, запретны. И человек невольно переносит этот запрет на машины. А ведь машины и их части вполне можно разделять, измельчать и т. д.

Взять хотя бы задачу о роликовом конвейере. В поисках решения нам пришлось мысленно раздробить ролики, измельчить их до атомов. Измельчение частиц — одна из главных тен-



денций в развитии рабочих органов машин. Чем меньше частицы, тем легче ими управлять и тем больше открывается возможностей перед машиной. Вспомните машины на воздушной подушке: колеса были «измельчены», заменены молекулами газа, и машина приобрела способность двигаться по бездорожью, по воде.

В ТРИЗ вместо эмпатии используют... маленьких человечков. Прием очень прост: надо представить себе, что объект (машина, прибор и т. д.) — это скопление множества маленьких-маленьких человечков. Отчасти это похоже на эмпатию: можно взглянуть на задачу «изнутри», глазами одного из маленьких человечков. Но это «эмпатия без эмпатии» — нет присущих эмпатии недостатков. Идеи деления, дробления, измельчения легко воспринимаются: толпу маленьких человечков можно разделить, перестроить...

Однажды в порядке эксперимента группу инженеров попросили применить эмпатию к задаче о ледоколе. Инженеры охотно предлагали разные идеи о том, как ломать лед, но не высказали ни одной идеи о том, как ломать сам ледокол... Тогда тут же задачу дали другой группе и предложили

использовать ММЧ — моделирование маленькими человечками. У нескольких инженеров сразу появилась одна и та же идея: пусть толпа человечков (то есть корпус корабля) расступится и с двух сторон обойдет препятствие (лед). Группа была новая, и смелую идею никто всерьез не принял. «Это мы предлагаем, так сказать, в порядке бреда», — извиняющимся тоном сказал один из инженеров...

ММЧ требует сильного воображения. Надо представить себе, что объект состоит из коллектива маленьких человечков. Не молекул или атомов, а живых и мыслящих существ. Что они чувствуют? Как действуют? Как должны действовать? Как должен действовать коллектив?.. Очень удобная модель для размышления! Если, конечно, есть навыки работы с такой моделью.

#### Задача 45.

#### КАПРИЗНАЯ КАЧАЛКА

*Дозатор жидкости сделан в виде качалки (рис. 1). В левой части дозатора — емкость для жидкости. Когда емкость наполнена, дозатор наклоняется влево, и жидкость выливается. При этом левая часть становится легче, дозатор возвращается в исходное положение. К сожалению, дозатор работает неточно: выливается не вся жидкость. Как только часть жидкости выльется, облегченная емкость уходит вверх — получается «недолив». Сделать емкость побольше и смириться с тем, что в ней остается часть жидкости? Но качалка капризна: «недолив» зависит от многих причин (вязкость жидкости, трение в опорах дозатора и т. д.). Нужно устранить «недолив» как-то иначе...*

Используем метод моделирования маленькими человечками. На качелях — девочки (жидкость) и мальчики (противовес в правой части дозатора). Вот принят «груз» (рис. 2), и левая часть качелей пошла вниз (рис. 3). Но как только прыгнули одна-две де-

вочки, левая часть качелей уходит вверх (рис. 4)... Как сделать, чтобы все девочки успевали спокойно сойти с качелей? Ответ очевиден: пока девочки будут сходить, мальчики должны подвинуться к центру качелей (рис. 5), а потом вернуться в исходное положение (рис. 6).

Теперь перейдем от модели к реальной конструкции. Грузик в правой

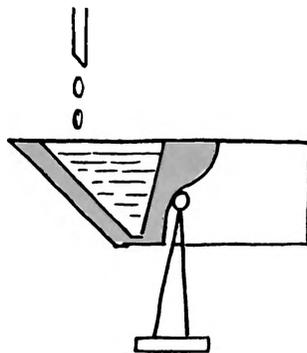


Рис 1

части дозатора должен легко перемещаться «туда-сюда». Ясно, что лучше всего сделать грузик в виде шарика (рис. 7).

Задача решена. Мы вышли на ответ, используя метод ММЧ. Но нетрудно заметить, что при этом выявлено и устранено физическое противоречие («Момент силы, действующий на правую часть дозатора, должен быть малым, чтобы вся жидкость сливалась, и момент силы должен быть большим, чтобы емкость доверху наполнялась жидкостью»). Можно отметить и другое: дозатор, не имевший подвижных частей, теперь стал «динамичным», то есть техническая система вступила в третий этап развития. Следовательно, все идет как надо, решение найдено хорошее...

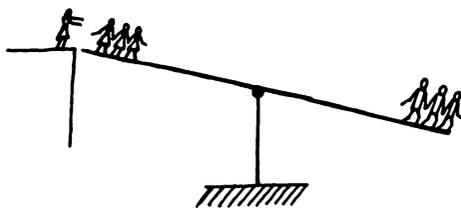


Рис 2

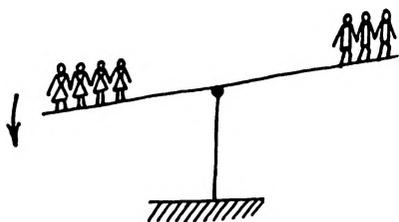


Рис 3

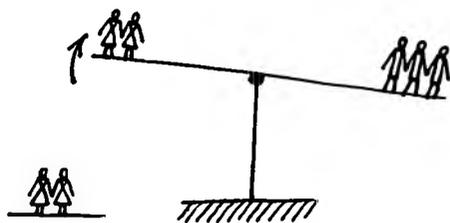


Рис 4

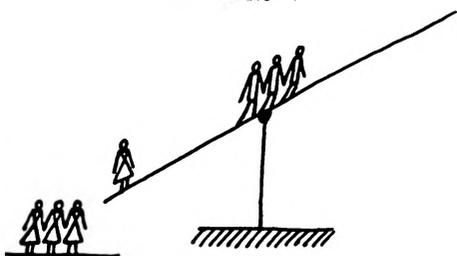
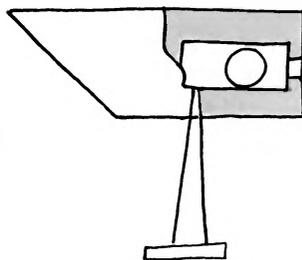


Рис 5



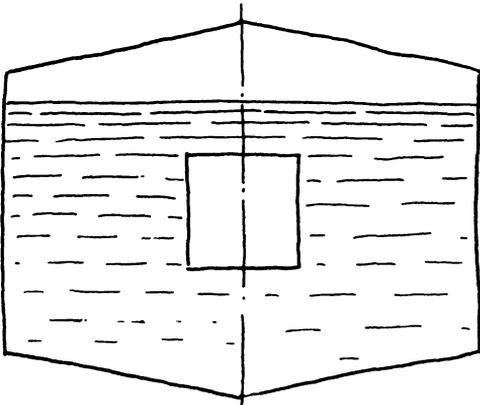
Рис 6



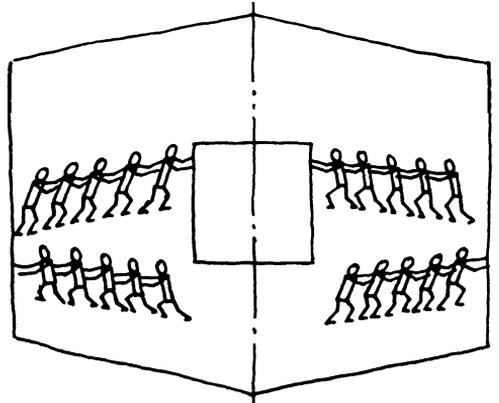
### Задача 46. ВОПРОКИ ФИЗИКЕ?..

Если вращать сосуд с жидкостью, центробежная сила заставит жидкость давить на стенки сосуда. Этим иногда пользуются в технике для обработки изделий давлением. Предположим теперь, что изделие расположили не у стенок, а в центре сосуда (рис. 8). Как заставить жидкость во вращающемся сосуде — вопреки законам физики! — давить не на стенки, а на изделие?..

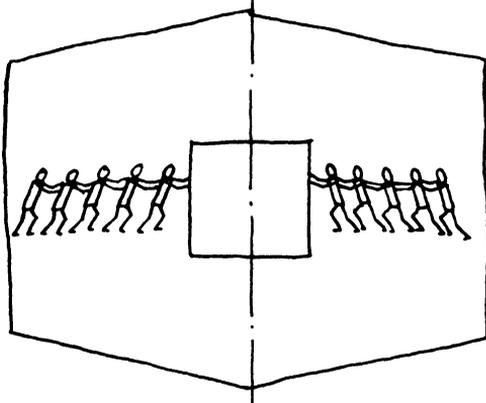
Применим метод ММЧ. Физическое противоречие: по условиям задачи «человечки жидкости» должны давить на изделие (рис. 9), а по законам физики они обязаны давить в противоположную сторону (рис. 10). Будем действовать по обычной для ТРИЗ логике: совместим несовместимое. Пусть одновременно происходят два противоположных действия (рис. 11). К сожалению, человечки давят только на стенки; давления на изделия нет. Значит, давление на стенки надо «перевернуть» (рис. 12). Но как это сделать? Если мы столкнем одну шеренгу человечков с другой, давление просто нейтрализуется (рис. 13). Как при соревнованиях по перетягиванию каната, когда силы команд равны... Впрочем, ничто не мешает нам поставить в нижнюю шеренгу более сильных (более массивных) человечков (рис. 14). Вот и ответ! Пусть в сосуде будут две разные жидкости, например ртуть и масло (рис. 15). При вращении сосуда давле-



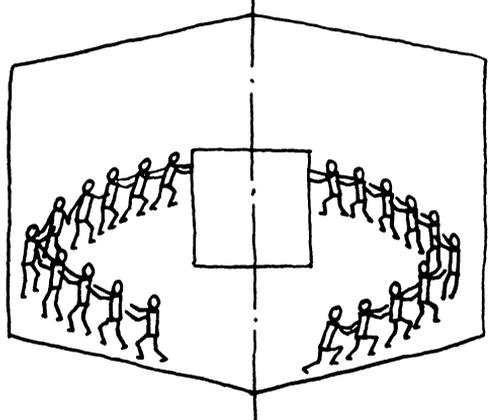
*Рис 8*



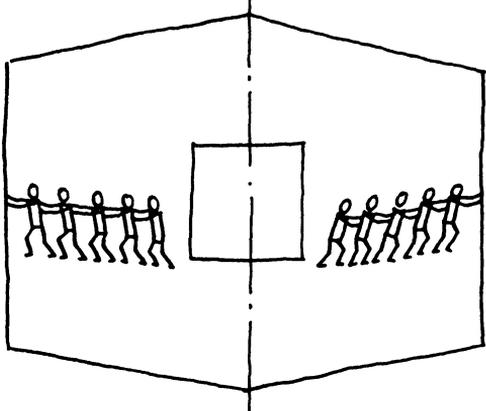
*Рис 11*



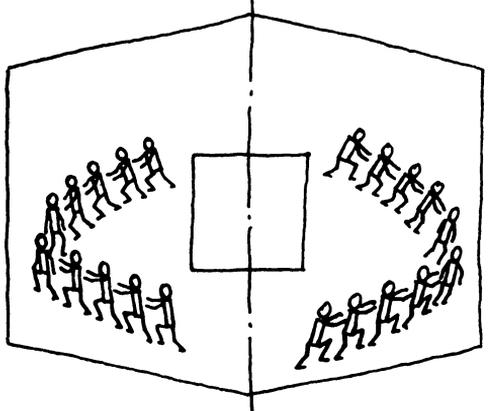
*Рис 9*



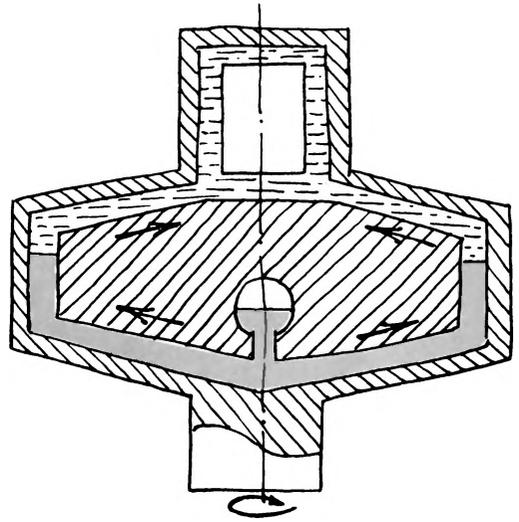
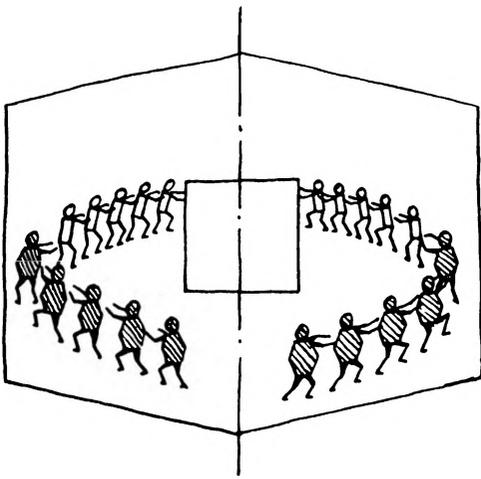
*Рис 12*



*Рис 10*



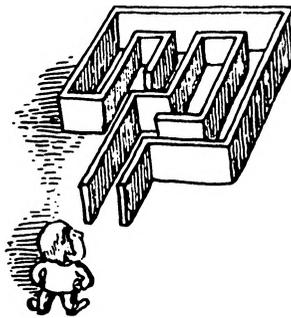
*Рис 13*

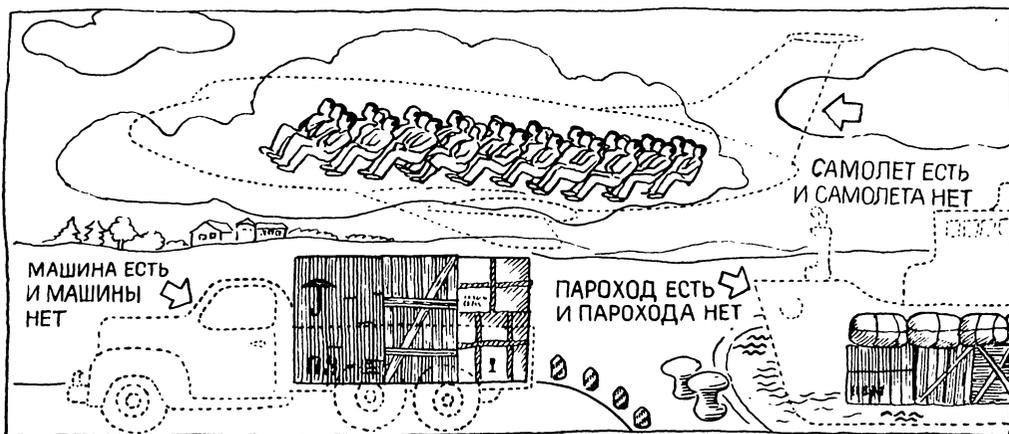


ние ртути пересилит давление масла и заставит масло давить на изделие. Красивое решение, казалось бы, совершенно нерешимой задачи...

Попробуйте теперь самостоятельно применить метод ММЧ для решения задачи 44 — о разделителе для нефтепровода. Представьте себе разделитель: группа «синих» человечков делит по-

ток «красных» человечков на две части. Как должны действовать «синие» при движении по трубопроводу? Какой должна быть группа «синих», чтобы свободно проходить через насосы? И как надо вести себя «синим», когда транспортировка окончена и «синие» вместе с «красными» оказались в одном резервуаре?





## ИДЕАЛЬНАЯ МАШИНА — КОГДА МАШИНЫ НЕТ...

Массивные, жесткие, неменяющиеся технические системы вытесняются системами легкими, «воздушными», даже «эфимерными», построенными из мелких частиц, молекул, атомов, ионов, электронов, управляемых полями. У идеальной машины вообще не должно быть веса, объема... Идеал — когда действие осуществлено, а машины нет. Поэтому определение ИКР, то есть идеального конечного результата, — это прием, основанный на использовании одной из главных закономерностей развития технических систем. И вместе с тем это психологический прием: ориентируясь на ИКР, человек перестает думать о старой, привычной форме машины. Переход к ИКР — очень сильный прием, и существует множество правил, позволяющих точно сформулировать ИКР. Не будем вдаваться в тонкости. Важно главное: надо требовать, чтобы все происходило само собой, словно в сказке.

### Задача 47.

### КАК В СКАЗКЕ

В совхозе обсуждали проект новых парников.

— Вообще-то неплохо, — сказал директор, — но механизации нет. Смотрите, вот крыша парника: легкая металлическая рама со стеклом или пленкой, закрепленная с одной стороны. Если температура внутри выше 20 градусов, надо приподнять раму, а если ниже — опустить. За день температура в парнике может измениться десятки раз. Что же, все время вручную открывать и закрывать раму?

— Почему вручную? — сказал механик. — Можно поставить приборы — температурное реле. Изменится температура — они включат электромоторы. К моторам пристроим шестерни, рычаги, тросы, чтобы поднимать и опускать раму.

— Не пойдет, — решительно возразил бухгалтер. — У нас сотни парников, и на каждом вы установите машину. Слишком сложно и дорого.

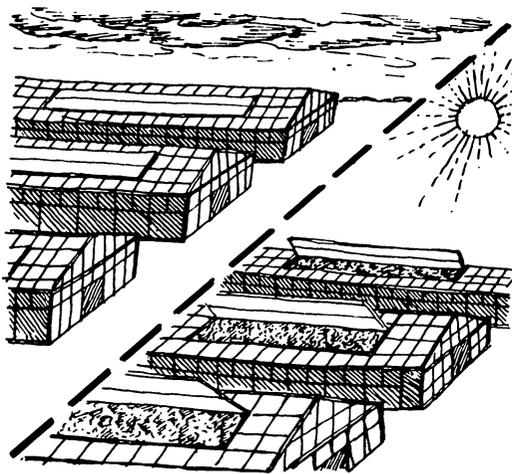
— Возникает техническое противоречие, — подытожил директор. — Выиграем в механизации, проиграем в усложнении и удорожании парников...

И тут появился изобретатель.

— Сформулируем ИКР, — сказал он. — Чтобы было как в сказке. Хорошая формулировка ИКР плюс физика девятого класса — и задача решена.

*Как сформулировать ИКР для этой задачи? Что имел в виду изобретатель, упомянув о физике девятого класса?*

Разберем эту задачу вместе. Прежде всего, отметим, что перед нами не задача, а ситуация, из которой нужно «извлечь» задачу. Система «Парник» — молодая, она еще даже не стала динамической, меняющейся. Поэтому задача здесь такая: сохраним парник, постараемся его не перестраивать, но уберем недостаток (крыша неподвижна, растения перегреваются). О механизации парника не может быть и речи. Ведь электромотор и передача от него к крыше — это уже новая система. ИКР должен звучать так: «Крыша сама поднимается при повышении температуры и сама опускается при ее понижении».



Несведущий человек воскликнет: «Невероятно!» Но мы с вами знаем, что такие «чудеса» вполне возможны. В задаче 32 — о защите проводов — ферритовые колечки сами становились магнитными и сами же теряли магнитные свойства. Почему же нельзя «договориться» с крышей, чтобы она сама поднималась и опускалась? Колечками командовало тепловое поле. Пусть оно

командует и крышей. Значит, надо использовать тепловое расширение. Возьмем стержень и... Нет, так ничего не получится. Даже при большом увеличении температуры стержень удлинится всего на доли процента. Именно поэтому мы использовали тепловое расширение для микроперемещения. А в этой задаче крышу нужно приподнять на 20—30 сантиметров.

Заглянем в учебник физики для девятого класса. В главе о тепловом расширении есть рисунок биметаллической пластинки — двух соединенных полосок из меди и железа. Медь при повышении температуры удлиняется сильнее, чем железо. Но в биметаллической пластинке медь и железо соединены, поэтому пластинка при нагреве изгибается, и очень сильно. Крышка парника, сделанная из таких пластин, при повышении температуры сама поднимется, а при понижении — сама опустится.

#### Задача 48.

#### КОРАБЛИ XXI ВЕКА

*В одном конструкторском бюро группа инженеров разрабатывала проект самоходной баржи. Работа скучноватая: баржа — как баржа, ничего нового. Чуть мощнее двигатель, чуть больше скорость, вот и всё.*

— Эх, спроектировать бы корабль XXI века, — сказал однажды самый молодой инженер. — В нем все должно быть принципиально новым.

— Даже корпус? — спросил его товарищ.

— И корпус, — ответил инженер. — В первую очередь корпус. Ведь он уже тысячу лет не менялся. Был деревянный, потом стальной. Все равно — обычная коробка.

— Корпус всегда будет коробкой... И тут появился изобретатель.

— Не спорьте! — сказал он. — Надо применить теорию решения изобретательских задач. Сейчас корпус корабля — жесткая коробка обтекаемой фор-

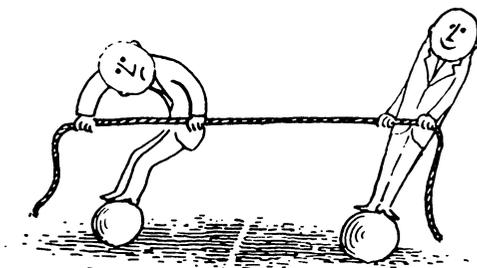
*мы. Техническая система на втором этапе развития. Значит, нужно перейти к подвижному, гибкому корпусу. Может быть, для этого придется перейти с макроуровня на микроуровень и построить корабль из атомов или молекул, управляемых полем... Можно поставить и более смелую задачу. Идеальная машина — когда машины нет, а действие осуществляется. Значит, идеальный корпус — это когда корпуса нет, а корабль существует, работает. Давайте используем моделирование маленькими человечками и оператор РВС...*

Итак, представьте себе стенку корабельного корпуса. Толстый стальной лист. А теперь замените его толпой маленьких-маленьких человечков. Как сделать, чтобы человечки не разбежались под ударами волн? Как должны действовать человечки, чтобы корабль

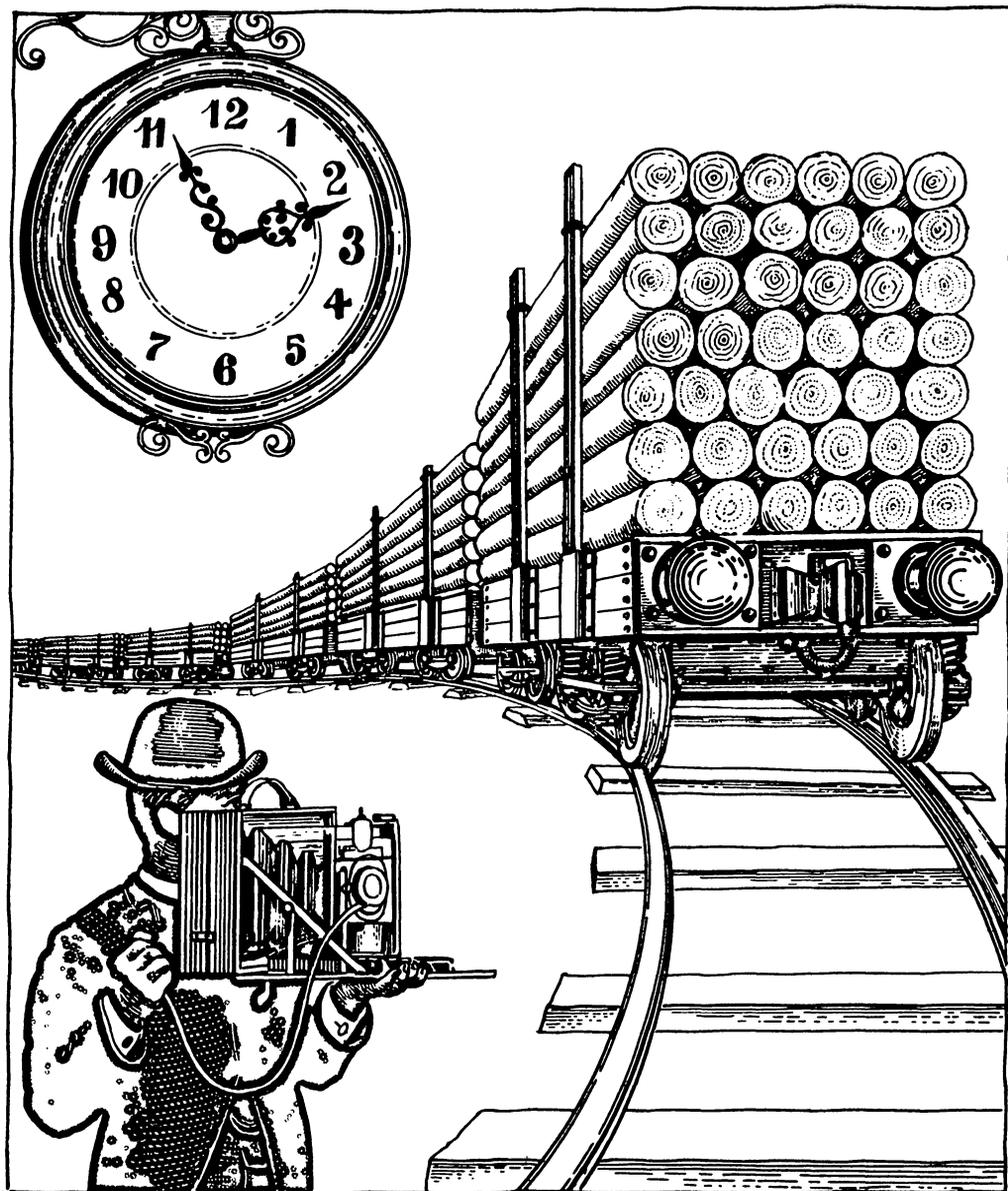
двигался быстрее? Обычная стенка трется о воду и тормозит движение корабля. Но у вас — стенка из человечков. Только прикажите — и человечки сделают всё, что вам угодно...

Поиграйте с человечками (постройте мысленную модель новой стенки), а потом вернитесь к технике: как технически осуществить то, что делают человечки?

Когда справитесь с этим, возьмитесь за вторую задачу: каким должен быть корабль с идеальным корпусом? Здесь надо использовать оператор РВС. Допустим, корабль стал размерами с молекулу. Собственно, корабля нет. Есть молекула и груз — отдельные атомы. Как молекуле перевозить груз? Представьте себе эту картину и перенесите найденный принцип на корабль, имеющий обычные размеры. Надо добиться, чтобы корпуса не было и чтобы он как бы был...



# Алгоритм таланта





## КОСТЮМ ДЛЯ ПОРТОСА

Когда впервые осматриваешь незнакомый город, что-то сразу бросается в глаза, а чего-то и не заметишь, пройдешь стороной. Примерно так получилось и с нашей экскурсией по ТРИЗ. Перечитав написанное, я вдруг обнаружил, что ничего не сказал о многих очень интересных приемах. Вот один из них; чтобы вы лучше ощутили его прелесть, начнем с задачи.

### *Задача 49.* **ПОЕЗД УЙДЕТ ЧЕРЕЗ ПЯТЬ МИНУТ**

*В открытые железнодорожные вагоны грузили сосновые бревна. Контролеры измеряли диаметр каждого ствола, чтобы потом вычислить объем всех бревен. Работа у замерщиков шла медленно.*

*— Придется задержать поезд, — сказал старший контролер. — Сегодня мы никак не управимся.*

*И тут, конечно, появился изобретатель.*

*— Есть идея! — воскликнул он. — Поезд уйдет через пять минут. Возьмите...*

*И он объяснил, что надо взять и*

*что надо сделать. А что предложите вы?*

Когда эту задачу напечатала «Пионерская правда», правильные ответы прислали только те ребята, которые твердо запомнили: чтобы решить изобретательскую задачу, надо преодолеть противоречие. Вот несколько неудачных предложений:

пусть замеры ведет бригада в 300—500 человек;

определить на глаз средний диаметр бревна и подсчитать, сколько бревен; сделать срезы всех бревен и без спешки измерить их диаметр, когда поезд уйдет...

За выигрыш в точности приходится платить проигрышем в стоимости, сложности. И наоборот: если предпочтешь простоту (измеришь на глаз), придется поступиться точностью. За этим техническим противоречием спрятано противоречие физическое: поезд должен уйти — и поезд должен остаться. Нужно сделать так, чтобы поезд ушел и в то же время как бы остался...

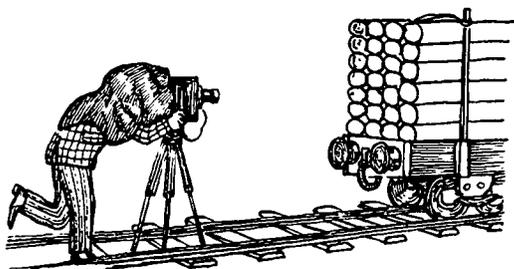
Вот мы и подошли к изобретательскому приему: если трудно измерить какой-то предмет, надо получить копию этого предмета и измерить копию. За

несколько минут можно сфотографировать бревна с открытой стороны вагона. К бревнам надо приложить линейку — для определения масштаба. И поезд можно отправлять: все измерения будут сделаны по снимкам.

Интересно, что первым идею этого приема высказал Александр Дюма, автор «Трех мушкетеров». В романе «Десять лет спустя» есть глава о том, как Портос заказывал новый костюм. Портос не соглашался, чтобы к нему прикасались, снимая мерку. Выход нашел драматург Мольер, оказавшийся в приемной портного. Мольер подвел Портоса к зеркалу и снял мерку с изображения мушкетера...

Остроумных приемов много, о них можно рассказывать и рассказывать. Но для первого знакомства с городом достаточно осмотреть несколько типичных зданий, пройти по нескольким типичным улицам, а потом взглянуть на общий план.

Вы теперь знаете некоторые законы развития технических систем, знаете почти два десятка приемов и, надеюсь, даже знаете, как применять кое-какие физические явления. Конечно, это всего лишь один квартал в городе ТРИЗ. Но — типичный квартал. Так перейдем же к общему плану ТРИЗ и посмотрим, как всё выглядит в единой системе.





## ПОСТРОИМ МОДЕЛЬ ЗАДАЧИ

Тридцать лет назад был разработан первый алгоритм решения изобретательских задач (сокращенно — АРИЗ). Слово «алгоритм» означает программу, последовательность действий. На уроках математики вы часто встречались с алгоритмами. Например, правила извлечения квадратного корня — это алгоритм, последовательность определенных операций: нужно записать данное число, разбить цифры на пары, извлечь корень из первой пары цифр (или из одного числа), записать этот корень и т. д. Алгоритмы встречаются не только в математике. Вот правило перехода улицы: «Сначала посмотри налево — нет ли машин; иди; дойдя до середины улицы, посмотри направо; иди» — это тоже алгоритм.

В первой главе я говорил: нужен мост от задачи к ответу. Таким мостом и служит АРИЗ. В АРИЗ семь частей, каждая часть состоит из ряда шагов, всего их около пятидесяти, причем большинство шагов включает несколько операций. Есть правила, помогающие избежать ошибок при «шагании»; эти правила, наверное, можно сравнить с перилами моста. Есть списки главных приемов и таблицы использования физических эффектов... Сложное соору-

жение — вместо простого «а если сделать так?».

Первая часть АРИЗ — постановка задачи. Кое-что об этом вы уже знаете: мы разбирали вопрос о том, когда надо решать данную задачу (то есть совершенствовать техническую систему), а когда необходимо ее заменить (искать нечто принципиально новое). Входит в первую часть АРИЗ и оператор РВС. Но мы еще не говорили об одном очень важном шаге — об использовании так называемых стандартов.

Наряду с простыми приемами существуют и комплексные, включающие несколько простых. Простые приемы универсальны, их можно использовать при решении самых разных задач. Чем сложнее комплексы приемов, тем крепче привязаны они к определенному классу задач. Зато сила специализированных комплексов очень велика: для задач, принадлежащих к своим классам, комплексные приемы дают оригинальные решения, близкие к ИКР. Такие комплексы (точнее, самые сильные из них) получили название стандартов.

С одним из них мы, кстати, познакомились: если нужно перемещать вещество, сжимать его, растягивать,

дробить, словом, если нужно управлять веществом и если это вещество не портится от добавок, задачу решают введением в вещество ферромагнитных частиц, управляемых магнитным полем.

Первая часть АРИЗ предусматривает проверку задачи: нельзя ли ее сразу решить по стандартам? Если задача стандартна, нет смысла идти дальше по АРИЗ. Проще применить стандарты и получить готовый ответ. Стандарты разработано более восьмидесяти.

Первая часть АРИЗ отсеивает стандартные задачи, а нестандартные меняет и уточняет. Расплывчатая и туманная ситуация превращается в четкую и правильно поставленную задачу. Во второй части АРИЗ совершается еще один переход: от задачи к модели задачи. В задаче много «действующих лиц» — частей системы. А в модели только два «действующих лица»; конфликт между ними и есть техническое противоречие. Очень часто модель задачи включает объект и внешнюю среду, окружающую объект. Вспомните, например, задачу о шлаке. Объект — горячий шлак. Внешняя среда — холодный воздух, соприкасающийся с поверхностью шлака.

В ситуации и задаче речь идет о реальных технических системах, а в модели задачи мысленно выделяются две части системы. В воздухе висит расплавленный шлак, а над ним — столп холодного воздуха. Вот и вся модель! Домны, железнодорожные платформы, даже ковши — все это не попадает в модель. Остаются только две конфликтующие части, и это уже огромный шаг вперед. Ведь вместе с другими частями мы отбрасываем множество «пустых» вариантов, которые пришлось бы рассмотреть.

В АРИЗ есть правила, как строить модель задачи. В модель всегда должно входить изделие. Второй элемент модели — то, что обрабатывает, меняет изделие, — инструмент или часть его, непосредственно воздействующая на изделие.

Правильный выбор конфликтующей

пары иногда сразу приводит к решению. Посмотрим это на простой задаче.

### Задача 50. ПУД ЗОЛОТА

*В небольшой лаборатории исследовали действие горячей кислоты на сплавы. В камеру с толстыми стальными стенками помещали 15—20 кубиков разных сплавов и заливали кислоту. Затем камеру закрывали и включали электрическую печь. Опыт продолжался одну-две недели, потом кубики доставали и исследовали их поверхность под микроскопом.*

*— Плохи наши дела, — сказал однажды заведующий лабораторией. — Кислота разъедает стенки камеры.*

*— Облицевать бы их чем-нибудь, — предложил один сотрудник. — Может быть, золотом...*

*— Или платиной, — сказал другой.*

*— Не пойдет, — возразил заведующий. — Выиграем в устойчивости, проиграем в стоимости. Я уж подсчитывал: нужен пуд золота...*

*И тут появился изобретатель.*

*— Зачем тратить золото? — сказал он. — Посмотрим модель задачи и автоматически получим другое решение...*

*Как построить модель задачи? Каков ответ на задачу?*

Давайте разберемся вместе. В задаче дана техническая система, состоящая из трех частей — камеры, кислоты и кубиков. Обычно считают, что это задача на предотвращение коррозии стенок от действия кислоты. То есть вольно или невольно рассматривают конфликт между камерой и кислотой, ищут средства защиты камеры от кислоты. Представляете, что получается? Скромная лаборатория, исследующая сплавы, должна оставить эту работу и заняться решением сложнейшей проблемы, над которой без особого успеха работали и работают тысячи исследователей: как защитить сталь от коррозии. Допустим даже, что эту проблему в

конце концов удастся решить. Но пройдет много времени, а испытания сплавов нужно вести сегодня, завтра...

Используем правило построения моделей. Изделие — кубик. На кубик действует кислота. Вот и модель задачи — кубик и кислота. Камера просто не попадает в модель! Надо рассмотреть только конфликт между кубиками и кислотой.

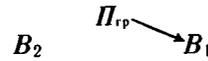
Здесь начинается самое интересное. Кислота разъедает стенки камеры. Понятно, в чем конфликт между камерой и кислотой. Но у нас в модель задачи входят только кубик и кислота. В чем же конфликт между ними?! В чем теперь задача? Кислота разъедает стенки кубика? Пусть разъедает! Для этого и проводятся испытания. Выходит, конфликта нет...

Чтобы понять суть конфликта между кубиком и кислотой, надо вспомнить, что мы не включили в модель камеру. Кислота должна держаться возле кубика без камеры, но сама по себе кислота не будет этого делать, она растечется... Вот этот конфликт нам и предстоит устранить. Очень трудную задачу (как предотвратить коррозию) мы заменили очень легкой (как не дать разлиться кислоте, находящейся возле кубика).

Ответ виден без дальнейшего анали-

за: надо сделать кубик полым, как стакан, а залить кислоту внутрь кубика.

Можно прийти к ответу и с помощью вепольного анализа. Гравитационное поле  $P_{гр}$  (сила тяжести) меняет состояние кислоты  $B_1$  (заставляет ее разливаться) и не меняет состояние кубика  $B_2$ :



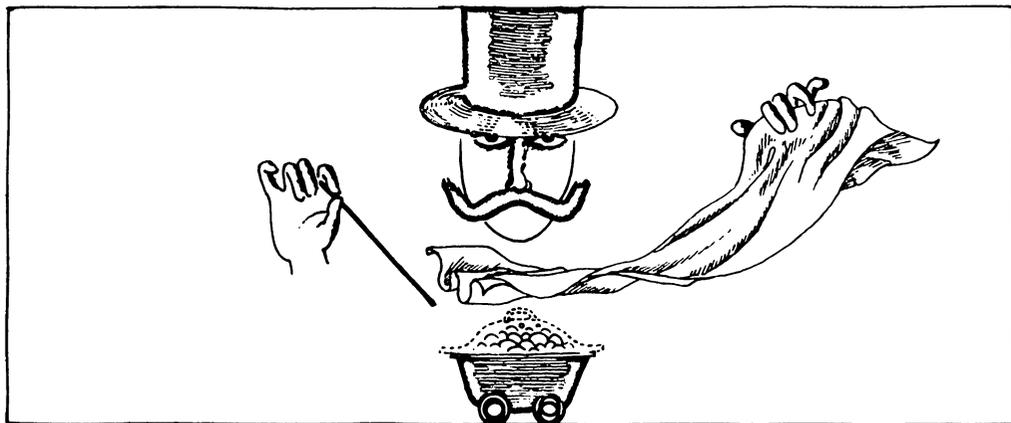
Нет веполя, не хватает по крайней мере одной стрелки. Тут могут быть только два варианта:



Первый вариант: кислота передает свой вес кубику, давит на кубик. Для этого кислоту придется залить внутрь кубика. Второй вариант: кубик и кислота испытывают одинаковое действие гравитационного поля. Свободно падает пролитая кислота, и свободно падает кубик. При этом кислота никуда не уйдет от кубика. Теоретически ответ годится, хотя практически — для условий нашей задачи — он слишком сложен.

Обратите внимание: догадка дала один ответ, анализ «поймал» оба. Да, Шерлок Холмс не зря отвергал догадку...





---

## ЗНАКОМЫЙ ФОКУС: ВЕЩЕСТВО ЕСТЬ — И ВЕЩЕСТВА НЕТ

---

Третья часть АРИЗ — анализ модели задачи. Сначала определяют, какой элемент конфликтующей пары надо изменить. Правила тут такие: менять надо инструмент, а если этого нельзя сделать по условиям задачи, надо менять внешнюю среду.

Следующий шаг — формулировка ИКР. Например: «Кислота сама держится у кубика...» Если бы ответ на «кубиковую» задачу не появился раньше, тут он стал бы совершенно очевидным. Это простая задача, мы ее рассмотрели только для примера. В трудных задачах анализ приходится вести значительно глубже: определить, какая зона выделенной части модели не справляется с требованием, указанным в ИКР, а потом сформулировать физическое противоречие.

Посмотрите, что получается. Сначала мы имеем дело с изобретательской ситуацией — в ней упоминаются несколько технических систем. Переходим к задаче, выбираем одну техническую систему. Строим модель задачи, оставляя только «кусочек» системы — две части. Затем выбираем одну часть и находим в ней ту зону, которую надо изменить. Шаг за шагом сужается область поиска. Диагноз выявляет боль-

ное место: «Оперировать надо здесь!»

Одновременно уточняется и суть «болезни». В ситуации только неопределенные жалобы — плохо, неудобно, дорого и т. д. От них мы переходим к техническому противоречию. И наконец к противоречию физическому. Как только выявлено физическое противоречие и найдено «больное место», анализ можно считать завершенным.

Возьмем хотя бы задачу о шлаке. Мы уже знаем, как перейти от ситуации к задаче: «Все осталось без изменения, но твердая корка шлака не образуется». О модели этой задачи мы тоже говорили: есть раскаленный шлак, а над ним холодный воздух. Шлак — изделие, значит, менять будем воздух. ИКР: холодный воздух сам не дает застыть шлаку. Дикая на первый взгляд мысль: холодный воздух должен защищать шлак от... холодного воздуха!

Пойдем дальше. Какая зона воздуха не соответствует этому требованию? Очевидно, та, которая непосредственно соприкасается с горячей верхней поверхностью расплавленного шлака. Теперь видно физическое противоречие: эта зона (там сейчас слой холодного

воздуха) должна быть чем-то заполнена, чтобы задерживать тепло, и эта зона не должна быть ничем заполнена, чтобы можно было свободно заливать и выливать шлак.

Итак, над поверхностью шлака должна быть прослойка вещества и не должна быть прослойка вещества. Такие задачи мы уже решали. Вы, наверное, помните правило: в подобных случаях надо не вводить посторонние вещества, а использовать видоизмененные вещества — из тех, что уже есть.

У нас два вещества — шлак и воздух, поэтому могут быть только три ответа:

1. Использовать измененный воздух. Нагреть тот слой воздуха, который лежит у поверхности шлака. Это плохое решение: придется ставить горелки, они будут загрязнять атмосферу.

2. Использовать измененный шлак. Покроем поверхность жидкого шлака шариками из легкого твердого шлака. Теплоизоляция получится неплохая, но возникает масса неудобств: надо изготавливать шарики, надо их как-то удерживать в ковше, когда сливается шлак.

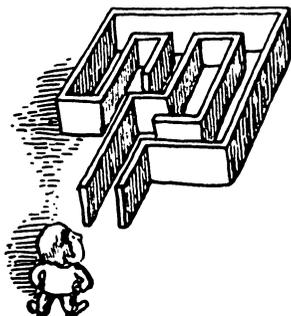
3. Использовать смесь воздуха и шлака. Смешать воздух и жидкий шлак и получить... пену. Отличный теплоизолятор! Залили шлак в ковш, образовали слой пены, получили пре-

красную теплозащитную «крышку». Сливать шлак можно, не обращая внимания на эту «крышку»; жидкий шлак свободно пройдет сквозь пену. «Крышка» есть — и «крышки» как бы нет...

Задача в принципе решена, нужно только выяснить чисто технический вопрос: как получить пену? Простейший способ — при заливке шлака подавать одновременно немного воды. Обратите внимание на парадокс: чтобы шлак сохранил тепло, его поливают... холодной водой.

Впервые эту задачу решил по АРИЗ магнитогорский изобретатель Михаил Иванович Шарапов (во второй главе я уже упоминал о нем). Изобретение сразу внедрились на многих металлургических заводах.

Ответ на задачу о шлаке удивительно прост. Я не сомневаюсь, что вы поняли и оценили его красоту. Но вот ход решения, путь к ответу — это, пожалуй, самое сложное в книге. Советую перечитать эти страницы. Проследите еще раз, как от ситуации мы перешли к задаче, а затем к модели задачи, как были сформулированы ИКР и физическое противоречие, как мы искали вещество, которое есть и которого вроде бы и нет... Это небольшой фрагмент АРИЗ, но если вы поняли, как шаг за шагом идет обработка задачи, значит, вы уловили смысл АРИЗ и книга прочитана не зря.





### ЕСЛИ ЗАДАЧА НЕ ПОДДАЕТСЯ

В 800-м году папа римский должен был короновать Карла Великого. Перед Карлом возникла серьезная проблема. С одной стороны, надо, чтобы папа возложил корону на Карла: в глазах подданных это означало бы, что Карл стал императором законно, с согласия церкви. С другой стороны, нельзя допустить, чтобы папа возложил корону. Это означало бы, что власть Карлу дал папа римский. Захотел — дал, захотел — отобрал...

Задача, как видите, типично изобретательская. И Карл Великий нашел правильное решение. Церемония коронации проходила, как положено. Но когда папа поднял корону, чтобы надеть ее на Карла, император перехватил корону и сам надел ее на себя. Полпути корона проделала в руках папы, а полпути — в руках Карла. Противоречивые требования были разделены в пространстве. И во времени: корона сначала была у папы, потом у Карла.

Четвертая часть АРИЗ, предназначенная для преодоления противоречия, начинается именно с таких операций: противоречивые требования разделяются в пространстве и во времени. Анализ задачи, даже если он проведен аб-

солютно точно, не всегда ведет прямо к ответу. Часто бывает так, что противоречие выявлено и сформулировано, а как его устранить — неизвестно. В четвертой части АРИЗ и собраны средства борьбы с противоречиями.

Сначала в действие вводятся простые инструменты наподобие разделения противоречивых требований в пространстве и во времени. Если противоречие не поддается, приходится использовать более сложный инструмент — таблицу вепольных преобразований. К этому моменту уже точно известно, из каких веществ и полей составлена модель задачи. Поэтому нетрудно записать вепольную формулу. А таблица показывает, как надо перестроить эту формулу, чтобы получить ответ.

Если задачу не удалось решить с помощью вепольных формул, четвертая часть АРИЗ предлагает еще один инструмент — таблицу применения физических эффектов и явлений. Предположим, у нас возникли затруднения с задачей 37: чем заменить микрометрический винт? Ищем в таблице графу «Микроперемещения». Находим в этой графе три физических эффекта: тепловое расширение, обратный пьезоэф-

флект, магнитострикцию. Затем обращаемся к книгам и справочникам за подробными сведениями об этих эффектах.

Ну а если задача все-таки не поддается?

Тогда в действие вводится последний резерв — список типовых приемов и таблица их применений. Чтобы составить эту таблицу, пришлось проанализировать свыше сорока тысяч патентов и авторских свидетельств, причем отбирались сильные изобретения. В таблице указано, какие приемы нужны для устранения того или иного технического противоречия. В сущности, таблица отражает опыт нескольких поколений изобретателей: она подсказывает, как действовали эти изобретатели, решая сходные задачи.

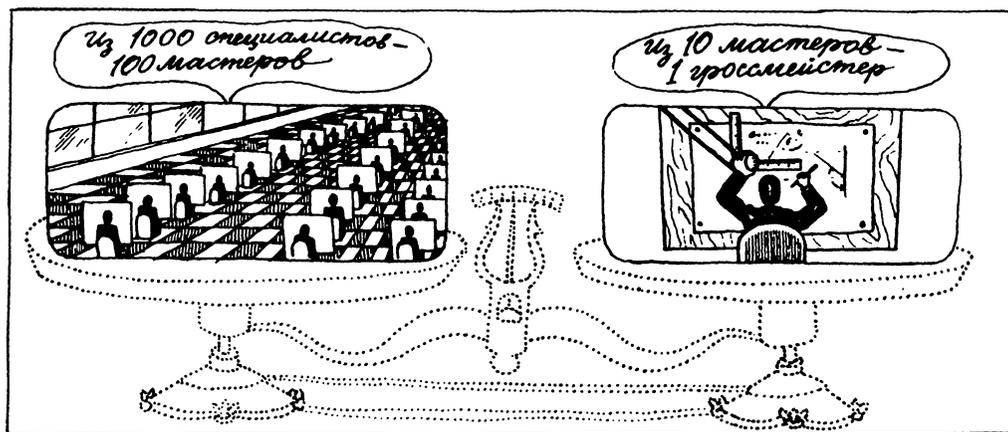
В четвертой части АРИЗ собраны очень сильные инструменты. И если задачу не удалось решить, значит, где-то в самом начале допущена ошибка. Надо вернуться к первой части АРИЗ. Если же задача решена... нет, работа все равно не прекращается. Идет тщательная — шаг за шагом — проверка найденной идеи. Это пятая часть АРИЗ. Потом — развитие идеи, использование ее для решения других задач (шестая часть АРИЗ). Например, идею

защитной прослойки из пены в задаче о шлаке можно использовать и в задаче 39. Покроем руду на конвейере слоем пены — и пыли не будет. Пену легко нанести, пена не мешает разгрузке руды с конвейера... Отличное решение!

Седьмая часть АРИЗ — самоконтроль. Нужно сравнить реальный ход решения с тем, который предусмотрен АРИЗ. Были ли отклонения? Почему? «Буксовал» ли где-нибудь АРИЗ? Почему? Не нужно ли пополнить список приемов полученным ответом?..

В школах и на курсах, где обучают применению АРИЗ, каждый учебный год накапливаются десятки тысяч записей решения различных задач. По этим записям можно определить, в каких ошибках виноват слушатель, а какие ошибки на «совести» АРИЗ, не указавшего правильный путь к ответу. Ошибки внимательно изучаются, в АРИЗ вносятся поправки, уточнения, дополнения. Я начал со сравнения АРИЗ с городом. Теперь можно сказать: АРИЗ — город, в котором все время идет бурное строительство. Сооружаются новые микрорайоны, перестраиваются старые, прокладываются новые дороги...





## КАК СТАТЬ МАСТЕРОМ

Часто приходится отвечать на вопрос: как стать изобретателем? Иногда вопрос формулируют иначе: «Посмотрите, пожалуйста, мой проект и скажите: получится ли из меня изобретатель?» Проекты обычно бывают очень слабые, но это ровным счетом ни о чем не говорит. В третьем классе меня однажды осенило: а что, если сделать «пустотный» дирижабль? Чем легче газ, которым наполнен дирижабль, тем больше подъемная сила. Отсюда гениальная идея: если внутри дирижабля будет пустота, подъемная сила получится максимальной. О том, что атмосферное давление раздавит такой дирижабль, я просто не подумал...

Как же стать изобретателем?

Этот вопрос ничем не отличается от вопроса о том, как стать писателем, хирургом, архитектором, летчиком и т. д.

Стать профессионалом (в любом виде деятельности) в принципе может каждый. Нужно сначала получить среднее образование, а потом учиться еще лет пять-шесть. Для большинства специальностей есть учебные заведения: училища, техникумы, институты. Если специальность новая, приходится учиться самостоятельно. Как человек

становился кинооператором, скажем, в 1910 году? Самостоятельно осваивая эту специальность на практике. Как становились специалистами по ракетной технике в 1930 году? Опять-таки самостоятельно постигая новую специальность — по книгам, на практике, в группах изучения реактивного движения. Многие становились ракетчиками, переходя в ракетостроение из близких отраслей техники: планерист превращался в специалиста по ракетным летательным аппаратам, инженер по паровым турбинам брался за разработку турбореактивных двигателей и т. д. В конце 50-х годов начала формироваться прогностика — наука о предвидении будущего. Сегодня это общепризнанная наука, есть множество книг, издаются специальные журналы, проводятся конференции и конгрессы. Откуда же взялись специалисты по прогностике? Пришли в новую науку со стороны, сменив специальность. Раньше они были инженерами, экономистами, историками...

Подчеркиваю: специалистом может стать каждый. Нужно учиться, вот и всё. Из тысячи человек, окончивших среднюю школу, наверное, вся тысяча может стать специалистами. Реально

этого не происходит, но мы рассматриваем вопрос в принципе. Итак, тысяча из тысячи. А потом из тысячи специалистов только сто становятся Мастерами. И опять-таки надо подчеркнуть: в принципе Мастером может стать каждый. Но реально Мастером становится один из десяти специалистов, потому что за мастерство надо платить огромным трудом. Специалист напряженно учится пять-шесть лет. Ну, десять лет. Мастер учится всю жизнь. Специалист работает семь-восемь часов в день. Пусть даже девять-десять. Мастер все время занят своим делом. Иногда говорят: «Посмотрите, какой талантливый человек. Все ему дается легко...» Это бессмысленный набор слов. Талант на 99 или на все 100 процентов состоит из труда.

Ну а дальше?

А дальше так: из десяти Мастеров один становится Гроссмейстером. И тут уже не все зависит от самого человека. Прежде всего, у общества должна появиться потребность в продукции, которую может дать Гроссмейстер. Кто-то должен заказать Мастеру-архитектору уникальное здание, при проектировании и постройке которого Мастер вырастает в Гроссмейстера. Есть и другие внешние факторы. Нужно, например, чтобы область деятельности, в которой работает Мастер, имела резервы для развития. В XIX веке было немало великодушных Мастеров, проектировавших и строивших парусные судна. Свидетельством тому могут служить хотя бы знаменитые чайные клиперы. Но Гроссмейстером кораблестроения стал часовщик, художник, изобретатель Роберт Фултон, построивший неказистый пароход.

Когда спрашивают: «Как стать изобретателем?» — подразумевают не простого изобретателя, а Мастера или даже Гроссмейстера. Теперь вы знаете ответ на этот вопрос. Нужно сначала стать профессионалом — это в принципе доступно всем. А там будет видно...

Пока нет учебных заведений для подготовки изобретателей. Но работают

всевозможные курсы, школы, общественные институты изобретательского творчества. А начинать надо с книг. Хотя бы с этой книги.

Много полезных сведений по теории изобретательства вы найдете в журнале «Техника и наука». Особенно интересны часто публикующиеся статьи по применению физических, химических, геометрических эффектов.

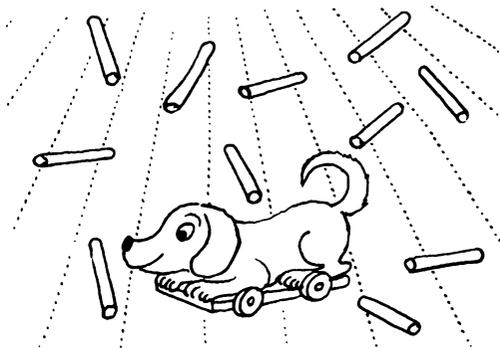
Особое внимание советую обратить на изобретательскую страничку «Пионерской правды». Называется эта страничка «Изобретать? Это так сложно! Это так просто!» Смысл названия вам теперь понятен: трудно изобретать, не зная изобретательских приемов; много легче — если владеешь приемами и тренируешься, решая задачи. Основа странички — регулярные конкурсы по творческому мышлению. Участникам конкурсов разрешается пользоваться помощью пионервожатых, учителей, родителей. Победители получают призы — книги, ценные подарки.

Вот шесть конкурсных задач. Попробуйте свои силы. Если удастся решить четыре из шести, у вас неплохие шансы на победу в конкурсе.

### Задача 51.

#### СЕКРЕТ ИЩЕЙКИ

*Группа сотрудников Белорусского конструкторско-технологического института местной промышленности недавно получила авторское свидетельство*



№ 791389 на игрушечную «собаку-ищейку». Ищейка движется мимо разложенных на полу пластмассовых палочек и вдруг останавливается у одной палочки и начинает «лаять»... Нетрудно понять, как игрушка движется: батарейка, моторчик, колесики. Ясно, как она «лает»: от батарейки работает шумовое устройство. А вот как собака находит одну палочку среди ста других? Настоящая собака делает это по запаху. Но игрушка работает иначе... Какая невидимая «метка» стоит на «похищенной» палочке и как собака обнаруживает эту «метку»? Если ответить будет трудно, полистайте учебник физики для седьмого класса. Проверить ответ можно по бюллетеню изобретений № 48, 1980 г., стр. 25.

#### Задача 52. ОПАСНАЯ ПЛАНЕТА

В одном фантастическом рассказе описана удивительная планета. Всё на ней, как на Земле: такая же атмосфера, такие же растения и животные. Но насекомые и птицы летают со сверхзвуковой скоростью. Не будем уточнять, как им это удается. Суть дела в другом. Вы, наверное, знаете, что столкновение самолетов с птицами иногда приводит к авариям. А тут воздух наполнен живыми «пулями» и «снарядами»... Высадили двух космонавтов — и едва удалось их спасти. Даже бронированный вездеход был быстро разрушен сверхзвуковыми «мухами»... Представьте себя участником экспедиции к такой планете. Предложите, как обезопасить себя и экипаж.

Ответ — в сборнике «Научная фантастика», выпуск 22, изд-во «Знание», 1980 г., стр. 230.

#### Задача 53. СОСУЛЬКА В ТРУБЕ

Весной внутри водосточных труб капливается снег. Днем он подтаивает, а ночью снова замерзает. Постепенно

возникает массивная ледяная пробка, длина которой иногда достигает нескольких метров. Держится пробка за счет сцепления льда со стенками трубы. Но вот однажды весеннее солнце прогревает трубу; поверхность сосульки, соприкасающаяся с трубой, подтаивает, и сосулька со страшным грохотом обрушивается вниз, ломая нижнюю (изогнутую) часть трубы. Острые осколки льда, вылетающие из трубы, опасны для прохожих.

Надо сделать так, чтобы сосульки, образующиеся внутри водосточных труб, стали безопасными — и для людей, и для самих труб.

Ответ — в «Пионерской правде» за 18 сентября 1984 г.

#### Задача 54. В ГЛАВНОЙ РОЛИ — КАПЛЯ КРАСКИ

Однажды изобретатель Б. Т. Травкин заметил, что капля зубного эликсира, попав в воду, образует подвижный «цветок». Чтобы разглядеть этот «цветок» получше, Травкин окрасил эликсир черными чернилами. Так началась история изобретения, названного фокажем (по первым буквам слов «форма, образованная контактом активных жидкостей»). Съемка по методу фожажа проста. В стеклянную ванночку наливают тонкий слой жидкости, имеющей, скажем, желтую окраску, а затем вводят синюю каплю. На границе желтого и синего сразу появляется зеленая каемка. Капля постепенно растекается, жидкости смешиваются, меняют цвет, возникает причудливая игра красок. Пластинку подсвечивают и снимают... пейзаж фантастической планеты, освещенной синим солнцем.

Фокаж привлекателен тем, что можно использовать самые простые жидкости: нитролак, глицерин, жидкое мыло, чернила, клей. Но есть у фожажа и серьезный недостаток: движением капли и игрой красок почти невозможно

управлять. Оператор вынужден то и дело прерывать съемку и подправлять изображение кисточкой или палочкой. Это, конечно, слишком примитивные средства управления. Практически съемку ведут почти наугад, а потом отбирают отдельные удачные кадры среди множества неинтересных, неуживых. Отсюда и наша задача: надо заставить каплю двигаться по дну ванночки так, как нам нужно.

Предположим, оператор должен снять методом фокажа полет шаровой молнии. Ванночка заполнена на 2—3 миллиметра голубоватой жидкостью (это — «небо»). Вводим пипеткой каплю оранжевой жидкости. Капля опускается на дно ванночки, вокруг капли появляется цветной ореол... прекрасно, у нас теперь есть шаровая молния! Но как заставить ее двигаться? Шаровая молния должна вращаться и при этом еще двигаться по спирали или по другой причудливо закрученной линии. Шаровые молнии иногда дробятся, делятся на части. Как разделить на части нашу каплю? Как показать ее взрыв?

Видите, задача простая: научиться управлять движением капли. И сложная: управлять надо без палочки, без кисточки, не мешая съемке...

Если захотите проверить ответ, взгляните в «Пионерскую правду» за 9 июля 1985 г.

#### Задача 55.

### СПРАВИМСЯ С КАПЛЯМИ!

В лаборатории собрали установку для проведения важного опыта. В этой установке, в частности, была вертикальная труба, внутри которой двигались капли жидкого полимера (падали под действием силы тяжести). Установку запустили и...

— Выключить! — распорядился заведующий лабораторией. — Так дело не пойдет. Нам нужны мелкие капли, а падают крупные.

— Капли получаются крупные, — сказал инженер. — Ничего тут не поделаешь.

— Надо измельчать капли в процессе падения, — возразил заведующий. — Не знаю, правда, как это сделать... Поставить решетку? Нет, не годится, капли должны свободно падать...

И тут появился изобретатель.

— Ничего, справимся с каплями! — сказал он. — Дано одно вещество, добавим второе вещество и поле. Очень просто: поле будет действовать на второе вещество, которое на лету измельчит капли...

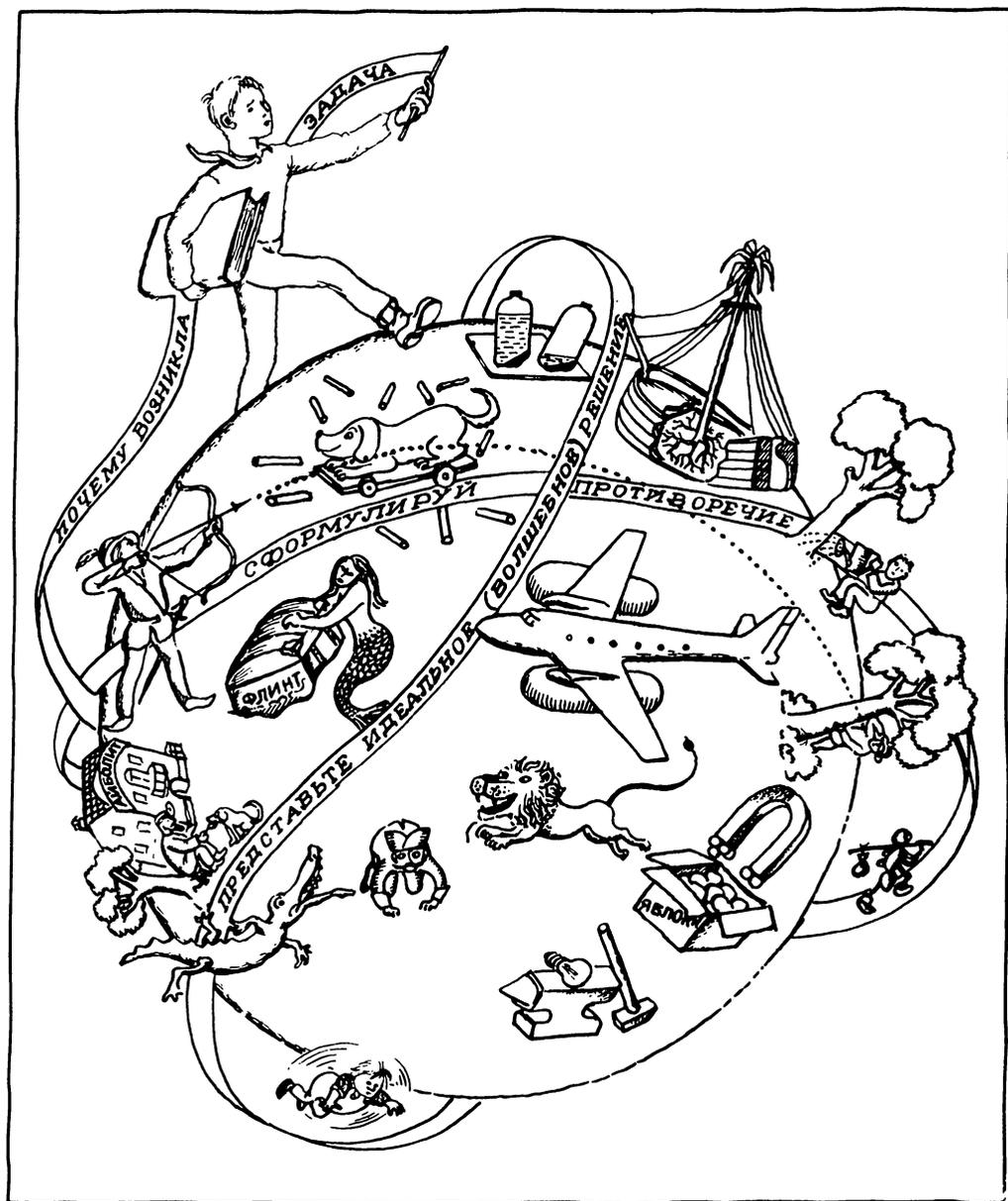
Если возникнут затруднения, перечитайте раздел «Построим модель задачи». Ответ можно проверить, взглянув на стр. 170 бюллетеня изобретений № 46 за 1975 г. Там приведена формула изобретения, вы легко разберетесь, что предложили сотрудники Института механики металлополимерных систем Белорусской академии наук. Напомню полное название бюллетеня: «Открытия. Изобретения». В технических библиотеках сохраняют бюллетени за прошлые годы, нетрудно найти нужный номер журнала.

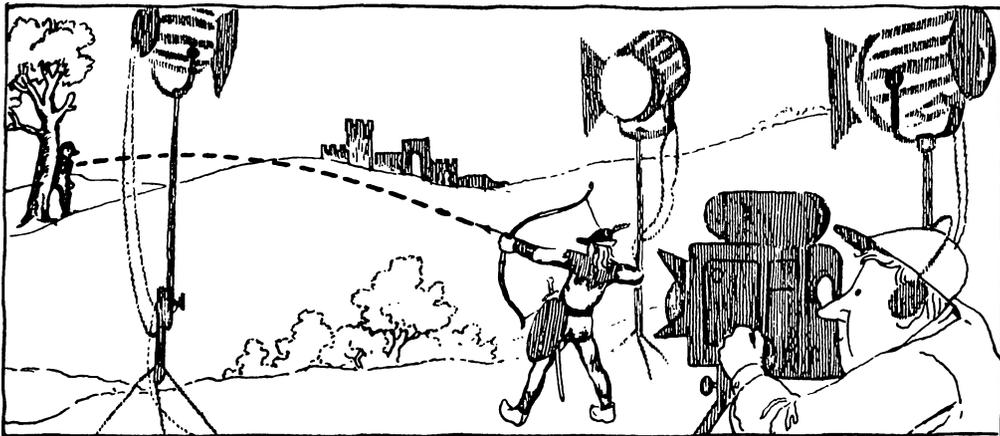
#### Задача 56.

### СНОВА А И Б СИДЕЛИ НА ТРУБЕ...

Два аппарата А и Б соединены металлической трубой. Обычно в аппарате А температура больше, чем в Б. Труба разогревается, и тепло по стенкам трубы идет от А к Б (как от горячего чая — по чашке — к руке). Но иногда температура в аппарате Б резко повышается. Тепло не должно переходить от Б к А. Как сделать, чтобы стенки трубы передавали тепло только в одном направлении — от А к Б? Ответ вы найдете в «Пионерской правде» за 1 июля 1980 г.

# Удивительный мир задач





## НУЖНА СМЕКАЛКА

Творческие задачи приходится решать во всех сферах человеческой деятельности. И всегда в основе этих задач — противоречие, которое надо преодолеть. Со временем будут созданы теории творческого решения задач в науке, искусстве, административной деятельности и т. д. Первые шаги в этом направлении уже сделаны. Частные теории постепенно сольются в Общую Теорию Сильного Мышления. Но это произойдет лет через двадцать — двадцать пять. Вырабатывать творческое мышление надо пока на изобретательских задачах.

Начнем с задач, для решения которых нужна только смекалка, сообразительность. Это задачи «без физики». Они под силу и третьеклассникам. Если, конечно, хорошенько подумать...

### Задача 57.

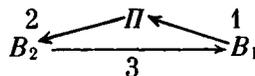
#### ОХОТНИК И СОБАКА

Старый охотник, уходя в тайгу, всегда брал с собой собаку. Собака отыскивала зверя, лаяла, и охотник шел на лай. Но случилась беда: охотник оглох. Чтобы собака обнаружила зверя, ее надо отпустить, не держа при себе.

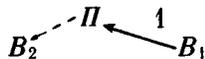
Но тогда охотник не услышит ее лая, ему надо видеть собаку, держать ее при себе. Противоречие!

И тут появился... Нет, в книге, откуда взята эта история, изобретатель не появлялся. Старый охотник голодал и думал, как теперь быть. И в конце концов нашел выход из положения.

Попробуем и мы решить эту задачу. Сначала запишем условия. Собака  $B_1$  создавала акустическое поле  $\Pi$  (обозначим это стрелкой 1). Поле действовало на охотника  $B_2$  (стрелка 2). Охотник шел к собаке (стрелка 3).



Имелся веполь, все было в порядке... Охотник потерял слух, перестал слышать лай собаки. Поле  $\Pi$  есть, оно не воспринимается охотником. Покажем это пунктирной стрелкой:



Веполь разрушен,  $\Pi$  не действует на  $B_2$ , поэтому  $B_2$  не перемещается к  $B_1$ .

Как быть?

Разумеется, предложение держать

собаку на привязи не годится. Не подойдет и предложение использовать слуховой аппарат. Не было у старого охотника такого аппарата.

Решая задачу, не ищите ответ наугад. Перечитайте раздел о вепольном анализе во второй главе. Задача остается вам для самостоятельного решения. Ответ можно отыскать в книге Г. Федосеева «Злой дух Ямбуя», откуда взята эта охотничья история.

### Задача 58.

#### АЛИБИ ЕСТЬ, НО...

В одном из выпусков альманаха «Мир приключений» была напечатана повесть П. Багряка «Оборотень». В один и тот же вечер, говорилось в этой повести, были убиты гангстер Морган и ученый Лео Лансаре. В первом убийстве подозревался конкурирующий с Морганом гангстер Фойт, во втором — профессор Грейчер. Однако каждый из подозреваемых представил доказательство своего алиби... В конце концов следователь уличил преступников. Но как им удалось совершить преступление, сохранив алиби?

### Задача 59.

#### СТРЕЛА РОБИН ГУДА

Робин Гуд вскинул боевой лук, и стрела, со свистом рассекая воздух, устремилась к лазутчику, подсланному шерифом...

— Опять промазал! — воскликнул режиссер. — Метра на два выше. Подумать только: ведь мы взяли дублером Робин Гуда мастера спорта, чемпионом...

— Давайте скомбинируем, — предложил кинооператор. — Отдельно снимем выстрел, отдельно — летящую стрелу. Потом Робин Гуд подойдет метра на три, станет вне кадра, и я сниму попадание. Уж с трех-то метров он наверняка попадет! Смонтируем три куса — и готово.

— Ни в коем случае! — возмущился режиссер. — Зрители прекрасно знают этот трюк. Надо снимать непрерывно: вот Робин Гуд отпускает тетиву, стрела летит и поражает предателя прямо в сердце. И всем видно, что Робин Гуд стрелял издалека. Мне нужна правда жизни.

— Тогда снимайте без меня! — сердито сказал артист, игравший лазутчика. Он вытащил дощечку, спрятанную в верхнем кармане куртки. — Сам Робин Гуд не попал бы в такую цель. Ужас! Мне надо играть, а я думаю о том, что произойдет при малейшем отклонении стрелы...

Подождал дублер, одетый в костюм Робин Гуда, виновато развел руками:

— Даже на олимпиаде так не волновался. В последний момент невольно беру вверх, боюсь стрелять в человека...

— Завтра уже не будет такой погоды, — вздохнул оператор. — Снять бы этот эпизод сегодня...

И тут появился изобретатель.

— Обязательно снимем! — сказал он. — Небольшая хитрость — и стрела попадет точно в то место, где спрятана дощечка.

Через полчаса съемка возобновилась. Эпизод был снят без всяких затруднений.

Как вы думаете, что предложил изобретатель?

Уточним условия задачи. Комбинированные съемки исключены. Робин Гуд стоит вдали от лазутчика, и зритель видит, как стрела летит и попадает в цель. В куртке артиста, играющего роль лазутчика, спрятана дощечка (по размерам она не больше почтовой открытки), в эту дощечку должна вонзиться стрела. «Мишень» не только мала, она еще и подвижна: лазутчик, увидев, что Робин Гуд обнаружил его, выходит из-за дерева — здесь возмездие и настигает лазутчика...

Свой ответ вы сможете проверить, заглянув в «Пионерскую правду» за 12 июня 1984 г.

Детективные задачи у нас были, задачи «про кино» — тоже. Хотите теперь «театральную» задачу?

### Задача 60.

## ФЛАГ ГАСКОНСКИХ ГВАРДЕЙЦЕВ

В театре репетировали пьесу Ростана «Сирано де Бержерак». Художники сделали прекрасные декорации, актеры играли отлично. Но знаменитый режиссер был недоволен.

— Вот гасконцы отражают врага, — сказал он своему помощнику. — Над позицией гасконцев укреплен флаг на высоком древке. Здесь должен быть центр боя. А этого не чувствуется.

— Почему же? — удивился помощник режиссера. — Сирано дерется в самой гуще, под флагом.

— А флаг висит неподвижно, — вздохнул режиссер. — Как тряпка. Флаг должен полоскаться на ветру, развеиваться.

— А как это сделать? — развёл руками помощник. — Сцена большая, придется ставить за кулисами мощный вентилятор. Шум будет как на аэродроме...

Ума не приложу, как заставить флаг развеиваться без вентилятора.

И тут появился изобретатель.

— Конечно, флаг должен гордо веять на ветру, — сказал он. — Есть изобретение, на которое выдано авторское свидетельство № 800 332...

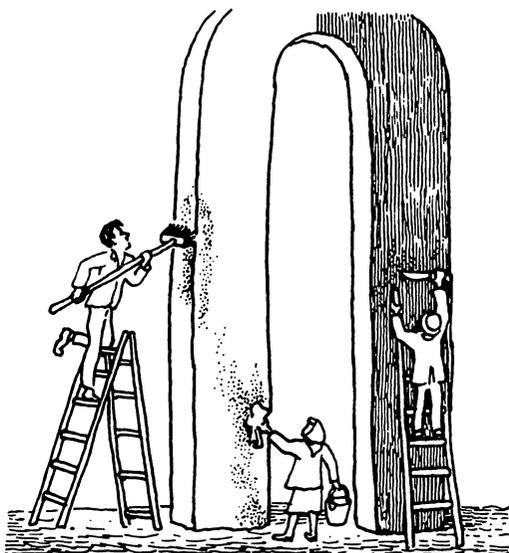
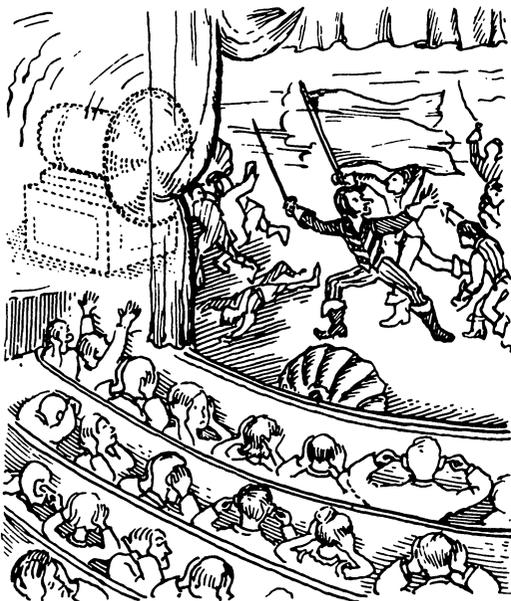
Может быть, вы сами догадаетесь, в чем идея этого изобретения?

### Задача 61.

## «СХОЖУ В МАГАЗИН ИГРУШЕК...»

В физическом институте построили установку для опытов. Главной частью ее был огромный постоянный магнит длиной более пятидесяти метров. Снаружи магнит выровняли и отполировали — от гладкости его поверхности зависела точность опытов.

И вдруг случилась беда. На поверхности магнита попало несколько килограммов тонкого, как пудра, стального порошка. Физики всполошились: как собрать этот порошок, если магнит держит каждую его крупинку? Сдуть или смыть невозможно. Соскрести? Долго, и к тому же испортишь гладкую поверхность магнита. Растворить порошок кислотой? Но кислота съест и металл...



*И тут появился изобретатель.*

— *Схожу в магазин игрушек,—* сказал он, *— и очищу магнит за полчаса.*

Есть ненужный веполь: два вещества и магнитное поле. Чтобы разрушить веполь, нужно использовать третье вещество. Какое?

Решение этой задачи признано изобретением, выдано авторское свидетельство. Между тем задачу правильно решили даже третьеклассники...

### *Задача 62.*

#### **ЛАЗУРИТ ДЛЯ «БЕГУЩЕЙ ПО ВОЛНАМ»**

*Если вы читали «Бегущую по волнам» Александра Грина, то, конечно, помните замечательный памятник на площади в Гель-Гью. Так вот, нашелся молодой скульптор, решивший создать точно такой памятник. «Бегущая» удалась ему — легкая, стремительная, таинственная... Под ее ногами скульптор решил положить ровную плиту из лазурита — природного сине-белого камня, удивительно похожего по цвету на вспененное море. В мастерскую доставили пятьдесят крупных камней. Чтобы придать каждому камню форму куба, применили самый быстрый способ: поверхность камня выравнивали с помощью горелки. Острые языки огня оплавливали камень, срезали неровности, сглаживали поверхность. И все-таки работа шла очень медленно. Приходилось то и дело отводить горелку и проверять поверхность: горизонтальна ли она, нет ли у ней наклона, изгиба? Работу часто прекращали еще и потому, что опасались, как бы лазурит не перегрелся и не треснул...*

*Скульптор волновался: приближался юбилей Грина, а «Бегущая» еще не установлена на площади... И вот однажды дочь скульптора (она училась в пятом классе) предложила очень простой способ, позволяющий в десять раз ускорить огненное выравнивание*

*камня. Обработка лазурита пошла быстро — без пауз и перерывов. Интересно, догадаетесь ли вы, что предложила девочка?*

### *Задача 63.*

#### **ИДЕАЛЬНОЕ РЕШЕНИЕ**

*Сварка трением — один из самых простых способов соединения металлов. Одну деталь закрепляют неподвижно, а другую быстро вращают. Пока между деталями сохраняется зазор, металл не нагревается. Но как только вращающаяся деталь соприкасается с неподвижной, в месте контакта температура резко повышается, трущиеся детали начинают плавиться. Если теперь быстро сжать детали, они сварятся.*

*На одном заводе надо было построить трубопровод из десятиметровых чугунных труб, соединив их сваркой трением. Но чтобы вращать тяжелую трубу, требовалась громоздкая машина. А трубопровод проходил по цехам. Главный инженер решил посоветоваться со своими помощниками.*

*— Способ сварки изменить нельзя, — заметил он. — Обязательно должна быть сварка трением. Но машина для вращения труб не поместится в цехах. А трубопровод должен пройти через три цеха...*

*— Остановим первый цех, разберем оборудование, протянем трубопровод, — предложил один инженер. — Потом соберем оборудование, перейдем во второй цех.*

*— Плохо, — возразил другой инженер. — Цех будет стоять... Я предлагаю делать трубопровод из коротких труб, пусть их длина будет не больше пятидесяти сантиметров. Машина для вращения потребует небольшая, мы протянем трубопровод, не мешая цеху работать.*

*— Тоже нехорошо, — вздохнул главный инженер. — При коротких трубах будет много швов, трубопровод получится ненадежный. Да и не имеем права мы менять проект: раз предусмотрены*

десятиметровые трубы — так и должно быть.

И тут появился изобретатель.

— Предлагаю идеальное решение, — сказал он. — В чем здесь противоречие? Трубу обязательно надо вращать, чтобы была сварка трением. И трубу ни при каких обстоятельствах нельзя вращать, чтобы обойтись без вращательной установки. Идеальное решение: труба вращается и в то же время не вращается. Для этого надо...

А что предложите вы?

Задача 64.

### ПРИБОР НЕ ПОДВЕДЕТ

В цехе химического завода стояла цистерна с очень едкой жидкостью. Однажды мастер пожаловался начальнику цеха:

— Мне надо знать, сколько жидкости поступает из цистерны в реактор. Ставил разные приборы — металлические, стеклянные, но жидкость их разъедает...

— Цистерна сделана из металла, который не поддается разрушению, — сказал начальник. — закажем прибор из такого металла.

— Это долго.

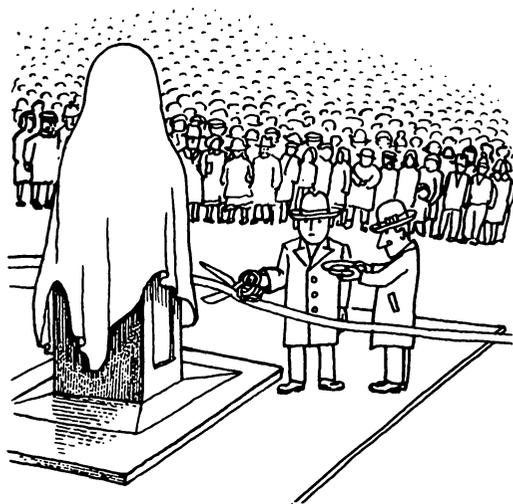
— А если измерять уровень жидкости в цистерне? — спросил начальник.

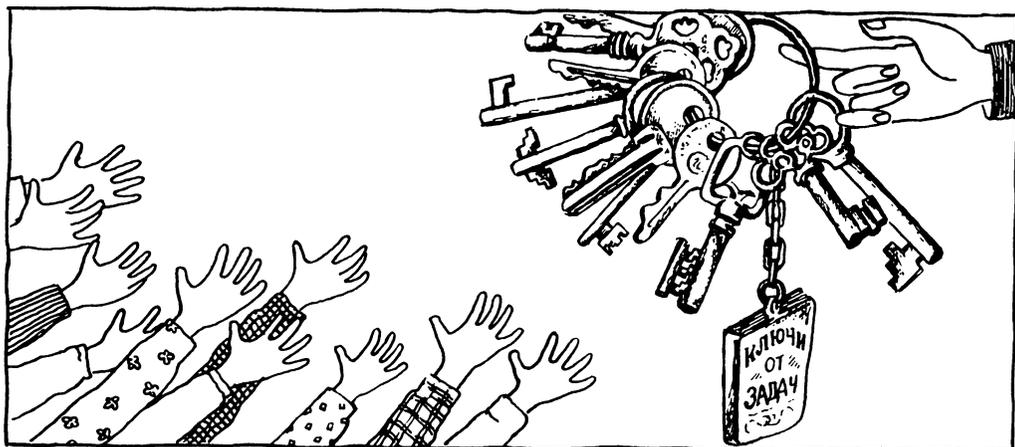
— Не будет нужной точности, — ответил мастер. — Уровень жидкости меняется медленно, попробуй уследи... Да и неудобно: цистерна под самым потолком.

И тут появился изобретатель.

— Прибор будет работать вечно, — сказал он. — Измеряйте не жидкость, а...

Попробуйте решить эту задачу.

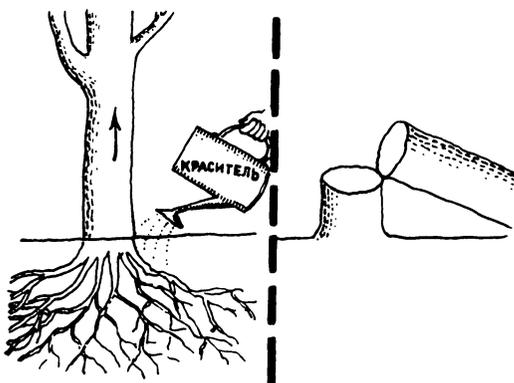




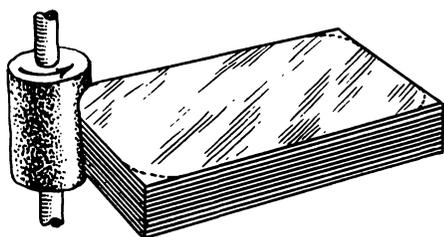
## КЛЮЧИ К ЗАДАЧАМ

Разберем теперь некоторые задачи, приведенные в предыдущих главах. Это облегчит вам самостоятельное решение других задач.

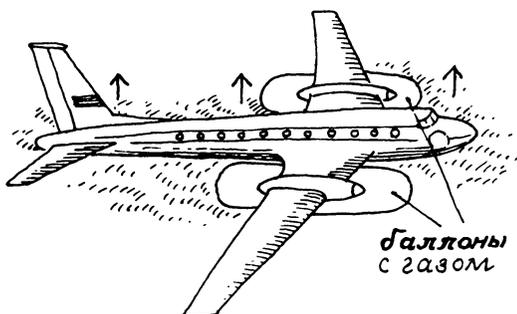
Начнем с задачи 11 — об окраске древесины. Решается она так: дерево окрашивают до того, как оно срублено. Раствор краски подают к корням, и краска вместе с соками разносится по всему дереву.



Нетрудно решить и задачу 13 — об обработке тонких листов стекла: на время обработки их складывают вместе, в толстую пачку.

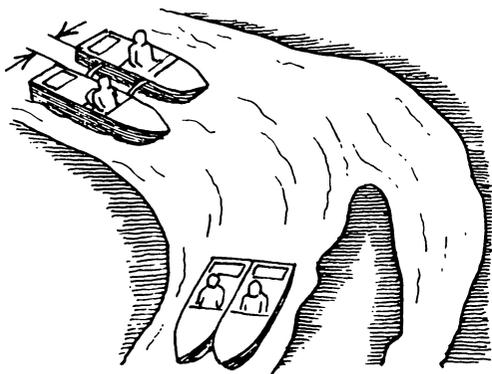


В задаче 16 — о самолете, потерпевшем аварию, — есть подсказка: дирижабль надо использовать и дирижабль не надо использовать. Под крыльями самолета, потерпевшего аварию, укладывают продолговатые эластичные баллоны и наполняют их



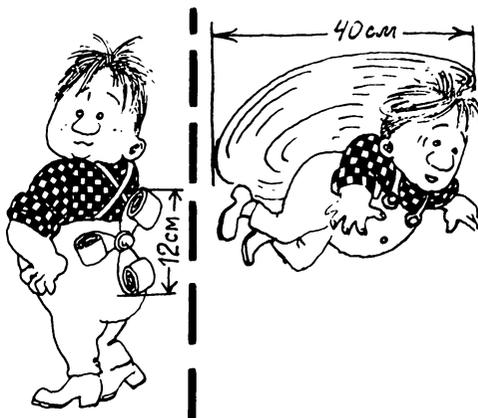
сжатым воздухом. Баллоны осторожно приподнимают самолет. А внизу, под баллонами, установлены тележки; можно буксировать самолет. Дирижабля нет, и он как бы есть; самолет поддерживается баллонами с газом...

Задачу 20 — о катамаране — нетрудно решить, если вы вспомните, что технические системы на третьем этапе развития становятся перестраивающимися, динамичными, меняющимися. Изобретатель Е. И. Ланин получил авторское свидетельство № 524 728 на катамаран, корпуса которого соединены подвижными стойками и могут при необходимости сближаться. На таком катамаране легче проходить узкие речные шлюзы.

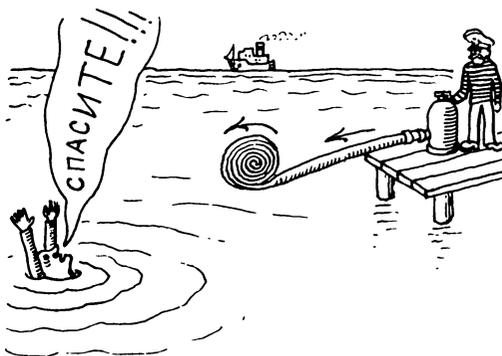


Сходное решение и у задачи 24 — о земснаряде. Трубопровод должен стать динамичным, подвижным. В хорошую погоду он будет держаться наверху, а в плохую — опустится вниз.

Любопытно, что и задача 25 (винт для Карлсона) тоже решается переходом к динамичной, меняющейся конструкции. Винт должен быть большим в полете и маленьким, когда Карлсон не летает. Для этого лопасти винта надо сделать из тонких пластинок и свернуть их как игрушку «язык». При вращении винта центробежные силы развернут пластинки, они станут большими. Винт остановится — и пластинки свернутся...



Интересно отметить, что группа изобретателей получила недавно авторское свидетельство на спасательное устройство, в точности скопированное с игрушки «язык». Длинная эластичная трубка свернута в рулон. Стоит в такую трубку подать сжатый газ, и она быстро развернется и потянется от корабля к утопающему...



Задачи 23 (съемка контурного фильма) и 26 (укладка алмазных зерен), вообще говоря, очень трудны. Но вы знаете правило: в вещество надо добавить ферромагнитный порошок и управлять перемещением вещества с помощью магнитного поля. Вместо шнура берут трубку и наполняют ее ферромагнитным порошком. Или же просто пропитывают нити клеем и об-

сыпают их железными опилками. Нити укладывают на фанерный щит и управляют ими с помощью сильных магнитов, расположенных позади щита.

С алмазами чуть сложнее. На них приходится напылять тонкий слой железа. А далее всё так же: действуют магнитным полем, укладывая пирамидки вершинами вверх.

Эти задачи похожи на задачу 57 — об охотнике. Чтобы поле действовало на вещество, надо добавить какое-то другое вещество, умеющее отзываться на действие поля. К охотнику надо добавить еще одно «вещество», восприимчивое к звуковому полю...

В задаче 27 — об укладке фруктов — надо использовать правило разрушения веполей: между двумя сталкивающимися плодами должно находиться третье вещество, похожее на плод. Например, мягкий шарик. Бросим в коробку десятка два таких шариков, они будут смягчать удары. Коробка установлена на вибрирующем столе, поэтому легкие шарики всегда находятся в верхнем слое, отважно принимая на себя удары падающих плодов.

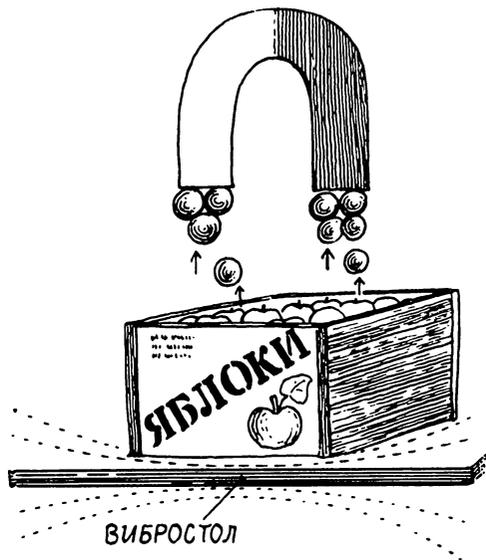
Тут, правда, возникает вопрос: а как быть с этими шариками, когда коробка наполнится? Не перекладывать же их вручную в следующую коробку... Задачи на перемещение объектов вам хорошо известны. В шарик встраивают магнитную пластинку. Над коробкой помещают электромагнит. Когда коробка наполнится, включают электромагнит, и шарики «выпрыгивают» из коробки. Конвейер убирает полную коробку и ставит на ее место пустую. Электромагнит выключают, шарики «прыгают» в коробку, можно подавать плоды...

Задача 38 — о железном порошке, засыпанном в полимер, — как вы, наверное, заметили, очень похожа на рассмотренный в третьей главе пример со смазкой. И ответ тот же: нужно использовать соединение железа, которое распадается в горячем полимере.

Сложнее задача 44 — о нефтепроводе. Жидкости, идущие по трубопрово-

ду встык, отделяют друг от друга прочным резиновым шаром — разделителем. Что ж, применим оператор РВС. Начнем мысленно уменьшать размеры шара. Вместо одного большого шара — множество футбольных мячей. Или теннисных. Или еще меньше — дробинок, плавающих в жидкости. Выдано даже авторское свидетельство на такую «пробку». Все логично: жесткая «пробка» должна смениться «пробкой» динамичной, это соответствует общей тенденции развития технических систем.

А если продолжить мысленный эксперимент? Перейдем от дроби к еще более мелким частицам — молекулам. Возникает идея «пробки» из жидкости или газа. Газовая «пробка» не сможет быть разделителем — нефть пройдет сквозь газ. А вот жидкая «пробка» возможна. Один нефтепродукт, например керосин, затем водяная «пробка», а за ней другой нефтепродукт, скажем, бензин. У жидкой «пробки» огромные преимущества: она никогда не застрянет в трубопроводе и свободно пройдет через насосы промежуточных станций. Но и недостаток у этой «пробки» существенный. Нефтепродукты, идущие до «пробки» и после нее, будут

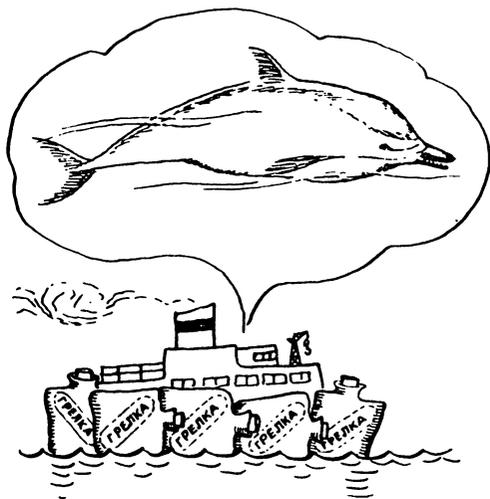


проникать в жидкий разделитель. Головная и хвостовая части «пробки» постепенно смешаются с нефтепродуктами. Отделить эти нефтепродукты от воды трудно, на конечной станции «пробку» и попавшие на нее нефтепродукты придется выбросить.

Сформулируем ИКР: жидкое вещество «пробки», прибыв в резервуар на конечной станции, должно само отделяться от нефти. Тут только две возможности — жидкость становится твердым веществом и выпадает в осадок или превращается в газ и улетучивается. Переход в газ заманчивее, твердый осадок надо отфильтровывать, а газ сам исчезнет. Значит, нужно вещество, которое при высоком давлении (в нефтепроводе давление в десятки атмосфер) будет жидким, а при нормальном давлении — газообразным.

Вспомните старый принцип: подобное растворяется в подобном. Нефть — вещество органическое, а нам надо, чтобы «пробка» не растворялась в нефти. Следовательно, для «пробки» нужна неорганическая жидкость. Дешевая, безопасная, инертная по отношению к нефтепродуктам... Имея столь подробный перечень примет, нетрудно найти подходящее вещество по справочнику. Обыкновенный аммиак обладает всеми интересующими нас качествами. «Пробка» из жидкого аммиака надежно разделит идущие по трубопроводу жидкости. В дороге «пробка» частично смешается с нефтепродуктами, но это не страшно: на конечной станции аммиак превратится в газ, а нефть останется в резервуаре.

После того как мы придумали «пробку» из жидкости, можно смело брать за задачу 48 — о корпусе корабля. По условиям задачи корпус должен стать гибким, подвижным. Что ж, давайте представим себе, что обшивка корпуса сделана из... жидкости. Дикая, конечно, идея, но теперь у нас есть некоторый опыт превращения твердого в жидкое... К тому же, оператор РВС и моделирование маленькими человечками ведут именно к этой идее.



Итак, вместо стального листа — «лист» жидкости. Первая забота: как сделать, чтобы жидкость не разлилась? Придется с двух сторон поставить гибкие оболочки, например, из плотной резины. А чтобы вода не вылилась, нужно соединить оболочки перегородками. Получится стенка, собранная из резиновых грелок. Смешно... Однако некоторые изобретатели считают, что примерно так устроена «шкура» дельфина. Были построены модели, обтянутые подобными оболочками. Выяснилось, что модели при буксировке испытывают пониженное сопротивление воды: гибкие оболочки создают меньше вихрей. Но все-таки искусственные гибкие покрытия работали намного хуже, чем «шкура» живого дельфина. Дельфин может изменять форму поверхности «шкур», приспосабливаясь к меняющимся внешним условиям. А искусственные покрытия были безжизненными, им не хватало подвижности, они не могли «играть», меняя форму. Возникла новая задача: как управлять формой каждого участка гибкого покрытия?

(Обратите внимание: нередко одна задача порождает другую, образуется цепочка задач. Надо идти вперед, не останавливаясь на полдороге.)

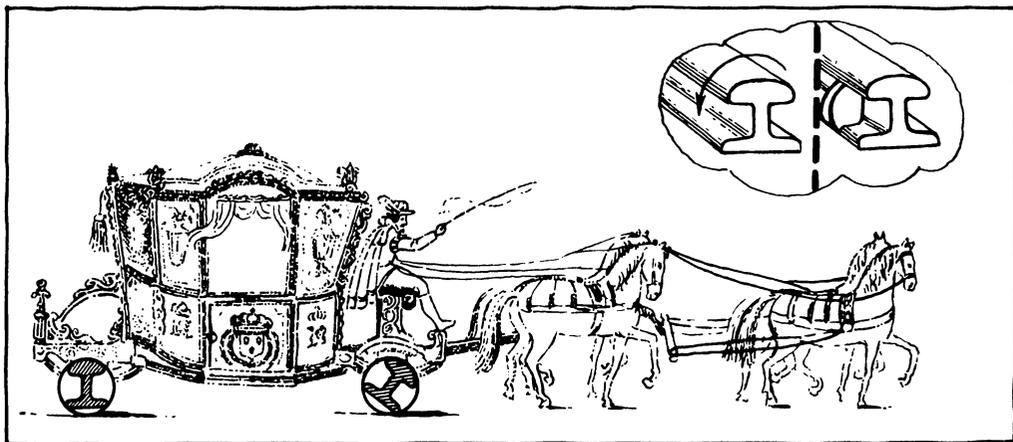
Задачу об «оживлении» гибкой оболочки вы должны решить легко. Ведь это задача на перемещение; нужно управлять движением жидкости, находящейся под гибкой оболочкой. Построим веполь: добавим в жидкость ферромагнитные частицы и будем управлять ее перемещением с помощью электромагнитов. Авторское свидетельство № 457 529 на это изобретение выдано не кораблестроителям, а физикам из Института электродинамики украинской Академии наук...

Остается последний вопрос: могут

ли быть корабли вообще без корпуса?

Такие корабли уже давно существуют, и вы их знаете. Это плоты. Корпуса у них нет, ведь бревна, из которых они сделаны,— это груз. Но во время плавания бревна служат и корпусом. В английском патенте № 1 403 191 описан корабль с длинным, как змея, корпусом из металлических ящиков-контейнеров. Крохотная «головка» — буксирующая часть с двигателем — тянет гибкое «туловище», собранное из контейнеров...





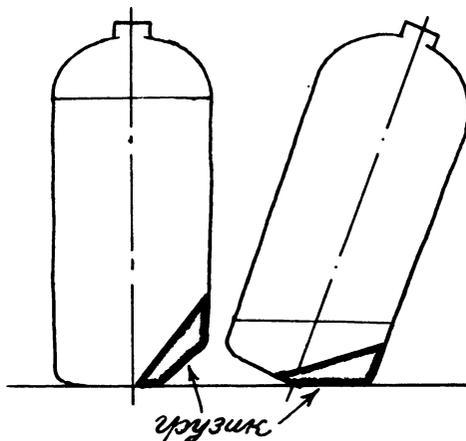
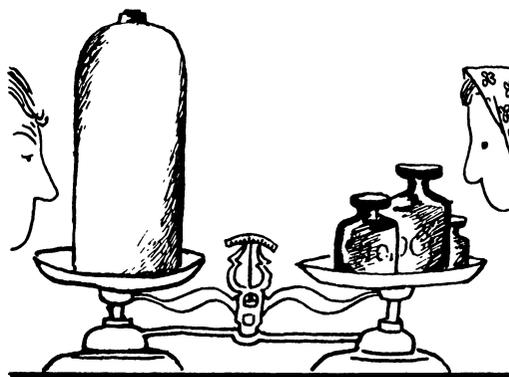
## ПРОСТЫЕ ПРАВИЛА

Пожалуй, самая главная и самая досадная ошибка начинающих изобретателей — стремление добиться результата, не считаясь ни с какими потерями. Возьмем хотя бы задачу 33 — о баллоне со сжиженным газом. Нетрудно измерить остаток жидкости, если время от времени взвешивать баллон. Но ведь это тяжело, дорого (нужны весы), неудобно! Хорошее решение должно выглядеть иначе: баллон сам сигнализирует о том, что сжиженного газа осталось мало.

Посмотрите на рисунок. Дно баллона сделано скошенным, и на скосе укреплен грузик. Пока жидкости много, вес грузика не мешает баллону стоять вертикально. А когда жидкости останется мало, грузик перевесит, и баллон резко наклонится вправо.

Обратите внимание: результат достигнут практически без всякой платы. Даже баллон можно не менять. Достаточно надеть на нижнюю часть корпуса деревянную или металлическую подставку с грузиком — и обычный баллон станет «говорящим».

Французским изобретателям, которые впервые додумались до этого, выдан патент СССР № 456 403.



*Задача 65.*  
**КАК ПОМОЧЬ РАБОЧИМ?**

*Наверное, вам приходилось видеть, как рабочие передвигают тяжелый рельс. Несколько человек поддевают рельс ломом и по команде переворачивают. Потом снова поддевают и переворачивают. Работа тяжелая и опасная: если рабочий зазеваётся, рельс может вырвать лом из рук... Вот и задача: как помочь рабочим?*

Давайте используем простые правила работы с задачами.

**Правило первое:** приступая к решению, сначала разберитесь, почему возникла задача.

В самом деле, почему трудно перемещать рельс? Из-за большого веса? Но ведь труба такого же веса легко покати́лась бы уже при небольшом уси-

лии. Значит, все дело в том, что рельс не умеет катиться.

**Правило второе:** сформулируй противоречие.

Рельс должен быть круглым, тогда он будет легко перемещаться. И рельс должен оставаться «рельсообразным», потому что нам нужен именно рельс, а не труба. Здесь уже необходима фантазия, ведь мы выдвигаем «невероятное» требование: рельс должен оставаться рельсом и в то же время легко катиться, как труба.

**Правило третье:** представьте идеальное (волшебное, сказочное) решение.

Тут надо включать фантазию на полную мощность! Идеальное решение выглядит так: рельс на время перемещения легко (словно по волшебству!) приобретает способность катиться.

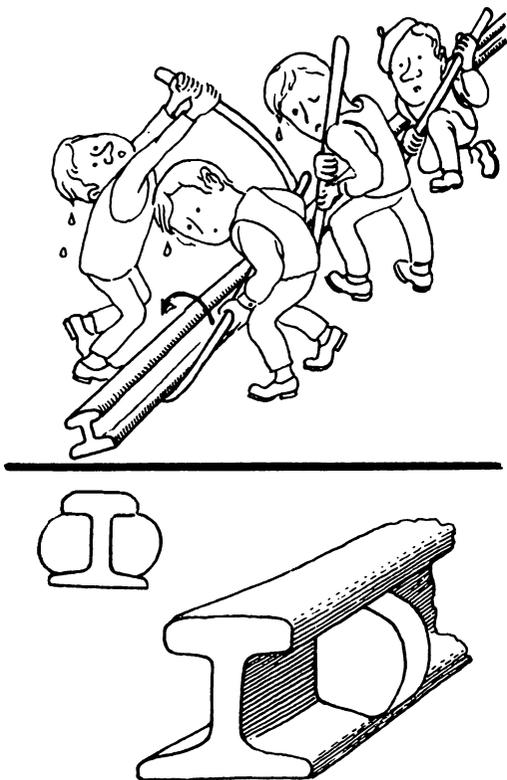
Если «рваться» к решению, не считаясь с потерями, ответ прост: наденем на рельс два колеса — и все! Но чтобы надеть колеса, придется поднять рельс, а для этого потребуются специальное подъемное устройство. Еще раз и еще раз: хороши только те решения, которые позволяют получить результат без усложнения системы, без дорогой платы.

Инженер В. П. Богаенко получил авторское свидетельство № 742 514 на предельно простое решение: четыре магнитных полукруглых вкладыша (по два с каждой стороны рельса) на время как бы округляют рельс (см. рис.), позволяя легко его перекачивать. Вкладыши можно быстро надеть, быстро снять.

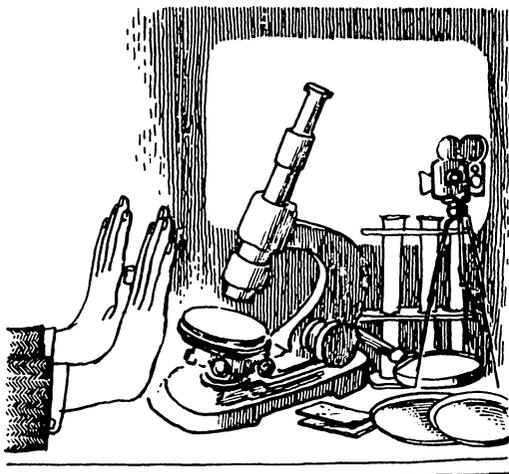
А теперь — две задачи на применение правил.

*Задача 66.*  
**ОХОТНИКИ ЗА БАКТЕРИЯМИ**

*В одной лаборатории проверяли питьевую воду — много ли в ней бактерий. Для этого брали металлическую пластинку, пронизанную множеством тончайших пор, опустили в воду, выни-*



мали и прикладывали с одной стороны промокашку. Через поры промокашка отсасывала воду, и на другой стороне пластинки оставались только бактерии: они не пролезали в поры. С помощью микроскопа внимательно осматривали эту сторону пластинки и подсчитывали число бактерий.



Обычно лаборатория делала 10 анализов в день. С работой справлялась одна опытная лаборантка. Однажды задание изменили: каждый день надо было «ловить» бактерии на 500 пластинках...

— Проверка идет медленно, — сказал старший научный сотрудник. — Пластинку приходится делить на сто строк и потом вести микроскоп вдоль каждой строки. Надо обойтись без микроскопа!

— Как же без микроскопа? — удивился младший научный сотрудник. — Вот если бы бактерии были размером с гривенник...

Все рассмеялись.

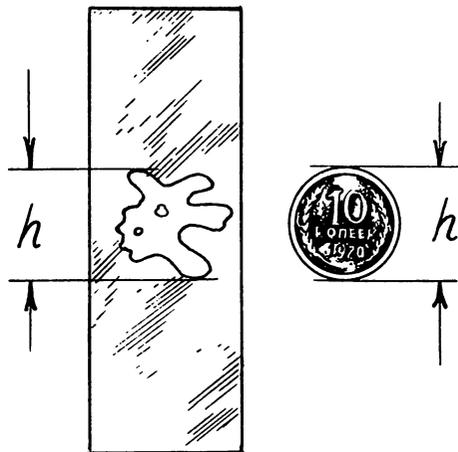
И тут появился изобретатель.

— Будем рассуждать по прави-

лам, — сказал он. — **Правило первое:** сначала разберитесь, почему возникла задача. Ну, тут мы разобрались: бактерии малы, приходится искать их с помощью микроскопа, а это медленно. **Правило второе:** сформулируйте противоречие. Пожалуйста! Бактерии должны быть маленькие, невидимые — такие они от природы. И бактерии должны быть больше, чтобы их видно было невооруженным глазом. **Правило третье:** представьте идеальное решение. Вот оно: пока бактерия в воде, она мала, а когда попадет на пластинку, увеличивается.

— Спасибо, — сказал заведующий лабораторией. — Теперь мы легко справимся.

Решая эту задачу, помните: никакие оптические устройства (проекторы, экраны и т. д.) не дают нужного эффекта. Требуется нечто более простое... Ответ можно проверить, заглянув в журнал «Изобретатель и рационализатор», 1981 г., стр. 30.



Задача 67.

**СМАЗКА С СЕКРЕТОМ**

На трубопрокатном заводе из раскатанной стальной заготовки получают трубу длиной десять метров. Только что

*изготовленную трубу — еще горячую! — надо покрыть изнутри слоем смазки (толщина слоя — несколько миллиметров). Как это сделать?*

На первый взгляд задача кажется простой. Можно, например, использовать «коляску», которая пройдет внутри трубы и нанесет слой смазки. К сожалению, это решение далеко от идеала: замедляются темпы изготовления труб, потребуется довольно сложная машина — «коляска».

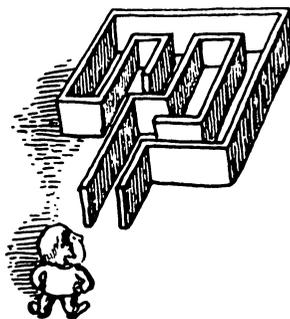
Недавно двенадцать инженеров получили авторское свидетельство на остроумное изобретение, позволяющее быстро и точно наносить смазку на внутреннюю поверхность горячих («свежеизготовленных») труб. Давайте посостязаемся с этой командой!

Подумаем сначала, почему возникла задача. Нет ничего трудного в том, чтобы покрыть слоем смазки **ровный** лист металла. Но внутренняя поверхность трубы (да еще нагретой!) очень неудобна для смазки. Отсюда противо-

речие — смазывать надо **ровный** лист: это намного проще. И смазывать надо трубу: нет у нас **ровного** листа! Идеальное решение: мы смазываем что-то плоское (не заготовку и не трубу). А потом это «что-то» передает свою смазку трубе... и исчезает.

Правила указали общее направление решения, остальное зависит от вашей смекалки. Помните, нужен способ, близкий к идеальному: вся хитрость в том, что смазка наносится на «постороннюю» ровную поверхность. Труба еще только изготавливается, а смазка для нее уже нанесена на лист! Остается каким-то образом перевести смазку с листа на внутреннюю поверхность готовой трубы. Сделать это надо так, чтобы «вещество-переносчик», выполнив свою функцию, мгновенно исчезло, не доставляя нам никаких лишних хлопот (вспомните задачи 5 и 15).

Если захотите проверить ответ, взгляните в бюллетень изобретений, № 6 за 1981 г. (авторское свидетельство № 804 038).





## СМЕКАЛКА ПЛЮС (ИНОГДА) НЕМНОЖКО ФИЗИКИ

Ну а теперь — задачи для тренировки. Напомню еще раз: старайтесь не искать ответы наугад. Используйте правила, приемы. Если возникнут затруднения с физикой, перечитайте третью главу, полистайте учебники.

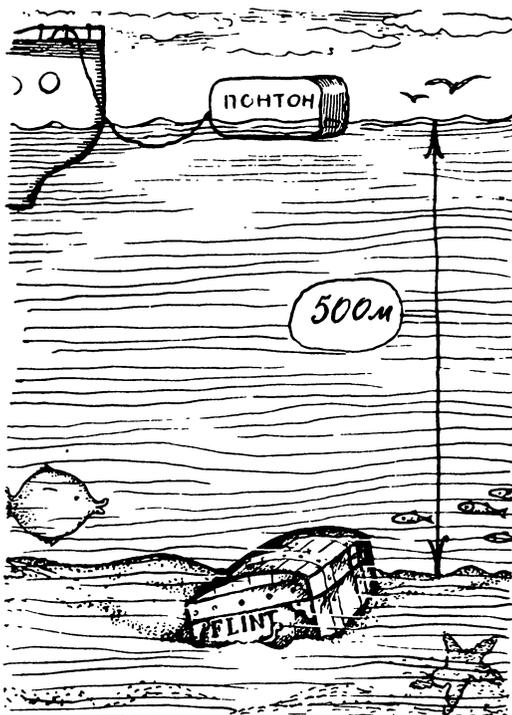
Задача 68.

### СОКРОВИЩА ПИРАТА ФЛИНТА

Экспедиция долго искала сокровища Флинта. Наконец с помощью подводной телекамеры удалось обнаружить сундук с сокровищами. Прочный деревянный сундук лежал на глубине 500 метров, наполовину погруженный в песок. Когда стихли первые восторги, члены экспедиции задумались: как поднять сундук? Обычно затонувшие грузы поднимают с помощью понтонов. Понтон — это металлическая цистерна. Ее заполняют водой, опускают вниз и прикрепляют к грузу. А затем сжатым воздухом вытесняют воду. Понтон всплывает и поднимает груз.

— Пиастры, пиастры, — мрачно сказал руководитель экспедиции. — А вот как поднять эти пиастры? Понтон у нас есть, но как его прикрепить к крышке сундука — неизвестно. Водо-

лаза на такую глубину не опустишь. Роботы? Нет у нас никаких роботов... Всё, чем мы располагаем, — это подводная телекамера и понтон.



И тут, конечно, появился изобретатель.

— Сформулируем ИКР, идеальный конечный результат,— сказал он.— Вот понтон опустился на крышку сундука. Это мы сделаем без затруднений, у нас есть телекамера. ИКР: крышка сундука и нижняя поверхность понтона сами («без ничего») соединяются друг с другом. «Без ничего» или с помощью воды, ведь ее там сколько угодно...

Как соединить понтон и сундук с помощью воды?

Ответ можно проверить по журналу «Техника и наука», 1980, № 1, стр. 28.

### Задача 69.

#### АЙБОЛИТУ НУЖЕН ГРАДУСНИК

Обычный градусник изобретен давным-давно. Внутри стеклянной пробирки — пластинка с цифрами и черточками, а к пластинке прикреплена тонкая трубочка, по которой поднимается ртуть, расширяясь при нагревании. Как видите, градусник устроен просто, это его достоинство. Но есть и один недостаток: трудно разглядеть, до какого уровня поднялась ртуть в тонкой трубке.

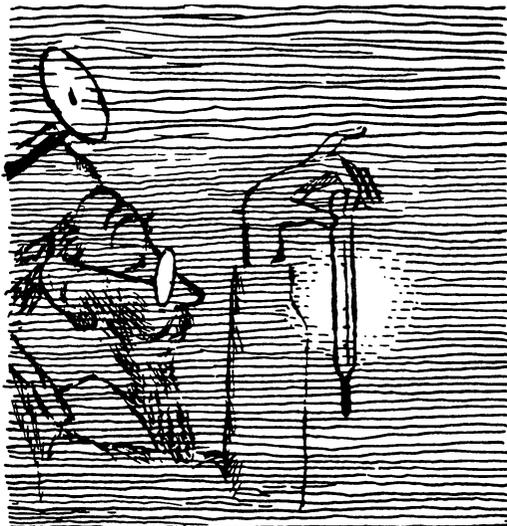
Помните, что делал Айболит в Африке?

Десять ночей Айболит  
Не ест, не пьет и не спит,  
Десять ночей подряд  
Он лечит несчастных  
зверят  
И ставит и ставит им  
градусники.

Десять ночей разглядывать градусники — нелегкая работа. Ох, как пригодился бы Айболиту градусники, в которых легко разглядеть столбик ртути!

Наверное, вы уже подумали о том, чтобы сделать трубочку пошире. К сожалению, в широкой трубке ртуть сама, без встряхивания, опускается при понижении температуры, а для градусника это недопустимо.

Итак, попробуйте придумать новый градусник. Все свойства обычного гра-



дусника надо сохранить, но столбик ртути должен стать таким, чтобы его легко было обнаружить.

### Задача 70.

#### ПОМОГИТЕ ШЕРИФУ

Отрывок из детективного романа:

«— Теперь вы в руках правосудия,— сказал шериф.— Надеялись улизнуть, а? Алмаз «Юпитер» — неплохая добыча... Но вы пойманы с поличным. А то, что вы разрежали алмаз на части и ограничи, только усугубляет вашу вину.

— Не спешите, шериф,— пожал плечами один из задержанных.— Пропад алмаз «Юпитер»? Выражаем искреннее сочувствие и все такое прочее. У нас нет этого алмаза, у нас всего лишь пять бриллиантов. Наследство покойной бабушки.

— Вот именно,— усмехнулся второй.— Взгляните на это дело с научной точки зрения. Вес разный, форма разная. Цвет совпадает? Мало ли белых алмазов и бриллиантов? Химический состав? Там углерод и у нас углерод, у всех бриллиантов и алмазов углерод. Пожалуй, придется отпустить нас...»

Помогите шерифу разоблачить преступников.

Если вам захочется проверить ваше предположение, загляните в книгу «Творчество как точная наука» на стр. 132.



### Задача 71.

### КОФЕ В НЕВЕСОМОСТИ

В одном фантастическом рассказе космонавт решил сварить кофе. Как это сделать в невесомости? Очень прос-



то, рассуждает космонавт, возьму жидкость, намагничу ее, а затем намагничу и джезvu (металлическую чашку с длинной ручкой), вот и всё! «Сейчас мы будем пить кофе по-турецки из магнитных чашек», — говорит космонавт.

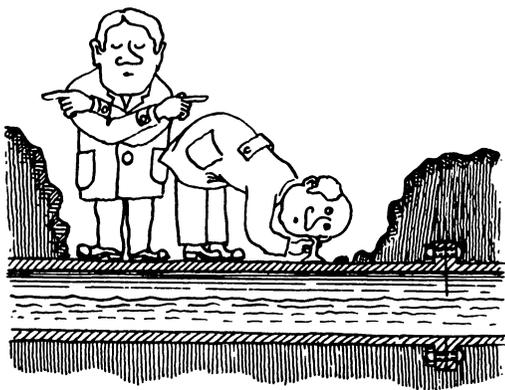
Как вы думаете, удастся ли вот так сварить кофе? Как бы вы сварили кофе в невесомости? Учтите, сделать это вы должны просто и безопасно. Надо, конечно, помнить и о том, чтобы кофе сохранил свой вкус...

### Задача 72.

### ДОСТРОИТЬ ВЕПОЛЬ

На заводе раскопали участок трубопровода. Потребовалось уточнить: в какую сторону течет жидкость в трубе? Простукивали трубу на все лады, прислушивались — ничего не удавалось определить.

— Будем резать трубу, — сказал инженер. — Что поделаешь...



И тут появился изобретатель.

— Зачем резать? — удивился он. — Нужно достроить веполь. Есть два вещества — труба и жидкость. Остается добавить поле.

Задача простая, хотя на ее решение тоже выдано авторское свидетельство.

### Задача 73.

#### ЗОВИТЕ ПОЖАРНЫХ!..

По радио передали: ожидаются осенние заморозки.

— Беда,— сказал директор совхоза,— как быть с опытным участком? Там ведь растения, которые любят тепло...

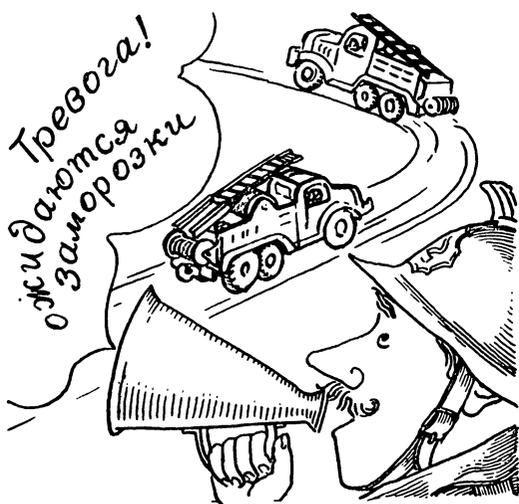
— Участок большой,— вздохнул главный астроном,— пленкой не закроешь, не обогреешь...

И тут появился изобретатель.

— Сохранить тепло на большом участке? — переспросил он. — Зовите пожарных, у меня есть идея...

Как вы думаете, зачем понадобились пожарные?

Ответ можно проверить по «Пионерской правде» за 15 апреля 1980 г.



### Задача 74.

#### ОТКЛЮЧАЕТСЯ САМ...

На выставке демонстрировался электрический паяльник, отключающийся при перегреве.

— Как он устроен? — спросил один из посетителей.

— Вероятно, есть датчик, измеряющий температуру,— предположил другой посетитель.— При перегреве датчик дает сигнал, специальное реле отключает паяльник.

И тут появился изобретатель.

— Нет ни датчика, ни реле,— сказал он.— Паяльник отключается сам. Вся хитрость в том, что...

Проверить свой ответ вы сможете, заглянув в журнал «Радио», 1978 г., № 1, стр. 58.

### Задача 75.

#### БУДЕТ СТОИТЬ ДЕШЕВО

В учебнике физики для девятого класса нарисованы различные типы электрических конденсаторов. Самый простой конденсатор представляет собой две металлические пластинки, разделенные изолятором, например воздухом. Чем меньше воздушный промежуток, тем больше емкость конденсатора. На заводе, изготавливающем наглядные пособия для школ, сделали конденсатор, пластинки которого перемещались с помощью микрометрического винта.

— Плохо,— сказал директор завода, осмотрев прибор.— Пластинки дешевые, но из-за микрометрического винта прибор стоит дорого.

— А что делать? — возразил главный инженер.— Для опытов нужно очень точно перемещать пластинки.

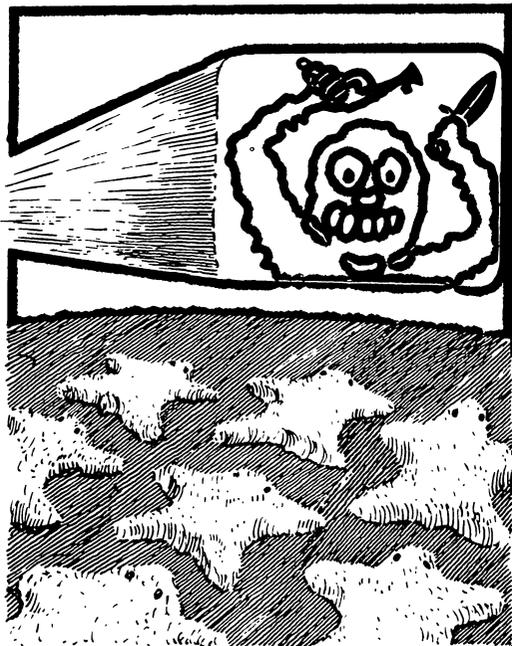
И тут появился изобретатель.

— Прибор будет дешевым! — сказал он.— Для этого нужно... Что предложил изобретатель?

### Задача 76.

#### «Я ВИДЕЛ СМЕШНУЮ КАРТИНКУ...»

В лаборатории пытались усовершенствовать обработку меховых шкурок. При изготовлении шкурок их несколько раз промывают специальными растворами и чистой водой. Очень мно-



го времени уходит на сушку мокрого меха. Сотрудники лаборатории решили применить фен — вентилятор, дающий поток нагретого воздуха. Собрали установку, попробовали... Ничего не получилось! Поток воздуха высушивал верхнюю часть меха, на его поверхности образовывалась плотная корочка слипшихся волос, а под корочкой оставалась вода. Меняли скорость потока и температуру воздуха — все равно волосы слипались, сушка шла медленно.

И тут появился изобретатель.

— В одном журнале я видел смешную картинку, — сказал он. — Парикмахер дал своему клиенту какой-то страшный роман, волосы у клиента поднялись дыбом, парикмахеру удобно их стричь...

— Что же вы предлагаете? — удивился заведующий лабораторией. — Читать нашим шкуркам романы или показывать фильмы ужасов?

— Всё значительно проще, — ответил изобретатель. — Волосы поднимут-

ся дыбом, если использовать физический закон...

Какой закон имел в виду изобретатель?

Задача 77.

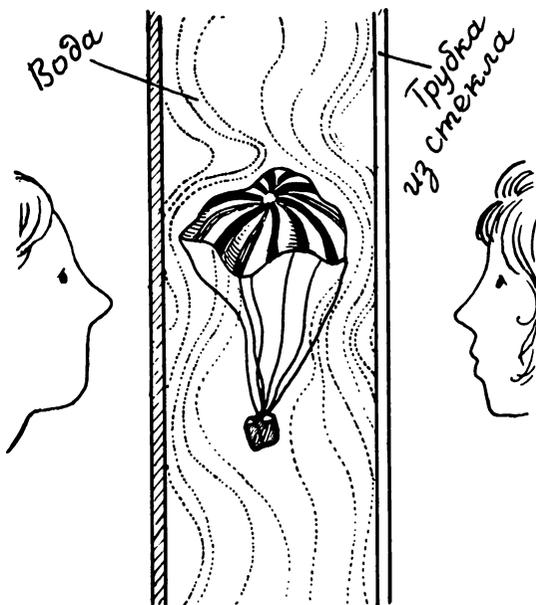
## ВТОРАЯ ПОЛОВИНА СЕКРЕТА

Инженеры изучали разные образцы парашютов.

В стеклянной трубе устанавливали маленькую модель парашюта, прокачивали воду и, меняя режимы потока, наблюдали за поведением модели и образованием вихрей. Работа не ладилась: трудно было разглядеть или сфотографировать бесцветные вихри в бесцветном потоке. Подкрасить воду? Но черные вихри в черном потоке совсем не будут видны...

Кто-то предложил покрыть модель тонким слоем растворимой краски. Получилось удачно: в бесцветном потоке хорошо были видны цветные вихри.

Однако через десять минут краска полностью растворилась, испытание пришлось прервать. Попробовали нанести на модель толстый слой краски —



форма парашюта исказилась, испытания потеряли смысл.

— Краску надо подавать изнутри модели,— сказал один инженер.— Правда, проволоочки, из которых сделаны стропы модели, совсем тонкие. Ума не приложу, как сделать внутри них каналы для подачи краски. Но ведь есть умельцы, которые на зернышке риса могут изобразить целую картину. Надо найти такого умельца...

— Представляешь, сколько времени потребуется твоему умельцу? — усмехнулся другой инженер.

И тут появился изобретатель.

— Давайте пофантазируем,— сказал он.— Вот отрезок проволоки. На нем совсем нет краски, форма модели не искажена. Опускаем проволоку в поток воды — и на поверхности проволоки, как по волшебству, появляется тончайший слой краски. Вода смывает этот слой. Но сразу же возникает новый. Идеальное решение: один тонкий слой краски смывается потоком и тут же образуется другой.

— Но это невозможно! — возразили инженеры.— Откуда возьмется краска?

— Из воды,— ответил изобретатель.— Больше ей неоткуда взяться. Вода, соприкасаясь с проволокой, должна сама превращаться в краску, то есть в какое-то вещество, отличающееся от воды. Вот и половина секрета. А вторая половина — как именно это сделать.

Попробуйте разгадать вторую половину секрета. Ответ можно проверить,

посмотрев журнал «Техника и наука», 1982, № 5, стр. 19.

Задача 78.

## ЛЕПЕСТКИ ВЫПОЛНЯЮТ ПРИКАЗ

Когда-то над полями с утра до вечера носились пчелы и другие насекомые-опылители. Но поля теперь обрабатывают химикатами, это отпугивает насекомых. Возникла мысль использовать вместо пчел сильный ветер: пусть ветер переносит пыльцу. В одном институте разработали для этого воздушную дувку — мощную, удобную. Привезли на поле, включили. Ветер есть, а пыльца не переносится! Лепестки цветков плотно закрылись, спрятав пыльцу от ветра...

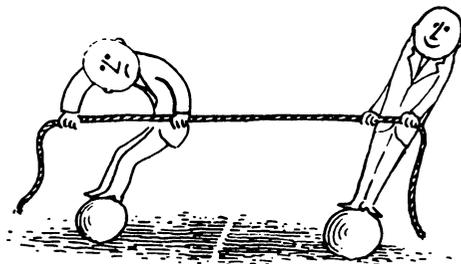
— Все понятно,— сказал ученый своему коллеге.— В процессе долгого развития растения выработали способность закрывать лепестки при сильном ветре. Для них поток воздуха от нашей воздушной дувки — просто опасная непогода. Растения не понимают, что мы помогаем переносу пыльцы.

— Что же нам делать? — спросил коллега.— Не выводить же новые виды растений, на это уйдут годы.

И тут появился изобретатель.

— Используем знакомый вам физический закон,— сказал он.— Лепестки будут открыты и в самый сильный ветер, если...

Как вы думаете, что предложил изобретатель?





---

## УЧИТЕСЬ ИЗОБРЕТАТЬ!

---

История человечества началась с изобретений. Были придуманы первые, каменные орудия труда — и появился на Земле гомо сапиенс, человек разумный... Трудно подсчитать, сколько изобретений сделано с тех пор. Изобретать пришлось всё, буквально всё, что нас окружает. Мы, например, не знаем, кто и когда изобрел парус, это великолепное изобретение живет тысячи лет. И будет жить: есть проекты космических кораблей с солнечными парусами, улавливающими давление света. А представляете, что пережил изобретатель, впервые поднимая парус?.. Наверное, был солнечный и ветреный день. Порыв ветра наполнил грубо сплетенную циновку — парус, и плот, вздрагнув, оторвался от берега. Заскрипела, сгибаясь, первая в истории мачта. Солнечные блики плясали на волнах, но человек их не замечал. Бешено стучало сердце: неизвестно, удастся ли снова пристать к берегу, страшно даже

оглянуться назад, но всё равно — вот он, потрясающий, сумасшедший, великий миг победы! Ветер впервые повинуется человеку, плот мчится вперед, шумно рассекая волны...

С изобретениями — их созданием, испытанием, внедрением — всегда связаны захватывающие приключения. Для победы над новой технической задачей нужны гибкость ума и отвага не меньшие, чем понадобились д'Артаньяну, чтобы преодолеть козни кардинала Ришелье... Впрочем, изобретательские задачи порой бывают хитрее и сильнее всех кардиналов. Хотите приключений, современных, умных, приносящих пользу людям, — изобретайте!

В техническом творчестве вас ждут увлекательные приключения — их хватит на всю жизнь. Но готовиться к этим приключениям надо с детства, чем раньше, тем лучше, тут — как в спорте. Так что не теряйте времени...

Желаю вам успехов!

# Заметки, не поместившиеся на полях...

## ИЗОБРЕТЕНИЕ. ОТКРЫТИЕ

Изобретение должно обладать четырьмя качествами: быть техническим решением задачи, быть новым, существенно отличаться от уже известного, давать полезный эффект.

Например, новый метод дрессировки животных не изобретение: тут нет технического решения задачи. Если вы предложите «коллективный» велосипед с четырьмя или пятью седлами, это тоже не изобретение. Такие велосипеды не новость, они были еще в прошлом веке.

Соединим малярную кисть с лопатой. Вроде бы что-то новое. Но кисть и лопата используются по-прежнему, никаких иных качеств сочетание этих инструментов не приобрело. А если нет новых качеств, новых (и притом существенных, значительных) отличий — нет и изобретения.

Допустим теперь, что кто-то предложил новый «жучок» для электрических счетчиков. Это «новшество» не будет призвано изобретением — оно не дает полезного эффекта.

Как видите, прежде чем предложение будет признано изобретением, оно должно пройти четыре суровых экзамена. Проверяет предложения Всесоюзный научно-исследовательский институт государственной патентной экспертизы. Ежегодно в Советском Союзе регистрируют свыше ста тысяч изобретений.

Часто изобретения путают с открытием. Изобрести можно только то, чего раньше не было. Например, первый самолет — это изобретение.

Открыть — значит обнаружить то, что уже существовало в природе, но не было известно. Всемирное тяготение нельзя изобрести, его можно было только открыть, оно существовало всегда. Законы Ньютона, закон Ома, разло-

жение воды на водород и кислород, клеточное строение растений — всё это открытия.

С 1959 года в нашей стране регистрируют и новые открытия. За это время их было сделано около трехсот.

А теперь попробуйте сами определить, что из перечисленного ниже было открытием, а что изобретением:

1. Токарный станок. 2. Выплавка стали из чугуна. 3. Инерция тел. 4. Зависимость колебаний маятника от его длины. 5. Маятник часов.

## ПАТЕНТ.

### АВТОРСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО

Герой романа Марка Твена «Янки при дворе короля Артура», попав из XIX века в средневековье, первым делом основывает бюро патентов. Без этого, говорит он, не будет изобретений.

Для создания изобретения требуется определенный труд. Чтобы получить вознаграждение за этот труд, изобретатель должен быть уверен, что без разрешения никто не воспользуется его изобретением. Право как угодно распоряжаться изобретением — в этом и заключается сущность патента. В капиталистических странах патенты становятся средством получения прибыли.

В СССР и других социалистических странах изобретатели получают не патенты, а авторские свидетельства. Подобно патенту, авторское свидетельство удостоверяет, что предложение признано изобретением, и указывает, кто и когда сделал это изобретение. Но авторское свидетельство — в отличие от патента — передает право на использование изобретения государству. А государство гарантирует изобретателю вознаграждение.

## ЗАЯВКА. ОПИСАНИЕ И ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Чтобы новое техническое решение задачи было признано изобретением, подают заявку во Всесоюзный научно-исследовательский институт государственной патентной экспертизы. Заявка состоит из описания изобретения, чертежей и заявления. Иногда в нее включают также документы об испытаниях изобретения и отзывы специалистов.

В описании изобретения указывают название изобретения и область техники, к которой оно относится. Затем перечисляют известные ранее решения и их недостатки. А уж после этого излагают цель изобретения и подробно раскрывают его сущность и преимущества. Заканчивается описание формулой изобретения. Чаще всего это одна фраза, разделенная на две части словом «отличающийся». То, что стоит до этого слова, указывает на ранее известное техническое решение, а после этого слова — на цель и сущность изобретения. Например: «Способ уплотнения бетона действием механических колебаний, отличающийся тем, что с целью снижения шума используют неслышимые инфразвуковые колебания». Уплотнение бетона с помощью колебаний было известно давно, об этом ска-

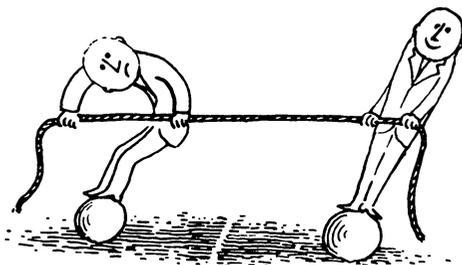
зано до слова «отличающийся». Новизна изобретения — в применении инфразвуковых колебаний. Инфразвук — меньше двадцати колебаний в секунду. Человеческое ухо просто не воспринимает такие колебания; бетон уплотняется, а шума нет. В этом смысл изобретения.

## ПРАВА ИЗОБРЕТАТЕЛЯ

В древнегреческом городе Сибарисе существовал закон, охранявший права тех, кто придумал новое (и вкусное!) блюдо: никто, кроме изобретателя, не имел права в течение года готовить и продавать это блюдо...

Шли века, и права изобретателей постепенно расширились. Особенно велики они в нашей стране. Советский закон гарантирует изобретателю право на вознаграждение. Изобретатель может дать изобретению свое имя. Изобретатель имеет право принять участие во внедрении изобретения. Наиболее отличившиеся изобретатели получают звание «Заслуженный изобретатель».

Почти в каждом павильоне ВДНХ вы увидите портреты изобретателей. Новые машины и новые лекарства, новые ткани и новые сорта растений — во все это вложен труд изобретателей.





## В КАРТОТЕКУ ИЗОБРЕТАТЕЛЯ

### Составляйте картотеку!

Жюль Верн не патентовал изобретения, он их просто описывал в своих романах. Но чтобы придумывать технические и научные новшества, Жюль Верн всю жизнь — с юности — следил за новинками науки и техники, делал выписки из книг, журналов, газет. Биографы утверждают, что в картотеке великого писателя накопилось 20 тысяч карточек с выписками по технике, географии, физике, астрономии...

Многие современные изобретатели регулярно пополняют свои личные картотеки. Основу таких картотек обычно составляют сведения по изобретательскому применению физических, химических и геометрических эффектов. Описания сильных приемов и всяких изобретательских хитростей. Информация о новых веществах и новых материалах. Словом, все то, что может пригодиться при решении задач.

Картотека постепенно пополняется и с какого-то времени начинает помогать при поиске новых идей. Иногда старая и, казалось бы, забытая карточка позволяет сразу решить трудную задачу.

Есть в моей картотеке листок с выпиской из книги, которой исполнилось ровно сто лет. Называется книга так:

### ЧУДЕСА СВЕТА

Наука

на пользу и богатство человека.  
Три тома со множеством рисунков.

Составлено

Даниловичем и Кустаревским  
под редакцией А. Славского.

Москва

Склад издания  
у книготорговца С. И. Леухина.  
1886 год.

Вот выписка из этой книги:

«§ 89. Мгновенное распускание цветка под влиянием электричества.

Фокусник берет недавно срезанный бутон какого-нибудь цветка, по преимуществу розы или камелии, веточка которого на том месте, где он срезан, залеплена воском, и показывает его предварительно зрителям для того, чтобы доказать им, что в бутоне нет никаких приспособлений и вообще ничего искусственного.

Затем он снимает воск, втыкает ве-

точку на длинную проволоку и вставляет ее в свою очередь в стол, говоря, что он делает это для того, чтобы все могли видеть, что нет подмены.

После этого он делает знак своему помощнику, который соединяет батарею с проводом, и таким образом ток электричества достигает и проникает в бутон, а под влиянием этой великой силы, на глазах у зрителей бутон начинает полнеть и быстро распускается, превращаясь в роскошный цветок...»

Сто лет назад это было почти невероятным фокусом, а теперь на уроках физики в седьмом классе проходят: одноименные заряды отталкиваются, разноименные — притягиваются. Фокусник зарядил лепестки цветка одноименными зарядами — вот и вся хитрость.

Фокус прост, но ведь он решает задачи 76 и 78. Волосы меховой шкурки «станут дыбом», если зарядить их одноименными зарядами (авторское свидетельство № 563 437). Лепестки цветка, заряженные одноименно, остаются раскрытыми даже при сильном ветре (авторское свидетельство № 755 247). Вполне современные изобретения, сделанные по старинной подсказке. А сколько таких изобретений можно сделать! Посмотрите статью «Притягиваются — отталкиваются» в журнале «Техника и наука», 1981, № 7.

### Изобретатель слушает «пульс»

Как на ходу определить, есть ли трещина в подшипнике? У «здорового» подшипника одна частота колебаний (ее можно измерить заранее), а у «больного» — другая, ведь трещина делит подшипник на две части, меняется длина и, следовательно, частота колебаний.

За последние годы выдано много авторских свидетельств на подобные изобретения. Раньше, например, при полировке металлических лент приходилось часто останавливать процесс, чтобы измерить толщину ленты. А те-

перь ее измеряют, не прерывая работу: ленту, находящуюся в растворе кислоты, заставляют колебаться и по частоте колебаний судят об ее толщине.

Врачи измеряют пульс человека — это самый простой способ узнать о состоянии организма. Частота колебаний — нечто вроде пульса: она говорит о состоянии деталей, из которых собраны машины и механизмы. Изменилась длина, другой стала масса, иначе давит на деталь внешняя среда — сразу меняется частота колебаний.

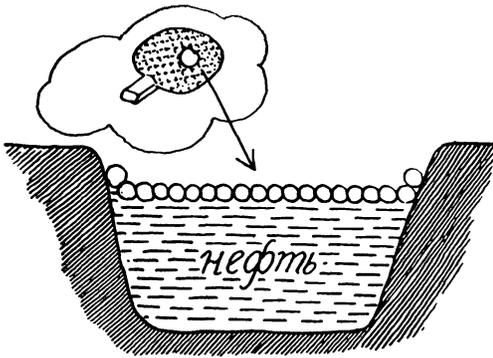
Плох тот доктор, который не знает о пульсе. Изобретателю тоже необходимо твердо помнить, что у каждой «железки» есть «пульс», очень точно сигнализирующий о ее состоянии.

А теперь простая задача. В грунт вбиты сваи. Как проверить, достаточно ли крепко их держит грунт?

### Шарики, вода и фантазия

Во многих странах думали над тем, как уменьшить потери нефти из резервуаров. Летом резервуары сильно нагреваются, и много нефти улетучивается. Казалось бы, нетрудно прикрыть маслянистую жидкость плавучей «крышкой». Такой «поплавок» опускался бы по мере понижения уровня нефти. Но вот беда: стенки у резервуара неровные, между «крышкой» и стенками остается щель, нефть испаряется. Стали придумывать «крышки» с гибкими, «притирающимися» краями. Получилось сложно и дорого. Техническое противоречие: уменьшая потери нефти, усложняешь оборудование. И вот появилось очень простое предложение: засыпать в резервуар мелкие шарики — наподобие тех, которыми играют в настольный теннис, только чуть поменьше. Шарики надежно закроют поверхность при любой форме стенок резервуара. Не правда ли, остроумное изобретение? Мастерство изобретателя проявляется в том, что сложная задача решается очень простыми средствами.

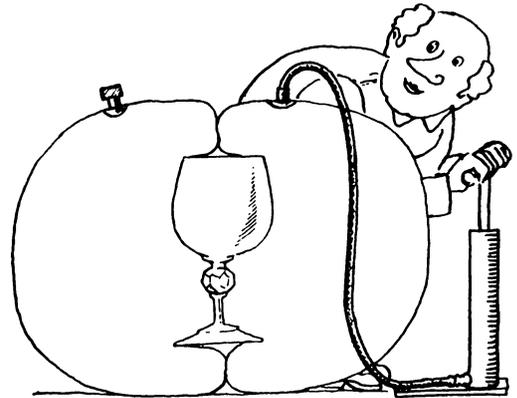
## Мешок + воздух



А теперь представьте себе цех, в котором на металлические изделия наносят слой никеля или хрома. Вместо станков — ванны, в них опускают изделия. А в ваннах — растворы вредных для человека солей. Как быть? Сделать крышки? Но все время приходится опускать в ванны изделия и извлекать готовую продукцию, крышки помешают работе. Снова противоречие, очень похожее на то, что было в предыдущей задаче. А одинаковые противоречия одинаково устраняются. Наверное, вы уже догадались: нужно покрыть поверхность ванны слоем шариков. Такая «крышка» задержит брызги кислоты, но не будет мешать работе.

Недавно на одном заводе понадобилось раскроить толстый стальной лист. При кройке лист приходилось двигать, поворачивать. А как это сделать, если лист весит более полутора тонн и имеет в длину около шести метров? И снова выручили плавающие шарики. Ведь каждый шарик может нести какой-то груз. Шариков можно взять много, да и сами шарики могут быть крупными. Значит, груз они выдержат солидный. Так возникла идея поплавоквого конвейера. Поражает простота этого конвейера. По лотку течет вода, а сверху плывут полые металлические шары, несущие груз, вот и всё.

Как перевезти по железной дороге хрупкие стеклянные приборы? Лет двадцать назад изобретатели предложили использовать для этого гибкие пластмассовые мешки: в мешки накачивают воздух, и они плотно и мягко зажимают груз. «Мешок + воздух» — механизм очень простой и удобный. Не удивительно, что изобретатели стали применять его при решении различных задач, в которых требовалось один предмет плотно прижать к другому. Нужно, например, зажать хрупкий предмет при распиловке — используется «воздушный мешок» (авторское свидетельство № 409 875). Потребовалось плотно



прижать одну пластину мощного электропереключателя к другой — снова «воздушный мешок» (патент США № 3305652). Надо прижать магнитную ленту к ролику магнитофона — опять «воздушный мешок» (авторское свидетельство № 268 691). Даже тяжелые гипсовые повязки, накладываемые при переломах, изобретатели предложили заменить «воздушными мешками»...

А можно ли усовершенствовать сам «воздушный мешок»?

Вы знаете очень сильный прием: в вещество добавляют железный порошок и действуют на вещество магни-

том или электромагнитом. И вот недавно появилось новое изобретение (авторское свидетельство № 534 551): внутрь «воздушного мешка» насыпали железный порошок, а снаружи на порошок стали действовать электромагнитом. «Воздушный мешок» приобрел новое свойство — появилась возможность легко менять силу прижатия мешка к детали. Пока «омагниченный мешок» предложен для прижатия деталей при шлифовании. Но нетрудно предсказать, что постепенно изобретатели «омагнитят» и многие другие «воздушные мешки».

### Изобретено природой

Какой должна быть машина, передвигающаяся под землей? Этот вопрос был задан читателям «Пионерской правды». Вот типичный ответ: «Берем трактор, впереди устанавливаем лопаты, разрезающие грунт». Чтобы продвинуться вперед хотя бы на метр, такой машине придется «перелопатить» очень много земли: трактор слишком широк и высок, он не приспособлен для движения в узком пространстве. Машины, предназначенные для работы в одних условиях, нельзя переносить в другие условия. Были проекты подземоходов с крыльями. А зачем подземоходу крылья?..

Во всех проектах подземоход отбрасывал грунт назад. А крот — живая подземная машина — работает иначе, он оставляет за собой пустой туннель,

по которому легко вернуться. Лет двадцать назад инженер Александр Требелев задумал построить подземоход и провел интересные опыты с кротами. В ящик с утрамбованной землей Требелев запускал крота и просвечивал ящик рентгеновскими лучами. Оказалось, что крот все время вертит головой, вдавливая грунт в стенки туннеля. Несколько лет назад группа советских изобретателей получила авторское свидетельство на «искусственного крота». В передней части машины расположен режущий конус. Он не только режет грунт, но и, подобно голове крота, раскачивается, вдавливая частицы земли в стенки туннеля.

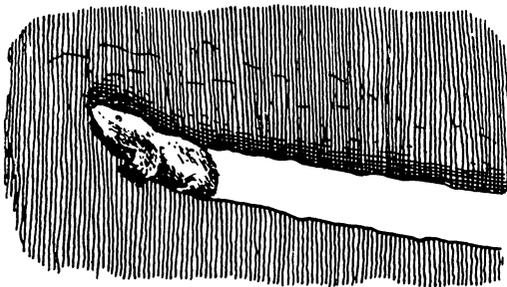
Как видите, изобретателю надо знать не только технику. Хороший изобретатель должен разбираться и в биологии, знать то, что уже создано природой.

### Обойти Архимеда

Когда Саша Ждан-Пушкин пришел в Бакинский общественный институт изобретательского творчества, приемная комиссия, признаться, растерялась. Сможет ли семиклассник заниматься вместе с кандидатами наук, инженерами, студентами-старшекурсниками?

Два года занимался Саша, осваивал приемы изобретательского творчества, решал задачи, учился ориентироваться в патентной информации. И сам отправил в Институт государственной патентной экспертизы заявку на новое решение технической задачи. Вскоре пришел ответ: предложение Саши признано изобретением.

Представьте себе поплавок в резервуаре с водой. Поплавок поддерживает одну из частей станка. По закону Архимеда, поддерживающая сила равна весу воды, вытесненной поплавком. А если надо увеличить поддерживающую силу в 10—12 раз? Сделать поплавок крупнее нельзя, нет места. Заменив воду более тяжелой жидкостью? Это дорого, и поддерживающая сила



увеличится всего в три-четыре раза. Нужно как-то обойти закон Архимеда. А вот как?..

Идея изобретения Саши заключается вот в чем: в воду насыпают мельчайший порошок железа и действуют на образовавшуюся взвесь магнитным полем. Удельный вес воды можно при этом повысить в 10—12 раз.

На основе своего изобретения Саша защитил дипломную работу в институте изобретательского творчества. Единодушная оценка комиссии: задача решена отлично!

### А солнце ласкает крылья...

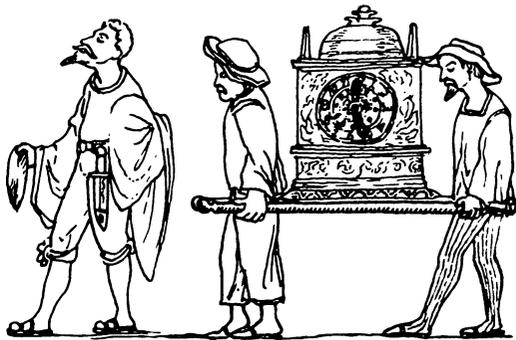
Есть изобретения, судьба которых удивительно напоминает рассказанную Андерсеном историю гадкого утенка. Их тоже клюют, толкают, осыпают насмешками...

Первый пароход, переплывший Атлантический океан, большую часть пути прошел... под парусами. На пароходе не было ни пассажиров, ни груза. Все трюмы были забиты углем — и все-таки топлива не хватило. Газеты писали: «Пароходные рейсы через океан — бессмыслица. Корабль возит топливо для самого себя!»

Первый пылесос (он был построен в 1901 году) едва умещался в повозке, которую с трудом тянули две дюжие лошади. Это сооружение подъезжало к дому, рабочие разматывали шланг, протягивали его в комнату, запускали двигатели — и чистка начиналась. Сразу же собиралась толпа: над грохочущей машиной смеялись, в нее кидали камнями...

Первые карманные часы были настолько тяжелыми, что их нельзя было носить в кармане. Владельцы часто нанимали слуг, которые несли за ними часы. То-то было насмешек...

Энергии первого солнечного двигателя еле-еле хватало, чтобы приводить в действие маленький типографский станок, печатавший газету «Солнце». В пасмурные дни газета не выходила,

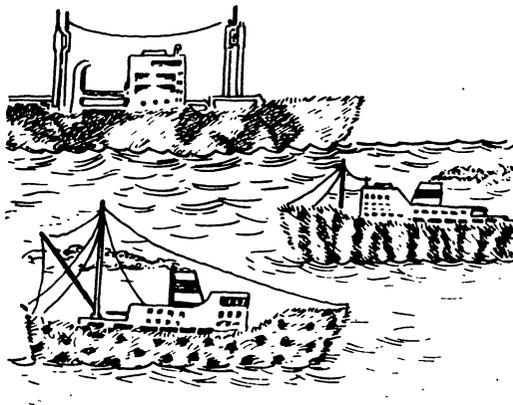


это служило поводом для бесчисленных карикатур и насмешек... Но разве идея использования солнечной энергии была ошибочной? В наши дни солнечные элементы работают на спутниках и космических кораблях, дают свет маякам, качают насосы в пустынях.

Новые машины надо оценивать не по их неказистому внешнему виду, а по силе заложенных в них идей. Приходит день, когда гадкий утенок становится белоснежным лебедем. И, как говорил Андерсен, старые лебеди склоняют перед ним голову, а солнце ласкает его крылья.

### Корабль в тигровой шкуре

Изобретатель Г. Н. Сутягин предложил обтягивать корабли искусственным мехом — это должно уменьшить

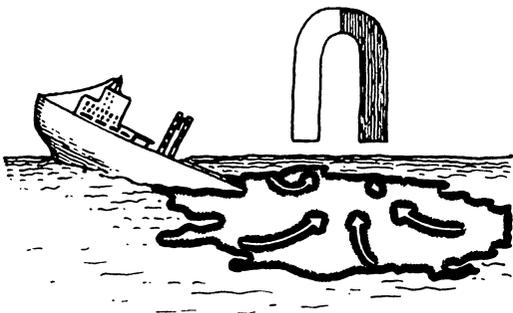


трение корабля о воду и воздух. Представьте себе порт с такими кораблями. Подтянутые лайнеры в искусственных гепардовых мехах, скоростные катера в синтетических тигровых и барсовых шкурах, тяжелые танкеры, обтянутые медвежьим мехом, стройные яхты в горностаевых шубках... А пока есть смысл подумать о применении этой идеи в моделизме и спортивной технике.

### Океан должен быть чистым

Во время плавания на «Ра-1» и «Ра-2» Тур Хейердал был поражен тем, как сильно загрязнен Атлантический океан. Порой нефтяные пятна простирались от горизонта до горизонта. В океаны и моря попадает около одного процента перевозимой нефти — это миллионы тонн... Изобретатели усиленно ищут способы борьбы с этим видом загрязнения. Нефтяные пятна пытаются сжигать, собирают огромными пластмассовыми «губками». Один из наиболее интересных способов заключается в том, что нефтяные пятна посыпают магнитным порошком. Получается смесь, обладающая магнитными свойствами. С помощью электромагнита такую смесь можно собрать с поверхности и поднять в баки судна-нефтеловушки.

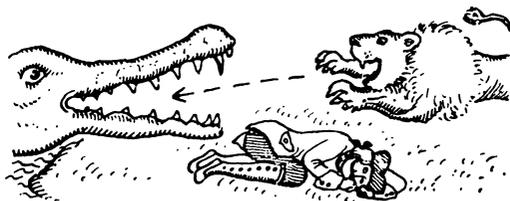
Но размеры танкеров увеличиваются. Недавно потерпел аварию танкер вместимостью в полмиллиона тонн. К счастью, это был порожний рейс.



А если бы разлилось полмиллиона тонн нефти? Как собрать гигантское нефтяное озеро? Пока нет хорошего решения этой задачи. Изобретатели продолжают поиски.

### Сказка — ложь, да в ней намек...

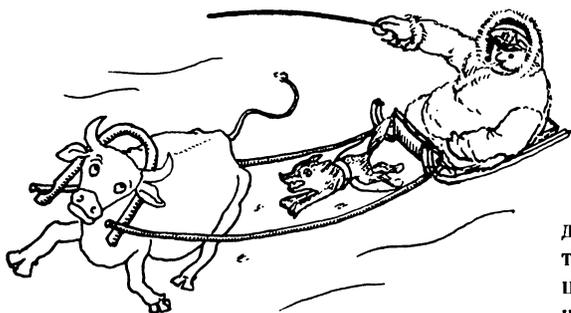
На первый взгляд истории, рассказанные капитаном Врунгелем, совершенно невероятны. Но если вдуматься в них, то окажется, что почти все они содержат зерна интересных изобретательских идей. Как и выдумки барона Мюнхгаузена. Немало изобретательских идей и в книгах о Гулливере, Алисе, Маленьком Принце. Писатели



придумывают необычные, порой безвыходные положения, а потом заставляют своих героев как-то «выкручиваться». И получается, что смешные книги не только смешат, но и учат мыслить, подсказывают, как справиться с неожиданными задачами.

Помните, что произошло с Врунгелем в Канаде? Нужно было на нартах перебраться на Аляску, и экипаж «Беды» приобрел оленя и собаку. И вдруг выяснилось, что олень — вовсе не олень, а... корова. Собака тоже оказалась не собакой, а волчком. Врунгель, однако, нашел остроумный выход из положения: волчонка запрягли позади коровы, и она, испугавшись, помчалась с огромной скоростью... Примерно то же произошло и с бароном Мюнхгаузеном, когда его преследовал лев, а впереди поджидал крокодил. Мюнхгаузен ухитрился совместить,

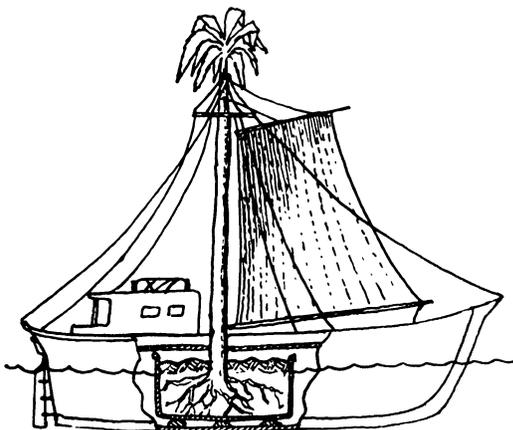
сложить два «минуса», и они взаимно уничтожились... В теории изобретательства этот прием звучит так: вредный фактор надо сложить с другим вредным фактором, чтобы сумма была равна нулю.



Можно привести такой пример. Врачи долго искали способ выведения родимых пятен. Пытались всевозможными средствами убрать красный цвет, ничего не получалось. А потом нашли решение «по Врунгелю и Мюнхгаузену»: под кожу стали вводить зеленую краску. Сама по себе краска дала бы яркое зеленое пятно. Но при сложении с красным пигментом родимого пятна «зеленое» и «красное» взаимно нейтрализуются, становятся незаметными...

### Один за двоих

Хорошего изобретателя можно узнать «по почерку» — по характерным особенностям того, что и как он придумывает. Есть такой «почерк» и у капитана Врунгеля. Большинство выдумок Врунгеля основано на том, что какой-то предмет начинает играть необычную для него роль. Спасательный круг с «Беды» становится хомутом, медные буквы «Б-е-д-а» превращаются в подковы, огнетушитель используется для борьбы с удавом, и даже белки заменяют двигатель...



Заставить один предмет выполнять двойную работу — сильный изобретательский прием, применяется он очень широко. Когда проектировали космическую станцию «Венера-12», в самый последний момент понадобилось разместить в спускаемом аппарате еще один прибор, весом в шесть килограммов. Конструкторы и слышать об этом не хотели: о каких шести килограммах может идти речь, если учтен и распределен каждый грамм и повышать вес аппарата нельзя?! И все-таки выход нашли — прямо по «рецепту» капитана Врунгеля... Если судно идет без груза, приходится для устойчивости загружать балласт — песок, воду. Врунгель вместо песка взял землю. Она служила балластом и одновременно

почвой, на которой росла мачта-пальма... На опускаемом аппарате станции «Венера-12» тоже предполагалось установить «балласт» — так называемый центровочный груз, заставляющий шарообразный аппарат спускаться в строго определенном положении. Вместо центровочного груза поставили еще один прибор — он работал и как груз, и как прибор...

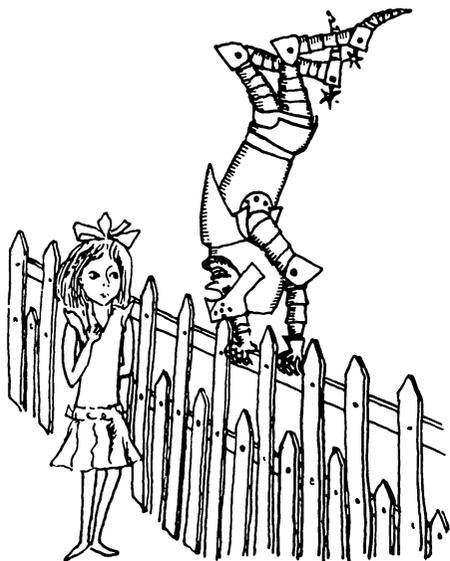
### «Кладем голову на забор...»

Помните, как Алиса встретила в Зеркалье чудаковатого Рыцаря?

«— В этот миг я как раз изобрел новый способ перелезания через забор. Рассказать?»

— Пожалуйста, — сказала Алиса вежливо.

— Вот как я до этого додумался, — продолжал Рыцарь. — Понимаешь, я рассуждал так. Основная трудность в ногах — как поднять их наверх. Голова и так наверху! Значит, так: сначала кладем голову на забор — голова, значит, уже наверху. Потом становимся на голову — тогда и ноги тоже наверху,



правда? И перемахиваем через забор! Ну, что ты скажешь?»

Алиса не очень поверила Рыцарю — у него было много неудачных идей. Но странный способ перелезания через забор и в самом деле оказался интересным изобретением. Советские изобретатели Г. Катус и И. Мельниченко построили вездеход, который действует точно так, как рассказывал Рыцарь. Вездеход представляет собой две тележки, соединенные рамой. Одна тележка лежит на другой. Подойдя к препятствию, вездеход кладет на него верхнюю тележку: как справедливо заметил Рыцарь, это сделать нетрудно — ведь тележка и так наверху! По раме, соединяющей тележки, груз переходит с нижней тележки на верхнюю. Теперь остается поднять нижнюю тележку, положить ее на верхнюю — и вездеход может двигаться дальше...

### Нужна ли изобретателю фантастика?

Однажды вместе с ответами на изобретательскую задачу в «Пионерской правде» пришло письмо, в котором говорилось: «У нас в классе прошел диспут: стоит ли читать фантастику? Многие считают, что не имеет смысла, потому что «это нереально», как они говорят». Что ж, мнение довольно распространенное... и ошибочное. Фантастика стремится увидеть будущее, а разве оно нереально? Фантасты описывали самолеты, подводные лодки, телевизоры, когда ничего подобного еще не было. Но ведь сегодня это стало действительностью! Фантасты пишут о полетах за пределы Солнечной системы, о роботах, о перестройке человеческого организма. Лет через 20 это тоже станет реальным. Фантастика — прожектор, освещающий будущее. А тем, кто сегодня учится в школе, предстоит жить в этом будущем.

Есть, конечно, и совершенно нереальные фантастические идеи. Но и они полезны, потому что развивают воображение, учат мыслить. В пушечном снаряде нельзя полететь на Луну, однако

Константин Эдуардович Циолковский писал, что первый толчок его работам дал роман Жюль Верна «Из пушки на Луну». Чтобы делать реальные изобретения и реальные открытия, нужна фантазия. Качественно величайшей ценности называл фантазию Владимир Ильич Ленин.

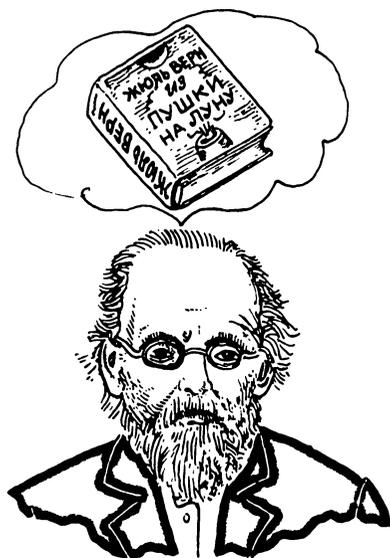
### Сила разума

Фантазия — это подвижность мысли, ее, так сказать, «прыгучесть». Современному изобретателю необходимо читать научную фантастику — это уменьшает психологическую инерцию, увеличивает силу воображения. Фантазию надо развивать, используя такие

приемы, как оператор РВС, ММЧ, ИКР.

Мы живем в эпоху научно-технической революции. Главное в этой революции не то, что появляются новые машины. Они появлялись и раньше. Главное в том, что меняется способ «придумывания» новых машин. На смену неорганизованному мышлению приходит строгая организация мышления при решении творческих задач. Каждое движение мысли должно быть точным и выверенным, как движения летчика, ведущего самолет.

Когда-то, на заре истории, человек укротил огонь. Теперь он учится управлять силой еще более мощной — силой разума, проникающего в неизведанное.



## ПОПРОБУЙТЕ СДЕЛАТЬ СЛЕДУЮЩИЙ ШАГ

(Вместо послесловия)

---

В книге, которую вы только что прочли, даны лишь отдельные элементы теории и методики решения изобретательских задач. Но это самые главные ее элементы. Правильное использование их поможет вам сделать хотя бы самые первые шаги в новой для вас области деятельности — в изобретательстве.

Если вы увидите, что такая работа вас интересует, и у вас появится желание перейти к изучению всей методики, попробуйте сделать следующий шаг. На этом этапе вы можете воспользоваться такими книгами: 1. Г. Альтшуллер и А. Селюцкий «Крылья для Икара» (Петрозаводск, «Карелия», 1980). 2. Г. Иванов «...И начинайте изобретать!» (Иркутск, Восточно-Сибирское книгоиздательство, 1987). 3. Б. Л. Злотин и А. В. Зусман «Месяц под звездами фантазии» (Кишинев, «Лумина», 1988).

Материал этих книг вполне доступен школьникам.

Пополнив запас своих знаний, вы сможете сделать следующий шаг, используя на этот раз в качестве основного руководства книги Г. Альтшуллера «Творчество как точная наука» (Москва, «Советское радио», 1979) и «Найти идею» (Новосибирск, «Наука», 1986). Эти книги адресованы специалистам, работающим в области техники (инженерам и научным работникам). Однако, как показала практика, ими могут воспользоваться и старшеклассники, получившие начальную подготовку в этой области.

Во всех этих книгах речь идет о методе, условно названном АРИЗ (алгоритм решения изобретательских задач), и о лежащей в его основе теории решения изобретательских задач (ТРИЗ).

Автор АРИЗ и ТРИЗ — Генрих Саулович Альтшуллер. Г. Альтов — его литературный псевдоним, которым он обычно подписывает свои научно-фантастические произведения. Под этим же псевдонимом он уже много лет ведет в газете «Пионерская правда» рубрику «Изобретать? Это так сложно! Это так просто!», которая сначала называлась «И тут появился изобретатель».

Поскольку материал этой рубрики послужил основой при подготовке данной книги, было использовано и одно из ее названий. Пришлось сохранить и псевдоним Г. С. Альтшуллера, хотя в книге, как вы сами могли убедиться, речь идет не о фантастических, а о вполне реальных вещах — о подготовке к решению современных технических задач на изобретательском уровне.

Изучение теории и методики решения технических задач уже введено в программу института повышения квалификации руководящих работников и специалистов многих отраслевых министерств. В новом курсе «Основы технического творчества», введенном в технических вузах Украины, им отведено одно из центральных мест. Аналогичные занятия ведутся и во многих общественных школах и институтах.

Чем же все это вызвано? Почему появилась потребность в разработке специальных методов решения технических задач на изобретательском уровне? Почему нельзя было ограничиться использованием старых методов, с помощью которых сделано столько полезных изобретений?

Основная причина — изменение характера самих задач. Ведь наука и техника непрерывно изменяются. В ходе их изменения появляются совершенно новые проблемы, в том числе «комплексные», в которых решаемые задачи оказываются в определенной зависимости друг от друга, образуют систему.

Усиление степени взаимосвязи и взаимозависимости задач, входящих в большую систему, коренным образом изменяет требования, предъявляемые к процессу поиска их решений. Задержка решения отдельных, изолированных задач хотя и нежелательна, но все же допустима. Иное дело, когда решаемая задача входит в качестве составной части в определенную систему. В этом случае задержка с решением хотя бы одной задачи может нарушить работу всей системы. Причем с каждым годом эти нарушения приобретают все более острую форму.

(Для того чтобы ясно было, о чем в данном случае идет речь, вспомните экологические проблемы, с которыми человечество столкнулось из-за слишком одностороннего подхода к развитию производства.)

В таких условиях уже нельзя ждать, когда случай, интуиция, вдохновение помогут изобретателю решить поставленную перед ним задачу. Необходим систематический поиск, обеспечивающий своевременное получение оптимального решения. Но и этого недостаточно. Найденное решение должно соответствовать не только той системе, в которой данная задача поставлена, но и основным закономерностям развития техники. Иначе оно очень быстро устаревает.

Для новых задач необходимы новые методы, соответствующие их специфике. В противном случае эффективность работы резко снижается: увеличивается количество исполнителей, возрастают материальные затраты, срываются плановые сроки, снижается качество продукции. Иначе говоря, проблема перевода производства на интенсивный путь развития и проблема разработки методов поиска решения технических задач оказались в тесной взаимосвязи.

Этим же объясняется и потребность обучения специалистов новым методам. Вот только начинать такое обучение надо не тогда, когда человек уже стал специалистом и от него уже требуется определенный уровень решения поставленных перед ним задач, а заранее. Подготовка изобретателя, так же как и подготовка спортсмена, музыканта, художника, — длительный процесс. Поэтому и начинать ее необходимо как можно раньше.

К сожалению, в средней школе изучение теории и методики технического творчества пока еще не введено, хотя оно могло бы существенно помочь и в овладении многими учебными дисциплинами, и в подготовке к будущей профессиональной деятельности. Однако кое-что в этом направлении можно сделать и самостоятельно, используя те книги, о которых уже шла речь. Было бы только же-

лание и умение работать. Потребуется при проведении таких занятий и соблюдение определенных условий.

Одно из основных условий — систематическое изучение материала, изложенного в книге. Книгу по методике нельзя просто читать. С ней надо работать, постоянно возвращаясь к прочитанному. Не сможет обеспечить решение поставленной задачи и заучивание отдельных положений.

Кое-какие полезные знания вы, безусловно, приобретете даже при такой организации работы. Однако она не сможет обеспечить необходимый уровень овладения методикой, если чтение книги не будет сопровождаться выполнением приведенных в ней заданий. При этом очень важно учитывать специфику этих заданий.

Учебные задачи, с которыми вы познакомились, читая книгу Г. Альтова «И тут появился изобретатель», подготовлены на основе реальных технических решений, официально признанных изобретениями. При проведении занятий по методике технического творчества использованное изобретение выступает обычно в роли своеобразного «контрольного ответа», с которым сравниваются все полученные решения.

Однако у технических задач есть одна очень важная особенность — многовариантность решений. Это значит, что у каждой из них может быть несколько разных решений, причем не всегда можно определить, какое из них наиболее удачно. Многое зависит от того, в каких условиях данное решение будет использовано.

Каждый из вас согласится, что лодка — вещь полезная, но только в том случае, если есть вода, по которой на ней можно плыть. То же самое можно сказать и про любой другой вид транспорта. Особенно наглядно необходимость учета условий эксплуатации изготавливаемого изделия проявилась, когда человек вышел в космос. Даже обычный молоток пришлось изменять.

При выборе варианта решения приходится считаться не только с физическими условиями. Учет экономических факторов не менее важен. Поэтому очень часто предпочтение отдается предложению, внедрение которого допускает максимальное использование уже имеющегося оборудования.

Из-за этой «специфики» технических задач вы, по существу, лишаетесь привычной возможности ориентироваться на готовый ответ, который, как правило, помещается в конце задачника. У одной и той же задачи может оказаться несколько «правильных» ответов, причем «контрольный» совсем не обязательно будет лучшим среди них. Поэтому, приступая к решению технических задач, не забывайте, что даже при использовании определенного алгоритма поиска решения результаты вашей работы могут оказаться достаточно разнообразными.

Однако на первом этапе изучения методики лучше все-таки ориентироваться на контрольный ответ, поскольку в противном случае перед вами появится проблема оценки вариантов решения, справиться с которой вы едва ли сумеете.

Правильная оценка полученного решения, как правило, по силам только достаточно крупным специалистам, хорошо представляющим ту систему, в которую оно должно войти в качестве составной части. Не случайно исследователи нередко проходили мимо крупных открытий, так и не поняв, что именно ими было получено, а изобретатели подавали заявку на какой-нибудь частный случай использования своего изобретения. Так получилось, в частности, у изобретателя железобетона, получившего патент на цементные бочки с железной арматурой, которые ему были необходимы для выращивания пальм.

Еще сложнее оценить новую идею с учетом возможных перспектив разрабатываемой системы. При этом особенно трудно своевременно увидеть возможные последствия использования найденного решения.

Вот поэтому на первом этапе изучения методики технического творчества и приходится использовать в качестве контрольного ответа решение, официально признанное изобретением, прошедшее специальную экспертизу. Оно может служить своеобразным эталоном, с которым удобно сравнивать полученное решение.

Вполне возможно, что сначала такое сравнение будет не в вашу пользу. Но пусть вас это не смущает. В дальнейшем у вас будут появляться и более интересные идеи. На первом этапе обучения гораздо важнее разобраться в причинах, помешавших вам выйти на контрольный ответ или хотя бы максимально приблизиться к нему. Очень важно проанализировать и те ошибки, которые были вами допущены при использовании методики.

В процессе решения учебных задач у вас может появиться желание побыстрее найти ответ, опираясь на догадку и на использование какого-нибудь аналогичного решения. Постарайтесь найти в себе силы преодолеть это искушение.

Догадка, нередко выступающая под названием «интуиция», безусловно, полезна. Однако она может подвести в самый неподходящий момент. Поэтому целесообразнее с самого начала ориентироваться на ведение систематического, целенаправленного поиска с опорой на те элементы методики, с которыми вы успели познакомиться.

Это условие необходимо соблюдать даже в том случае, если задача кажется вам достаточно простой. Простота бывает обманчива. Кроме того, когда вы встретитесь с более сложной задачей, будет уже поздно начинать изучение методики. Поэтому не спешите получать готовый ответ. Ведь речь идет об овладении новым для вас методом работы, об управлении поиском решения, об умении переводить решение технических задач (да и не только технических) на изобретательский уровень, а не о простом проявлении сообразительности. Для ее демонстрации и тренировки есть много других книг.

При подготовке учебных задач, предназначенных для учащихся, из обширного фонда авторских свидетельств и патентов отбирались такие, для понимания которых не требуются какие-либо специальные знания. Поэтому их можно решать, оставаясь в рамках школьной программы по физике. Из текста задач устранялась всякого рода специальная терминология, нередко затрудняющая не только понимание содержания задания, но и сам процесс поиска решения. Использованы и некоторые другие приемы упрощения условия задач. В некоторых случаях в них даже включались небольшие подсказки.

Все это сделано для того, чтобы основное внимание решающего было сосредоточено не на самой задаче, а на тех приемах, которые обеспечивают получение наиболее интересного решения, и на тех закономерностях, которые позволяют использовать один и тот же прием для решения задач, не имеющих на первый взгляд между собой ничего общего.

Этим книга Г. Альтова и отличается от обычных сборников занимательных задач по математике, логике, физике, технике и т. п. Поэтому, несмотря на то что в книге отведено задачам так много места, едва ли целесообразно отводить им роль «главного героя» и ограничиваться их решением. Учебные задачи прежде всего средство, помогающее раскрыть саму суть методики, обеспечивающей перевод решения технических задач на изобретательский уровень.

Однако для того чтобы творческий процесс не потерял гибкости, являющейся одной из самых важных его характеристик, необходимо не только знать, как именно нужно подходить к решению той или иной задачи, но и понимать, почему следует действовать таким именно образом. А для этого необходимо познакомиться с теми закономерностями, в соответствии с которыми происходит раз-

витие технических систем. Иначе говоря, изучение методики все время должно опираться на теорию, лежащую в ее основе.

Таким образом, можно сказать, что в книге «И тут появился изобретатель» три «главных героя» — ТРИЗ, АРИЗ и учебные задачи, находящиеся между собой в определенной взаимосвязи. Поэтому так важно с самого начала обеспечить условия, необходимые для их взаимодействия: решение задач должно опираться на теорию, которая, в свою очередь, должна использоваться для более осознанного овладения методикой поиска решения.

Если вы это поймете, вам станет ясно, что для углубления и закрепления полученных знаний совсем не обязательно искать новые учебные задачи. Можно по-новому использовать и те задачи, которые вы уже решили, ответ которых вам уже известен.

Не забывайте и о способности технических задач сохранять свою новизну. Велосипед изобретают уже много лет. Однако это не мешает появлению все новых и новых его модификаций. А ведь речь в данном случае идет в основном об изменении его конструкции. Если же вы перейдете к использованию новых физических явлений, поле вашей деятельности в области изобретательства окажется, по существу, безграничным.

*Кандидат психологических наук*

**Н. П. Линькова**

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНОЕ ИЗДАНИЕ

Для среднего и старшего  
возраста

*Альтов Генрих Саулович*

---

Оформление серии  
Ольги  
Кондаковой

Художники  
Н. Дронова,  
Ю. Урманчеев

## **И ТУТ ПОЯВИЛСЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬ**

Ответственный редактор  
И. В. ШУСТОВА

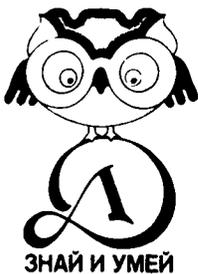
Художественный редактор  
О. К. КОНДАКОВА

Технический редактор  
М. В. ГАГАРИНА

Корректор  
Л. В. САВЕЛЬЕВА

ИБ № 11209

---



---

Сдано в набор 11.10.88. Подписано к печати 22.03.89.  
Формат 70×100<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бум. офс. № 1. Шрифт обычный. Печать  
офсетная. Усл. печ. л. 11,7. Усл. кр.-отт. 24,7. Уч.-изд. л. 10,61.  
Тираж 200 000 экз. Заказ № 2394. Цена 70 к. Орденов  
Трудового Красного Знамени и Дружбы народов издательство  
«Детская литература» Государственного комитета РСФСР  
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли.  
103720, Москва, Центр, М. Черкасский пер., 1, Калининский  
ордена Трудового Красного Знамени полиграфкомбинат дет-  
ской литературы им. 50-летия СССР Госкомиздата РСФСР.  
170040, Калинин, проспект 50-летия Октября, 46.



**Альтов Г. С.**

**А58** И тут появился изобретатель / Художн. Н. Дро-  
нова, Ю. Урманчеев. — 3-е изд., перераб., доп. — М.:  
Дет. лит., 1989. — 142 с.: ил. — (Знай и умей).  
ISBN 5—08—000598—X

Автор знакомит школьников с основами решения изобре-  
тательских задач. В книге приводится большое количество задач,  
взятых из реальной практики изобретательства.

А  $\frac{480200000-295}{M101(03)-89}$  016—89

**ББК30у**

ISBN 5- 08—000598—X



70 к.

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ДЕТСКАЯ ЛИТЕРАТУРА»



ЗА СТРАНИЦАМИ УЧЕБНИКА  
SHEVA.SPB.RU/ZA

ХОЧУ ВСЁ ЗНАТЬ (ТЕОРИЯ)

ЮНЫЙ ТЕХНИК (ПРАКТИКА)

ДОМОВОДСТВО (УСЛОВИЯ)