

С. Корнеев



*Алебра*  
И ГАРМОНИЯ

С. Корнеев

## АЛГЕБРА И ГАРМОНИЯ

У американского фантаста Рэя Бредбери есть в серии «страшных рассказов» небольшая новелла «Черный ящик». Действие происходит в начале XXI века. В Америке насчитывается уже 160 миллионов безработных. Собственно, все стали безработными, кроме Джона Клини. Это единственный человек, который выполняет работу, пока недоступную кибернетическим машинам. Роботы стоят в заводских цехах, водят корабли и самолеты, управляют сельскохозяйственными машинами, заседают в конгрессе, пишут статьи, вычисляют, чертят, торгуют... Но Джон Клини — изобретатель, а изобретать роботы не умеют. Огромная толпа роботов ходит за Джоном, пытаясь разгадать его «секреты».

Поначалу «страшный рассказ» нельзя читать без смеха: роботы, пытаясь подражать Джону Клини, то и дело попадают впросак. Джон дурачит роботов и от души веселится. Но с нечеловеческим упорством автоматы отслеживают каждый шаг изобретателя. Клини

АЛГЕБРА И ГАРМОНИЯ  
Редактор В. Н. Бонин  
Оформил художник В. В. Соловьев

мрачнеет. Преследование роботов начинает раздражать его, а затем приводит в бешенство. Наконец, он открывает роботам все свои «секреты»: объясняет им ход своих мыслей при решении изобретательских задач. Роботы молча расходятся, и впервые за долгое время Джон Клини остается один. А на следующее утро роботы приносят небольшой окрашенный в черное ящик. Это электронная машина, робот-изобретатель. Тогда Джон Клини (он уже жалеет, что выдал свои тайны) предлагает состязание. Вся страна — люди и роботы — следит за его исходом. Джон Клини и его электронный соперник решают три сложные технические проблемы. Решения одинаковы. Но черному ящику потребовалось лишь одиннадцать секунд, а человек думал четыре дня.

Джон Клини уволен. Отныне все без исключения стали безработными...

Так кончается этот фантастический рассказ, навеянный весьма реальной для современной Америки угрозой растущей безработицы.

Видимо, пройдет еще немало времени, пока будет создан «черный ящик», способный решать изобретательские задачи. Но в споре человека с роботом-изобретателем, бесспорно, победит человек. Дело в том, что творческие возможности человека быстро растут, вместе с развитием науки и техники. Пока электронные машины научатся справляться с задачами, за решение которых сегодня выдают авторские свидетельства, лю-

ди поднимутся на более высокую ступень творческого мастерства.

Как ни парадоксально, изобретателю парохода, сделай он свое изобретение в наши дни, скорее всего отказали бы в авторском свидетельстве. «Помилуйте, — сказал бы эксперт, — вы предлагаете соединить два уже известных объекта — корабль и паровой двигатель. Но ведь даже школьнику понятно, что раз появился новый двигатель, его можно установить и на корабль, и куда угодно. В чем же состоит ваше творчество?»

Но пароход изобретен давно, и имя изобретателя известно. Однако попробуйте вспомнить, кто изобрел атомоход? Не старайтесь напрасно. Задолго до создания первого атомохода «каждому школьнику» было ясно, что атомный двигатель (когда он появится) можно установить на корабле. А в недалеком будущем — и на самолете, и на автомобиле.

Так постоянно меняется понятие «изобретение»: одни задачи перестают считаться творческими, а взамен им приходят другие, более сложные.

Меняется и технология изобретательской работы. Еще не так давно в качестве идеального примера изобретателя всегда приводился Эдисон. Всячески расхваливалось его упорство в достижении намеченной цели, трудолюбие. Но вот что говорит знаменитый изобретатель следующего поколения Николай Тесла, в молодости работавший в лаборатории Эдисона: «Если бы

Эдисону понадобилось найти иголку в стоге сена, он не стал бы терять времени на то, чтобы определить наиболее вероятное место ее нахождения. Он немедленно с лихорадочным прилежанием пчелы начал бы осматривать соломинку за соломинкой, пока не нашел бы предмета своих поисков. Его методы крайне неэффективны: он может затратить огромное количество времени и энергии и не достигнуть ничего, если только ему не поможет счастливая случайность. Вначале я с печалью наблюдал за его деятельностью, понимая, что небольшие творческие знания и вычисления сэкономили бы ему тридцать процентов труда. Но он питал неподдельное презрение к книжному образованию и математическим знаниям, доверяясь всецело своему чутью изобретателя и здравому смыслу американца.

Со времен Эдисона стиль изобретательской работы существенно изменился: уменьшилась доля случайного и соответственно увеличилась доля «планового», «разумного». Темпы научного и технического прогресса просто не позволяют изобретателю рассчитывать только на прилежание и счастливую случайность.

Ныне промышленность нуждается в огромном количестве новых изобретений. Поэтому и возникла теория изобретательства, изучающая закономерности изобретательского творчества. Теория вооружает изобретателя наиболее действенными приемами решения новых технических задач, помогает эффективно использовать творческую энергию.

## 20 ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЧАСОВ

Сколько времени нужно, чтобы научить основам изобретательского мастерства рабочего, техника, инженера?

Сразу было трудно ответить на этот вопрос. Первая попытка (1959 год, Баку) «внедрения» теории изобретательства была довольно робкой. Предполагалось прочесть желающим небольшой цикл лекций; потом те, кого это заинтересует, возьмутся за книги и дальше будут постигать все премудрости самостоятельно.

И вот неожиданно оказалось, что теория изобретательства усваивается с поразительной быстротой. План занятий пришлось перестраивать «на ходу». Цикл лекций превратился в семинар, имеющий целью привить практические навыки в решении изобретательских задач. Продолжался семинар две недели.

Чем же объясняется неожиданная легкость, с которой осваивается, вообще говоря, нелегкое искусство изобретать?

Чтобы изучить, скажем, высшую математику или иностранный язык, нужно запомнить большое количество нового материала. А скорость, с которой человек запоминает новое, относительно невелика. Иначе обстоит дело при обучении изобретательскому мастерству. Тут нужны не столько новые знания, сколько умение правильно использовать уже имеющийся запас их.

Человек, который несколько лет проработал на про-

изводстве, как правило, подготовлен к изобретательской работе. «Подготовлен» — это значит, что у него есть знания и производственный опыт, но нет необходимых навыков творческой работы. **Нет умения изобретать.**

Никакой семинар, конечно, не может за короткий срок резко повысить знания и опыт у будущих изобретателей. Однако такая цель и не ставится на семинарах. Теория изобретательства учит прежде всего эффективно применять то, что человек уже знает.

Разумеется, семинары — не единственная форма обучения теории изобретательства. С теорией можно познакомиться и самостоятельно по книгам и журнальным статьям. И все-таки семинары — наиболее рациональный метод обучения практическому решению изобретательских задач. Под руководством инженера Г. С. Альтшуллера состоялось свыше 30 семинаров в самых различных городах страны (Рязань, Тамбов, Донецк, Москва, Ставрополь и др.) на заводах, в научно-исследовательских учреждениях и учебных заведениях. В результате выработалась вполне определенная программа, накопился некоторый опыт проведения занятий.

В конце этой книжки приведена типовая программа семинара (приложение 1). Десять занятий по два часа, итого 20 часов. Много это или мало?

Прежде чем ответить на этот вопрос, давайте разберемся, много ли времени занимается изобретатель

изучением методов творческой работы. Оказывается, почти или совсем не занимается.

Обычно в течение нескольких лет изобретатель решает конкретную задачу, поглощен ею всецело. Наконец, все позади, поиски увенчались успехом. Казалось бы, следует разобрать свои действия, поискать ошибки, подумать о том, как надо организовать в следующий раз подобную работу, чтобы прийти к цели с меньшими затратами времени. Но, к сожалению, лишь очень немногие изобретатели анализируют пройденный этап, а подавляющее большинство как бы «выключается» до тех пор, пока не возникнет желание взяться за новую проблему. А ведь эти паузы можно использовать для повышения творческого мастерства: изучать, например, новые приемы решения технических задач, знакомиться с достижениями ведущих отраслей техники, собирать патенты природы. Но изобретатель выключается... Потом он приступает к решению новой задачи, и если она непохожа на предыдущие, изобретатель встречает ее с тем же небогатым арсеналом творческих приемов, который был у него раньше.

Вот почему, даже имея многие десятилетия изобретательского стажа, изобретатели зачастую повторяют те же ошибки, что и в самом начале своего творческого пути.

Трудно, конечно, подсчитать, сколько часов изобретательской (именно изобретательской, а не вообще технической) подготовки накапливается у того или

иного новатора, скажем, за десять-пятнадцать лет. Но во всяком случае не так уж много. Именно поэтому 20 часов, предусмотренных в качестве минимума программой семинара, и дают весьма ощутимый результат. Потребовались бы долгие-долгие годы, чтобы к изобретателю «сама по себе» пришла та квалификация, которую он приобретает за 20 «концентрированных» часов семинара.

## ТВОРЧЕСТВУ НАДО УЧИТЬ

Еще не так давно — лет 50—60 назад — выпускники Петербургского горного института получали дипломы, где было указано, что такой-то является специалистом «горного искусства». В свое время действительно успех в горном деле во многом зависел от интуиции инженера и такая традиционная формулировка в дипломе была в какой-то степени оправдана. Но вряд ли кому придет в голову теперь считать горное дело «искусством» в противовес, скажем, «обыкновенному» машиностроению.

Время идет вперед. Достижения науки, точные расчеты, проверенные приемы приходят на смену внезапному «озарению», счастливой находке и удаче. Элемент случайности все более вытесняется математически строгими выкладками.

А творческое вдохновение? Вдохновение остается,

отличая работу талантливого инженера от работы посредственного специалиста. Творчество «не отменяется».

В мире искусства давно уже открыты законы и определенные приемы, позволяющие художникам, писателям, музыкантам создавать великолепно отточенные произведения. В живописи — это законы светотени, соотношения красок, в музыке — основы композиции. Вспомните монолог пушкинского Сальери:

...Поверил

Я алгеброй гармонию. Тогда

Уже дерзнул, в науке искушенный,

Предаться неге творческой мечты.

Я стал творить...

Изобретательство — это прежде всего творчество. Почему бы сюда также не призвать на помощь вдохновению строгую логичность и точную последовательность в действиях? К тому же в конце концов изобретательство не что иное, как устранение технических противоречий. Почему бы и здесь не прозреть «алгеброй гармонию»?

Стремительная поступь технического прогресса вывела необходимость в создании теории изобретательства. Конечно, рано еще говорить о ней как о чем-то вполне законченном. Предстоит еще многое сделать в этом направлении. Но основы теории уже есть.

К изобретениям нередко относят лишь очень крупные технические новшества, например, радио. Это распространенное и вредное заблуждение. Подавляющее

большинство изобретений связано с решением, так сказать, средних задач. История каждого великого изобретения при внимательном рассмотрении распадается на длинную цепь «средних изобретений».

Ежегодно в нашей стране выдается 10—12 тысяч авторских свидетельств. Это немало, и все-таки для развития народного хозяйства требуется все больше и больше изобретений.

Почти на каждом предприятии висят плакаты, призывающие совершенствовать технику. Проводятся курсы, устраиваются смотры изобретательской и рационализаторской работы. Сейчас считается хорошим показателем, если на предприятии на пять-семь работающих людей приходится один рационализатор. Между тем всюду имеются огромные резервы творческой инициативы. Чтобы привести их в действие, нужно систематическое обучение производственников изобретательству.

Нельзя рассчитывать, что творческое мастерство будет расти само по себе. Это слишком долгий путь. Изобретательству можно и нужно учить! Семинары на тему «Как работать над изобретением» должны стать такими же распространенными, как курсы техминимума и техники безопасности.

Как говорилось выше, интерес к теории изобретательства в последнее время резко возрос. Лекции и семинары по теории уже включаются в учебные планы университетов технического прогресса. Например, в

Ленинградском Дворце культуры имени Кирова ведет семинар инженер В. А. Шубин, в рижском народном университете технического творчества — инженер Н. И. Серeda. С лекциями в Каунасе и Вильнюсе выступает заслуженный рационализатор Литовской ССР инженер Ю. М. Чепеле, а в Челябинске на курсах переподготовки инженерно-технических работников — заслуженный изобретатель РСФСР инженер А. Н. Трусов. Здесь названы только самые активные и давние пропагандисты теории изобретательства, поскольку перечислить всех просто невозможно.

Таким образом, вопрос «можно ли научиться изобретать?» теперь уже не вызывает возражений. Более того, сама жизнь выдвигает положение о том, что **изобретательскому мастерству надо учить.**

Еще нередки случаи, когда работа заводских БРИЗов и советов ВОИР сводится к сбору предложений и содействию внедрению. Этого мало: **нельзя только собирать, нужно и сеять.** По существу каждая первичная организация ВОИР или БРИЗ предприятия в силах наладить изобретательскую учебу. Практика показывает, что тяга к такой учебе огромная. Нужно лишь поделовому организовать изучение основ изобретательского мастерства.

Очень важно подобрать руководителя семинара. Именно от его способности интересно излагать материал и подхода к слушателям зависит успех. Но в любом случае руководитель семинара сам должен твер-

до усвоить все положения теории изобретательства и быть, что называется, грамотным инженером. Иначе для него не исключена возможность попасть впросак.

## НЕМНОГО О МЕТОДИКЕ ЗАНЯТИЙ

Далеко не все знают о существовании теории изобретательства. Поэтому целесообразнее всего начинать с беседы «Можно ли учиться изобретать?». Такая дискуссионная форма беседы привлечет внимание даже тех, кто раньше не интересовался изобретательством. В ходе беседы надо рассказать, зачем нужна теория изобретательства, что она может и чего она не может, на каком-нибудь конкретном примере показать, как решаются технические задачи с помощью алгоритма. Беседа поможет выявить тех, кто войдет в первую группу семинара.

Семинар — это не цикл лекций. Цель семинара — привить практические навыки. Руководителю нужно работать с каждым слушателем: следить за усвоением материала, обеспечивать учебными задачами, разъяснять непонятное. На подготовку к занятиям у руководителя уходит много времени, и потому включать в группу более 15—20 человек не следует. Остальных надо зачислить «во второй поток».

Занятия можно проводить и каждый день, и через день, но не менее двух раз в неделю. Причем совет ВОИР или БРИЗ должен обязательно добиться, чтобы

все слушатели имели возможность посещать каждое занятие и не отвлекались ни на какие совещания, заседания и т. п.

До начала занятий руководитель должен тщательно подготовиться по всей программе. Кроме теоретического материала, нужно подобрать как можно больше учебных задач. Причем они не обязательно должны быть все связаны со специальностью слушателей. Полезно иметь запас общетехнических задач, для решения которых не требуется узкоспециальных знаний. Разумеется, руководителю необходимо предварительно проработать решение учебных задач, вдумчиво разобраться в логике рассуждений. Надо также «распортировать» задачи — в порядке нарастания сложности.

Материалы для лекций и практических занятий руководитель найдет в книгах «Основы изобретательства» и «Как научиться изобретать», тем более, что первая из них построена в соответствии с указанной программой. Кроме того, необходимо ознакомиться и с некоторыми другими изданиями (список литературы приведен в конце книжки). Это, так сказать, минимум. А вообще, чем больше будет знать руководитель, тем больше он сможет дать слушателям.

Есть три момента, на которые следует обратить внимание руководителя семинара. Первый из них — объяснение слушателям двух довольно эффективных приемов решения изобретательских задач: метода после-



довательного деления и метода определения разности. В «Основах изобретательства» эти методы не выделены.

Второй момент — выбор и анализ изобретательской задачи при помощи алгоритма. Алгоритм — это последовательность простейших действий при решении задачи. Благодаря алгоритму можно решать изобретательские задачи самого различного типа из любой отрасли техники.

Наконец, третий момент — изучение темы о технических противоречиях. Все слушатели должны накрепко усвоить, что суть каждого изобретения состоит в устранении технического противоречия, что число типов технических противоречий сравнительно невелико и что существуют поэтому типовые приемы их устранения. В книге «Основы изобретательства» есть большая иллюстрированная таблица таких противоречий и способов их устранения. Однако тираж книги невелик, а таблицей желательно снабдить каждого слушателя. Выход есть: надо изготовить два-три десятка копий на синьке, воспроизводящих более простую таблицу (она также дана в конце брошюры).

Далее в тексте подробно рассказывается об этих темах.

Занятия по теории изобретательства имеют специфическую особенность — они связаны с творческим мышлением, а творческое мышление требует большого напряжения. Два часа такого напряжения (после

трудового дня!) — немалая нагрузка. Поэтому новый материал надо давать «дозами» по 15—20 минут, а затем должна следовать короткая «разрядка»: можно рассказать, по ходу беседы, занимательный случай из истории техники или веселый эпизод из собственной практики. А главное — нужен постоянный контакт со слушателями. Надо чаще обращаться к ним с вопросами, например, не самому исправлять ошибки, допущенные кем-то при решении задачи, а привлекать к этому самих слушателей.

Решение задач целесообразно вести у доски, причем особенно удобно, когда два слушателя одновременно решают одну и ту же задачу у двух досок. В этом случае участники семинара могут сравнивать два решения.

Надо помнить, что цель семинара состоит отнюдь не в заучивании правил, а в их усвоении. Слушатели на первых порах могут с чем-то согласиться и с чем-то не согласиться. Не следует навязывать обязательные рецепты. Если, решая у доски задачу, участник семинара захочет сначала отгадать решение, не стоит мешать — пусть и он сам и другие наглядно убедятся, что лучше: система или угадывание. Вообще слушателям лучше предоставлять возможно большую самостоятельность в решении. От руководителя семинара требуется и чувство такта: например, при неудачных решениях надо найти слова, способные подбодрить «неудачника», особенно, если он искренне огорчен своим неумением.

Особое место в программе занимает решение контрольной задачи. Это своеобразный экзамен и вместе с тем очень полезный урок творческого мастерства. Руководитель семинара должен очень тщательно выбрать задачу, умело направлять решение и верно оценить полученные технические идеи. Наиболее удачные решения должны послужить предметом заявок на авторские свидетельства. Это и будет первой практической отдачей семинара.

## НА ПУТИ К ИДЕАЛЬНОЙ МАШИНЕ

Распространено мнение, будто изобретатель должен стремиться к изменению каждой машины, на которую упал его взгляд, и потому, дескать, надо прежде всего выработать в себе этот критический «изобретательский» подход к технике. Иными словами — улучшай что попало во что бы то ни стало.

Между тем подлинное новаторство основано совсем на другом — на понимании законов развития машин. Стремление улучшить то или другое должно обуславливаться действительной необходимостью, а не быть самоцелью. Отсюда вытекает, что изобретатель должен **прежде всего** понимать диалектику развития машин, уметь выявлять и устранять возникающие технические противоречия.

Первое занятие семинара почти целиком посвящено

ознакомлению с главными особенностями развития машин. Руководитель семинара на конкретных примерах из истории техники показывает эти особенности.

1. Начнем с «рождения» машины. Допустим, что созданы две машины (два автомобиля), причем каждая имеет по четыре части (двигатель, рулевое управление, передающие механизмы, ходовая часть).

Допустим, далее, что, применив пятибалльную шкалу, получим такие оценки отдельных элементов:

для первой машины — 2, 5, 5, 4;

для второй машины — 3, 3, 4, 3.

Если сложить полученные баллы, то в первом случае сумма будет равна 16, во втором — 13. Казалось бы, где сумма больше, там и вся машина более современная. Однако в технике действует иной принцип: жизнеспособной (то есть способной к развитию) может быть лишь машина, «не имеющая двоек». Поскольку в принятой нами пятибалльной системе «единица» и «двойка» являются неудовлетворительными оценками, то жизнеспособной будет вторая машина, хотя она «набрала» меньшую сумму баллов.

Слушатели семинара должны хорошо усвоить эту особенность, очень важную и для выбора изобретательских задач, и для верной оценки найденных решений.

2. «Появившись на свет», машины не остаются неизменными. Одна из главных тенденций развития машин — быстрое увеличение размеров. Иногда действу-

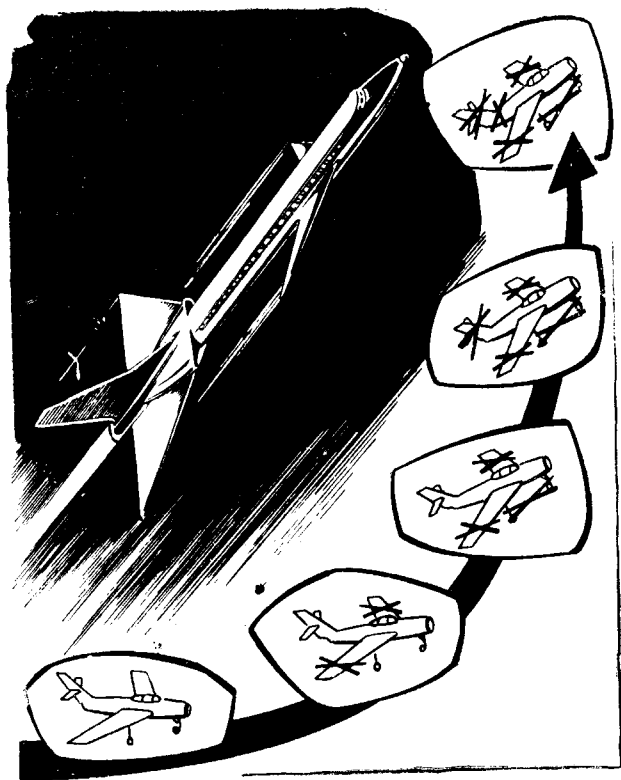


Рис. 1.

ет противоположная тенденция — стремление к уменьшению размеров. Вообще говоря, тенденций много, и они различны. Однако в конечном счете все эти тенденции «нацелены» в одну точку, которую можно условно назвать «идеальной машиной». Основные признаки «идеальной машины» состоят в следующем:

вес, объем и площадь объекта, с которым машина работает (то есть транспортирует, обрабатывает и т. п.), совпадают или почти совпадают с весом, объемом и площадью самой машины;

все части «идеальной машины» все время выполняют полезную работу в полную меру своих расчетных возможностей.

Машины существуют не «сами по себе»: они созданы для выполнения той или иной работы. Чем меньше в машине обслуживающих частей, тем ближе машина к идеальной. Рассмотрим в качестве примера самолет (рис. 1). Крылья, шасси, хвостовое оперение — все это нужно для того, чтобы поднять в воздух людей и груз. Если зачеркнуть лишнее, останется летающая кабина. К этому идеалу и стремятся, проектируя самолеты с большой кабиной и относительно небольшими «обслуживающими» частями.

3. Всякая машина состоит из частей, между которыми существует органическая связь. Поэтому изменение одной части машины вызывает определенные изменения и других ее частей.

4. В силу различных причин, на каждом этапе разви-

тия машины создаются условия, наиболее благоприятные для преимущественного изменения одной из ее частей. В результате эта часть «обгоняет» в своем развитии другие части, изменение которых происходит сравнительно медленными темпами.

5. Начиная с некоторого момента, внесение новых усовершенствований в наиболее развитую часть машины теряет смысл. Изменение этой части уже не улучшает характеристик машины — они определяются теперь показателями отстающих частей. Так возникают противоречия между частями (или свойствами) машины.

История машин и процессов представляет собой историю появления и устранения технических противоречий.

Технические противоречия не могут, как правило, быть устранены обычными, уже известными для данной машины путями. Это проявляется в том, что невозможно улучшить одну из характеристик машины без ухудшения других ее характеристик.

6. Сходные технические противоречия устраняются сходными средствами. Поэтому изобретатель во многих случаях может плодотворно использовать приемы, уже найденные в других, более развитых системах.

Изобретательских задач много, они практически неисчислимы. Но типов технических противоречий, содержащихся в этих задачах, относительно мало. Это и делает возможным создание теории изобретательства.

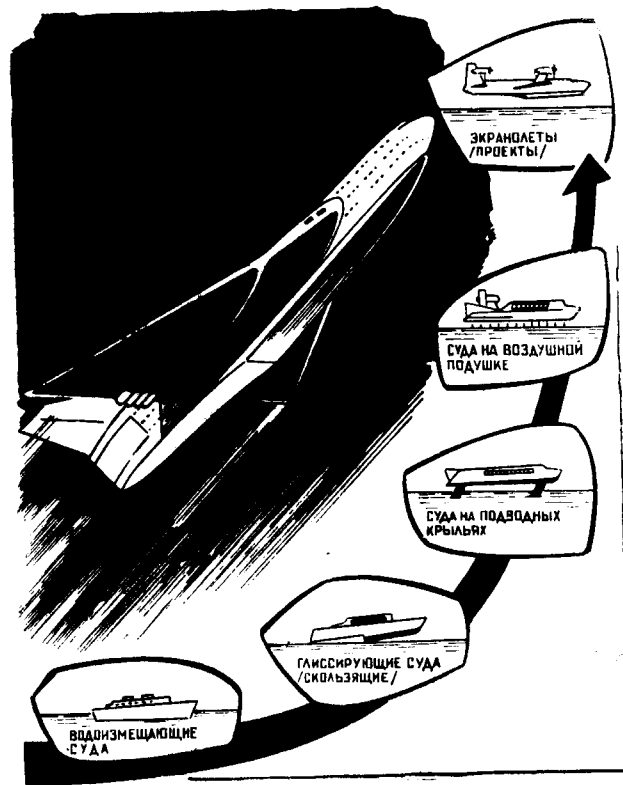


Рис. 2.

Изучив основные типы технических противоречий и способы их устранения, изобретатель получит возможность решать широкий круг задач.

## С МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ТОЧНОСТЬЮ

Понимание закономерностей технического «прогресса» во многом определяет уровень творческого мастерства изобретателя. В большинстве случаев, проследив логику развития машины, изобретатель может предвидеть, что появится в будущем. На рис. 2 показано, например, как идет борьба за скорость в судостроении. Отчетливо видна основная тенденция — стремление поднять корпус судна над водой. Естественно предположить, что подводные корабли должны стать крылатыми.

При решении конкретных задач (даже относительно небольших) изобретателю необходимо видеть будущее. Это нужно и для правильного выбора задачи, и для определения содержащегося в задаче технического противоречия, и для правильной оценки решения. Многие изобретения, в сущности, представляют собой исправление ошибок, ранее допущенных кем-то из-за незнания азов развития техники. Вот недавно в журнале «Изобретатель и рационализатор» была опубликована такая заметка:

«Удивительно простая вещь: снаружи железобетон-

ного электрического столба сверху донизу провели провод. Если в основных проводах возникнет перенапряжение или в столб ударит грозовой разряд, излишняя «порция» тоска уйдет в землю. Но ведь параллельно этому проводу железобетонный столб пронизывает металлическая арматура. Почему бы ей не служить одновременно заземлением? Это и предложили инженер проектно-конструкторского бюро Тауткус и начальник формовочного цеха Вильнюсского завода железобетонных изделий Валонис.

В прошлом году электромонтажники Литвы установили десятки тысяч столбов, на которых не было специального провода для заземления. Только за один год они сэкономили 118 тонн стали и более сорока тысяч рублей».

Когда ставили деревянные столбы, специальный заземляющий провод был необходим. И потому существовала опразданная система «столб—заземление». Затем одну часть (столб) изменили (сделали железобетонными), а другую часть так и оставили без изменений. Хотя следовало бы проверить, не внесло ли это каких-либо качественных изменений в систему. Сделать проверку можно с математической точностью. Надо определить разность между новой и первоначальной системой. Итак: (столб ж.-б. + заземление) — (столб дер. + заземление) = ?

Уточним понятие «железобетон». Это значит «бетон плюс железная арматура». А с точки зрения электро-

проводимости, можно будет записать про железобетонный столб: «непроводник плюс проводник». Отсюда вся разность примет вид: (непроводник + проводник + заземление) — (непроводник + заземление) = ?

Раскроем скобки и получим ответ: «проводник», то есть заземление.

Новое, таким образом, состоит здесь в том, что появилась железная арматура, могущая служить заземлением. Это новое и должно было вызвать соответствующие изменения в системе. Тот, кто впервые спроектировал железобетонный столб, должен был убрать ставшее ненужным заземление. Должен был, но не убрал. Это сделали впоследствии рационализаторы Тауткус и Валонис.

Такой анализ задачи является **методом определения разности**. Пользуясь им, можно решать и более сложные задачи. Надо из нового «вычтеть» старое и определить, как использовать «разность». Если новое не вносит качественных изменений, то в ответе будет нуль (например, если вместо железобетонных столбов взяли бы просто бетонные опоры).

Вот еще одна, трудно разрешимая на первый взгляд задача, которая легко решается этим методом.

При выращивании винограда для подвески гибких ветвей применяют специальные опоры — так называемые шпалеры (рис. 3). Простейшие шпалеры состоят из деревянных кольев высотой 2,0—2,5 м, забитых в землю на 0,5—0,7 м, причем между кольями натяги-

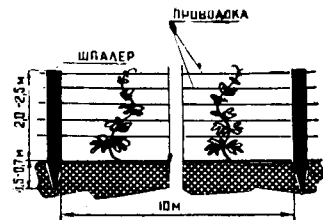


Рис. 3.

вают 4—5 рядов веревок. На каждый гектар требуется не менее 10 кубометров леса. Поэтому деревянные колья были заменены железобетонными столбиками (их располагают на расстоянии 10 м друг от друга),

а вместо веревок стали использовать трехмиллиметровую проволоку.

Потребность в столбиках огромная: за семилетие их предстоит изготовить 100 миллионов! Понятно, что это связано с большим расходом железобетона. А более дешевых строительных материалов нет. Задачу можно сформулировать так: «Найти способ подвески виноградных кустов вообще без каких бы то ни было столбиков».

Задача нелегкая. Вряд ли ее удастся решить наугад, перебирая всевозможные варианты. Однако метод определения разности быстро приводит к правильному решению.

Итак, сначала были деревянные колья и веревки, потом появились железобетонные столбики и проволока. «Вычтем» из нового старое: (столбики ж.б. + проволока) — (столбики дер. + веревка) = ?

По условиям задачи, нужно найти решение, при котором вообще отпала бы необходимость в любых столбиках. Поэтому можно упростить выражение, вычеркнув из него и железобетонные и деревянные столбики. Тогда разность примет такой вид: проволока — веревка = ? А в чем различие?

Надо помнить, что в задаче требуется найти какую-то «замену» столбикам, опору, то есть создать пространственно-устойчивую конструкцию. Значит, различие

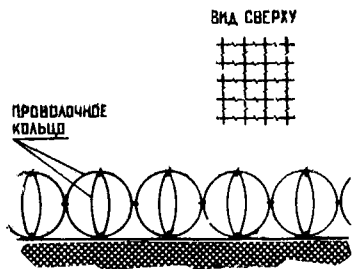


Рис. 4.

надо искать именно в этом. Проволока в данном случае есть та же веревка, но обладающая упругостью. Следовательно, разность будет такова: проволока + веревка = (веревка + упругость) — веревка = упругость.

Как можно использовать упругость? Ведь проволока должна одновременно быть опорой для ветвей и поддерживать саму себя. Единственная форма устойчивой проволочной конструкции — сферическая или близкая к сферической (рис. 4).

Расчет показывает, что проволоки на такие сферические опоры нужно не больше, чем на натягивание между столбиками и на арматуру внутри столбиков. Выигрыш состоит в том, что отпадает необходимость тратить бетон и изготавливать столбики.

### «ДОПУСТИМ, ВЫ ТАЛАНТЛИВЫ, КАК ЭДИСОН...»

Какая-то часть слушателей приходит на семинар в более или менее скептическом настроении — не верит, что изобретательству можно учиться. Поэтому лучше занятия начинать с задачи, предназначенной... для скептиков. Такая задача помогает наглядно продемонстрировать преимущества теории над бессистемными поисками.

«Антискептическая» задача может быть из любой отрасли техники. Важно, чтобы она была простой. Решение ее не должно требовать узкоспециальных знаний.

Вот одна из задач подобного рода, неоднократно предлагавшаяся слушателям семинаров. «Уже известны, — гласит условие, — различные типы тахометров — измерителей числа оборотов. Но все они довольно сложны. Нужно предложить предельно простую конструкцию тахометра — без рычагов, шарниров, пружин и зубчатых колес».

У этой задачи (как и у всякой изобретательской задачи) есть несколько решений. Одни из них чуть лучше, другие чуть хуже. Но найти «с ходу» правильное решение пресловутым способом «А если...» — трудно даже для очень опытного изобретателя. Многочисленные бессистемные наскоки («Попробуем вот так...») не приводят к успеху. И не могут привести. Работая без методики, на ощупь, изобретатель вынужден перебрать множество вариантов. Допустим, изобретатель не менее талантлив, чем Эдисон. Но ведь и Эдисону, по его собственному признанию, приходилось в среднем работать над одним изобретением семь лет. По крайней мере, одна треть этого времени уходила на поиски идеи. Поэтому скептикам еще ни разу не удавалось найти идею решения задачи о тахометре на первом занятии. Между тем уже через несколько дней участники семинара будут уверенно решать подобные задачи.

Проследим, как решается задача о тахометре. Вот запись ее решения (аналитическая стадия):

1. Нужен предельно простой тахометр — без всякого механизма.
2. Если упрощать тахометр, постепенно выбрасывая части механизма, то прибор окажется в конце концов непригодным к работе.
3. Если нет механизма, значит прибор имеет только шкалу. А шкала сама по себе не может реагировать на изменение числа оборотов.

4. «Помеха» исчезнет, если шкала будет реагировать на изменение числа оборотов, то есть на изменение центробежной силы.

Поиски решения этой задачи начались, так сказать, на пустом месте, поскольку было совершенно неизвестно, какова искомая конструкция тахометра. Анализ — шаг за шагом — привел к заключению, что тахометр должен состоять только из шкалы, которая под действием центробежной силы будет сама показывать число оборотов. Это существенное приближение к решению: нужно не видоизменение обычного прибора (тут не избавиться от пружин, рычагов и т. п., применение которых исключено по условиям задачи), а какая-то **одна деталь**, способная отзываться на изменение центробежной силы.

Опытный изобретатель уже сможет на данном этапе догадаться, из чего нужно сделать эту деталь. Но рациональная методика решения не строится в расчете на догадку (хотя отнюдь не исключает ее). Лучше провести **повторный анализ**, начав с того, на чем остановились в первый раз:

1. Шкала должна непосредственно реагировать на изменение центробежной силы.
2. Шкала не способна изменяться под действием центробежной силы.
3. Все частицы шкалы жестко связаны между собой. Шкала — одна деталь.
4. Либо надо увеличить число деталей, либо сде-



лать так, чтобы частицы шкалы не были жестко связаны друг с другом. Первый путь ведет к усложнению прибора. Предпочтительнее второй.

Вывод: тахометр должен быть выполнен из материала, частицы которого не имеют жесткой связи между собой и потому способны перемещаться под действием центробежной силы.

Всякое тело (в том числе и искомый материал) может быть в одном из трех состояний: в виде твердого тела, жидкости или газа. Твердые тела сразу отпадают (за исключением порошков), остаются жидкости и газы. Выбор сделать не трудно: жидкость намного «отзывчивее» по отношению к центробежной силе. Сравнимая жидкость и порошок, опять-таки нельзя не отдать предпочтение жидкости: ведь порошки лишь огрубленная «схема» жидкости.

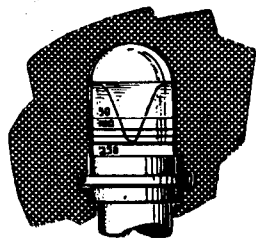


Рис. 5.

Следовательно тахометр должен представлять собой жидкость, которая меняет форму под действием центробежной силы. Разумеется, жидкость придется налить в какой-то сосуд. Результат несколько отходит от идеального, но задача, тем не менее, решена: создан предельно простой тахометр (рис. 5), со-

стоящий из наполовину заполненной водой пробирки.

Повторный анализ привел к почти готовому решению. Однако и здесь, когда осталось подобрать материал для тахометра, не было поисков наугад, а использовался так называемый **метод последовательного деления**.

Обычно метод последовательного деления приводит к точному и правильному ответу. Но применять этот метод можно лишь в тех случаях, когда задача подвверглась хотя бы первоначальному анализу, то есть когда идея уже проясняется, но неизвестно, «из чего делать». Этим же методом (называемым методом исключения) в книге «Основы изобретательства» отыскивается вещество для разделителя в задаче о транспортировке нефтепродуктов. В книге «Как научиться изобретать» этот прием позволяет найти вещество-заполнитель в задаче о баллонах с газом.

Вот еще один пример. В начале 1962 года в «Экономической газете» (№ 7) появилось сообщение о новом способе перекачки вязкой нефти по трубопроводам. Дело в том, что вязкая (парафинистая) нефть легко застывает, поэтому приходилось транспортировать ее в подогретом состоянии. Идея изобретения состояла в том, чтобы разбавлять вязкую нефть водой и перекачивать водо-нефтяную суспензию. Это существенно облегчает транспортировку, однако возникает новое затруднение — ведь нужно потом каким-то образом отделить воду от нефти.

Техническое противоречие в этой задаче заключается в том, что чем больше нефть будет разбавлена водой, тем легче окажется транспортировка, но одновременно осложнится процесс отделения разбавителя от нефти на конечном пункте трубопровода.

Итак, нужно найти разбавитель, который снижал бы вязкость транспортируемой нефти, а затем легко бы отделялся. Очевидно, этот разбавитель может быть в одном из трех состояний: в виде твердого тела, жидкости или газа. Твердое тело отпадает, ибо оно не снизит вязкости нефти. Остаются вещества жидкие и газообразные. Чему отдать предпочтение?

Конечно, пока нефть идет по трубопроводу, предпочтительнее жидкий разбавитель, примерно одинаковой плотности с нефтью. Газообразный разбавитель менее устойчив: «по дороге» газ будет быстро отделяться от нефти. Зато на конечном пункте это свойство газа оказалось бы полезным...

Значит, разбавитель должен быть жидким «в пути» и газообразным в конечном пункте. Иначе говоря, следует использовать **легко сжижаемый газ**.

Газы могут быть органическими и неорганическими. Органические хорошо растворяются в нефти, которая также является органическим соединением (еще алхимики знали, что «подобное растворяется в подобном»). Но если газ растворяется в нефти, его потом будет очень трудно отделить. Это определяет выбор: разбавитель должен быть веществом неорганическим.

Нужен легко сжижающийся неорганический газ. Само собой разумеется, что разбавитель должен быть химически инертным по отношению к нефти, удобным в обращении, дешевым. В совокупности всех этих нужных разбавителей. Возьмем любой справочник по химии и посмотрим таблицу свойств неорганических соединений. В таких таблицах указано агрегатное состояние веществ, приведены температуры плавления и кипения. Поэтому можно сразу выделить 5—10 «кандидатов»: закись азота, аммиак, окись хлора и т. д. Однако закись азота взаимодействует с нефтью — это заставляет сразу исключить ее из списка. Окись хлора — слишком неустойчивое вещество. Так, постепенно исключая неподходящих «кандидатов», приходим к выводу, что нужно использовать сжиженный аммиак.

Разбавление нефти аммиаком не сложнее, чем разбавление водой. По трубопроводу разбавленная аммиаком нефть пройдет подобно водо-нефтяной суспензии. Зато на конечном пункте трубопровода значительно упростится отделение разбавителя от нефти. Следовательно, техническое противоречие будет устранено.

Надо отметить, что с помощью жидкого аммиака можно решать многие задачи.

Бывает, однако, что ни анализ, ни метод последовательного деления не дают ответа. Тогда начинается следующая стадия поисков — оперативная.

## ТАКТИКА РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ

Теория изобретательства основывается не только на изучении закономерностей развития техники. Она учитывает также особенности человеческой психики, использует методы логики, обобщает имеющийся опыт изобретательской работы. В результате оказывается возможным составить **алгоритм решения, то есть программу последовательных действий, обеспечивающих решение изобретательской задачи.** Этот алгоритм приведен в конце книжки (приложение 2).

Главная особенность алгоритма состоит в том, что он заменяет одно сложное действие (нахождение готового решения) суммой простых действий (постепенное приближение к ответу).

На этом принципе, кстати сказать, основана работа кибернетических машин. Более того, кибернетическое моделирование позволяет ученым прийти к выводу, что использование алгоритмов естественно и для работы самого сложнейшего творения природы — мозга.

Научить работать «по алгоритму» (то есть по определенной системе) — важнейшая задача семинара. Заранее, до начала занятий, руководитель семинара должен подготовить солидный «запас» учебных задач. Часть задач может быть взята из книг по теории изобретательства. Но основной неисчерпаемый источник — патентная литература. В сущности, описание каждого

изобретения представляет собой решение той или иной технической задачи.

Возьмем, например, описание, взятое из шестого номера «Бюллетеня изобретений» за 1963 год:

«Устройство для ликвидации зависания сыпучего материала в бункере, действующее при подаче сжатого воздуха, отличающееся тем, что, с целью повышения эффективности процесса обрушения зависшего материала, оно выполнено в виде секции, устанавливаемой на внутренней

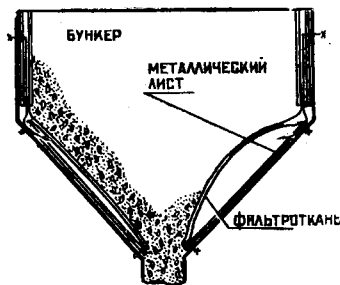


Рис. 6.

ней наклонной стенке бункера и состоящей из металлического или иного листа, к которому по контуру герметически прикреплен слабо натянутая фильтровочная ткань, футерованная резинотканью» (рис. 6).

Нетрудно составить учебную задачу, где в условии будет сказано: «Сыпучие материалы часто зависают в бункерах. Нужно придумать простой и эффективный способ устранения этого вредного явления».

Учебные задачи могут быть взяты также из техни-

ческих журналов, из газет. Вот небольшая заметка «Резец и спираль», опубликованная в «Экономической газете». В заметке говорится, что ленинградский изобретатель В. Нактинас предложил изготавливать плоские спирали путем подрезания трубчатой заготовки резцом



на токарном станке (рис. 7). Это сообщение легко обратить в учебную задачу: «Найти простой способ изготовления плосковитковых спиралей».

Решение учебной задачи может и не совпасть с исходным изобретением.

Важно, чтобы была получена технически удовлетворительная идея. Бывает и так, что участник семинара, разбирающий задачу, находит оригинальное и интересное решение. В подобных случаях долг руководителя семинара — посоветовать (а иногда и помочь) разработать найденную идею и оформить заявку на авторское свидетельство.

В научно-популярной литературе часто встречаются задачи, которые называются «изобретательскими», хотя на самом деле являются обычными головоломками. Приводится, например, деталь с фигурными отверстиями и спрашивается, как просверлить эти отверстия.

Такие задачи не имеют ничего общего с учебными изобретательскими задачами, которые разбираются на семинаре. Изобретательство состоит прежде всего в том, чтобы выяснить, «а нельзя ли найти обходное решение?» Технические головоломки подобную тактику исключают. Чтобы задача стала изобретательской, нужно указать, какова конечная цель ее решения.

Решать учебные задачи удобнее всего на доске. Нет необходимости записывать вопросы алгоритма — их надо помнить. На доске нужны только ответы (по каждому пункту алгоритма). Запись обязательно должна быть краткой и точной (это приучает к точному мышлению).

## КЛЮЧИ... ПОЧТИ УНИВЕРСАЛЬНЫЕ

Существуют типовые (то есть весьма распространенные) способы устранения технических противоречий. Наряду с освоением алгоритма участники семинара должны научиться использовать и эти типовые приемы.

Тут можно привести такое сравнение. До недавнего времени при изучении иностранных языков считалось необходимым запоминать побольше разных слов. Понятно, это требовало много времени на освоение языка. Однако математическое исследование показало, что в каждом языке есть слова весьма употребительные

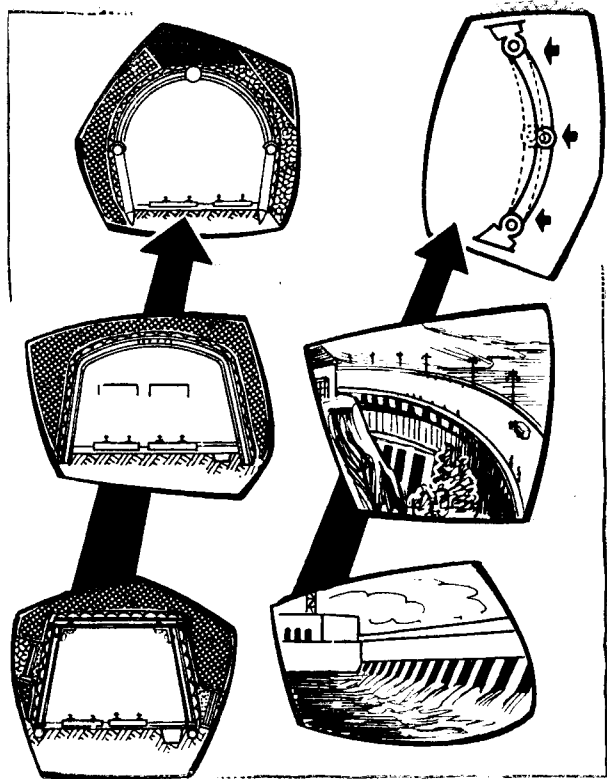


Рис. 8.

тельные и есть слова редко употребляемые. Очевидно, нецелесообразно заучивать все слова подряд. Например, в немецком языке 15 «ходовых» слов обычно занимают четвертую часть книжного текста. Если знать 66 самых «ходовых» слов, то можно будет понять половину текста. А 320 отобранных слов уже дают возможность прочесть три четверти текста! Конечно, кроме слов, нужно знать и основные правила грамматики.

Подобно этому, и изобретатель должен знать, кроме типовых приемов, основные закономерности развития техники. Тогда, даже при сравнительно небольшом запасе типовых приемов, он сможет уверенно решать большинство задач.

Благодаря единым законам развития всех отраслей техники различные технические задачи решаются аналогичными приемами. Вот пример (рис. 8). Чтобы шахтная крепь лучше противодействовала давлению вышележащих горных пород, перешли от прямых балок к арочным (принцип сфероидальности). Несколько десятилетий спустя этот прием был использован и в гидростроении: на смену прямым плотинам пришли арочные. В горной технике следующим шагом был переход от жесткой арочной крепи к податливой шарнирной (принцип дробления). Точно так же вслед за арочными плотинами были созданы податливые шарнирные плотины.

На рис. 9 показано развитие конструкций экскава-

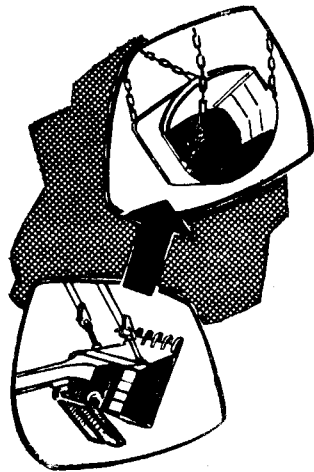


Рис. 9.

торных ковшей. Это совсем другая область техники, однако и здесь та же логика развития, те же приемы решения задач. Сначала передняя кромка ковша была прямой и зубчатой (она даже внешне походила на прямую плотину). Затем появился облегченный арочный ковш. Надо полагать, следующим — пока еще не сделанным — шагом будет создание податливых шарнирных ковшей.

В приложении 3 перечислены основные приемы устранения технических противоречий и

приведены примеры их использования.

Типовые приемы можно разделить на два вида. Прежде всего — основные **принципы изменения технических систем** (принцип дробления, принцип динамичности и т. д.). Такие принципы накапливаются по мере развития техники. Когда-то их впервые применили при решении каких-то конкретных задач. Затем при реше-

нии уже других задач. Принципы оказались универсальными, поэтому с их помощью и по сей день можно решать различные изобретательские задачи. И хотя каждый такой принцип сам по себе уже известен, каждое конкретное применение считается новым изобретением, если при этом удается устранить техническое противоречие.

Другая группа приемов — это методы, основанные на использовании новых материалов, новых видов энергии и т. д. Например, использование пневмоконструкций, использование оптического моделирования и т. д. Эти приемы еще не стали обычными принципами решения изобретательских задач. Это, в сущности, конструкторские приемы, которые в силу своей новизны пока являются изобретательскими. Пройдет время, и часть таких приемов будет отнесена к «вечным» принципам, а часть станет общеизвестными способами решения технических задач, а не будет считаться изобретательством.

Участникам семинара нет необходимости запоминать все приемы устранения технических противоречий. Значительно удобнее пользоваться вспомогательной таблицей (приложение 4). Зная, что желательнее изменить и что этому мешает, можно с помощью таблицы определить наиболее вероятные приемы. И лишь в тех случаях, когда таблица не дает решения, нужно проверить пригодность других приемов.

## ЧЕЛОВЕК И «ЧЕРНЫЙ ЯЩИК»

Рэй Бредбери не случайно дал своей новелле название «Черный ящик». На Западе многие ученые этим термином определяют пока еще не раскрытые тайны мыслительных процессов человеческого мозга. Создать «черный ящик» — означает создать искусственный мозг — самое совершенное устройство в природе. Но до этого пока еще очень и очень далеко. Хотя в наши дни роботы уже перекочевали со страниц фантастических книг в самую реальную действительность. «Умные» машины анализируют результаты исследований, находят оптимальные варианты сложнейших проектов, ставят медицинские диагнозы и даже... выдвигают гипотезы. Роботы-контролеры, роботы-вычислители, роботы-переводчики становятся привычным явлением.

Как известно, в основу работы электронных машин положен принцип алгоритмизации вычислительных процессов. Невольно напрашивается вывод: если теория изобретательства оперирует алгоритмом, то, следовательно, имеется принципиальная возможность решать изобретательские задачи с помощью кибернетических устройств.

Первый такой образец — портативная электронная машина — уже сконструирован и проходит испытания. Машина подсказывает идею решения, избавляя от необходимости анализа. Видимо, усовершенствованный образец «Эвратрона» (такое название имеет устрой-

ство) позволит существенно облегчить труд изобретателя. Именно облегчить и отнюдь не заменить собой творческую деятельность. Машина способна оперировать только тем, что в нее вложил человек. Но электронные устройства производят действия с молниеносной быстротой, в них можно вложить огромное количество сведений. И это, бесспорно, должен использовать человек. Применение счетно-решающих устройств откроет колоссальные возможности перед людьми творческого поиска.

Нужно ли в таком случае изучать теорию изобретательства? Конечно, нужно. Ведь машина мыслить все-таки не может!

## Приложение 1

### ПРИМЕРНАЯ ПРОГРАММА СЕМИНАРА «КАК РАБОТАТЬ НАД ИЗОБРЕТЕНИЕМ»

Занятие 1-е.

#### Теоретические основы теории изобретательства

1. Развитие техники происходит закономерно. Эти закономерности могут быть познаны и использованы при решении изобретательских задач.
2. Теория изобретательства построена на изучении закономерностей развития техники и обобщении творческого опыта изобретателей. Теория учитывает также особенности человеческой психики.
3. Как работает современный изобретатель. Наиболее распространенные ошибки. Метод определения разности.
4. Основные принципы рациональной методики работы над изобретением. Примеры решения изобретательских задач.
5. Задача № 1 для домашнего решения.

Занятие 2-е.

#### Идеальная машина Технические противоречия

1. Разбор учебной задачи № 1.
2. Тенденции развития современных машин. Понятие об идеальной машине.
3. Как возникают изобретательские задачи. Решить задачу — значит устранить техническое противоречие.
4. Изобретательских задач очень много, а технических противоречий всего несколько десятков. Зная способы устранения таких типовых противоречий, можно решать большинство встречающихся на практике задач.
5. Решение учебных задач. Метод последовательного деления.
6. Задача № 2 для домашнего решения.

Занятие 3-е.

#### Выбор и анализ изобретательской задачи

1. Изобретательство — стиль работы советского инженера, техника, рабочего. Создавать новое надо не от случая к случаю, а постоянно.
2. О романтике изобретательского творчества.
3. Алгоритм выбора задачи.
4. Не бояться слова «невозможно!»
5. Инерция мышления и «обходные» задачи
6. Алгоритм анализа задачи.
7. Разбор учебной задачи № 2.



#### Занятие 4-е.

##### **Оперативная стадия работы над изобретением**

1. Таблица основных приемов устранения технических противоречий. Решение задач с использованием таблицы.
2. Перенос технических идей из ведущих отраслей техники.
3. Использование решений, «подсказанных» природой.
4. Решение учебных задач.
5. Задача № 3 для домашнего решения.

#### Занятие 5-е.

##### **Синтетическая стадия работы над изобретением**

1. Изменение одной части машины в большинстве случаев вызывает необходимость изменения других ее частей.
2. Новая машина должна по-новому обслуживаться.
3. Использование найденной идеи для решения других задач.
4. Учебные задачи.

#### Занятие 6-е.

##### **Контрольная задача**

1. Разбор учебной задачи № 3.
2. Ознакомление с условиями контрольной задачи (в качестве контрольной задачи берется проблема, актуальная для производства, на котором проводится семинар).

#### Занятие 7-е.

##### **От идеи до конструкции**

1. Особенности конструкторской разработки новых изобретательских идей

2. Основные требования к жизнеспособной конструкции нового изобретения.
3. Изобретательский эксперимент.
4. Решение учебных задач.

#### Занятие 8-е.

##### **Правильная организация изобретательского труда**

1. Систематическая подготовка к решению изобретательских задач. Творческий «арсенал» изобретателя: типовые приемы, новые технические идеи, сведения о новых материалах.
2. Работа с патентной литературой. Использование патентной литературы для пополнения творческого «арсенала».
3. Внедрение изобретений. Обстоятельства, затрудняющие внедрение (относительно невысокое качество изобретения, недоработанность конструкций, неправильная организация «доводки» изобретения, неиспользование прав, предоставленных советскому изобретателю).
4. Как должно быть организовано внедрение изобретений в заводских условиях.
5. Коллективная работа над изобретением. Организационные формы такой работы.
6. Учебные задачи по темам занятий 3 и 4.

#### Занятие 9-е.

##### **Решение контрольной задачи**

1. Разбор намечившихся решений контрольной задачи.
2. Показательное решение контрольной задачи.
3. Учебные задачи № 4, 5, 6 для домашнего решения.

### Итоговое собеседование

1. Разбор задач № 4, 5, 6.
2. Обзор литературы по изобретательству.
3. Тенденции развития теории изобретательства. Кибернетика и теория изобретательства. Можно ли создать машину, решающую изобретательские задачи.
4. Ознакомление участников семинара с нерешенными задачами, имеющими важное народнохозяйственное значение.

Приложение 2

## АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКОЙ ЗАДАЧИ

### Выбор задачи

**Первый шаг:** Определить, какова конечная цель, с которой ставится задача.

**Второй шаг:** Проверить, можно ли достичь ту же цель «в обход» — решением иной задачи.

**Третий шаг:** Определить, решение какой задачи — первоначальной или «обходной» — может дать больший эффект.

**Четвертый шаг:** Определить требуемые количественные показатели (скорость, производительность, точность, габариты и т. п.);

**Пятый шаг:** Уточнить требования, вызванные конкретными условиями, в которых предполагается реализация изобретения.

### Анализ задачи

**Первый шаг:** Определить идеальный конечный результат (ответить на вопрос: «Что желательно получить в самом идеальном случае?»).

Второй шаг: Определить, что мешает получению идеального результата (ответить на вопрос: «В чем состоит «помеха»?»).

Третий шаг: Определить, почему мешает (ответить на вопрос: «В чем непосредственная причина «помехи»?»).

Четвертый шаг: Определить, при каких условиях ничто не мешало бы получить идеальный результат (ответить на вопрос: «При каких условиях исчезнет «помеха»?»).

### Оперативная стадия

Первый шаг: Проверить по таблице типовых приемов возможность устранения технического противоречия изменением данного объекта (машины, механизма, процесса).

Второй шаг: Проверить возможные изменения в среде, окружающей объект, и в других объектах, работающих совместно с данным.

Третий шаг: «Перенести» решение из других отраслей техники (ответить на вопрос: «Как решаются в других отраслях техники задачи, подобные данной?»).

Четвертый шаг: Применить «обратные» решения (ответить на вопрос: «Как решаются в технике задачи, обратные данной, и нельзя ли использовать эти решения, взяв их, так сказать, со знаком минус?»).

Пятый шаг: Использовать «прообразы» природы (ответить на вопрос: «Как решаются в природе более или менее сходные задачи?»).

### Синтетическая стадия

Первый шаг: Определить, как должны быть изменены — после изменения одной части объекта — другие его части.

Второй шаг: Определить, как должны быть изменены другие объекты, работающие совместно с данным.

Третий шаг: Проверить, может ли измененный объект применяться по-новому.

Четвертый шаг: Использовать найденную техническую идею (или идею, обратную найденной) при решении других технических задач.

## Приложение 3

### ОСНОВНЫЕ ПРИЕМЫ УСТРАНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ПРОТИВОРЕЧИЙ

#### 1. ПРИНЦИП ДРОБЛЕНИЯ

Разделить объект на части, независимые друг от друга или соединенные гибкими связями.

*Пример.* Авторское свидетельство № 107230: «Наборный напильник, состоящий из монтированных на стержне режущих элементов в виде шайб с клиновой заточкой, отличающийся тем, что, с целью опилки поверхностей фасонных и полых изделий, стержень выполнен из эластичного материала, например, из гибкой проволоки».

#### 2. ПРИНЦИП ВЫНЕСЕНИЯ

Отделить от объекта «мешающую» часть или, наоборот, выделить единственно нужную часть (или свойство).

*Пример.* Пианино, звуки которого можно слышать, только нажав наушники. Благодаря этому в помещении

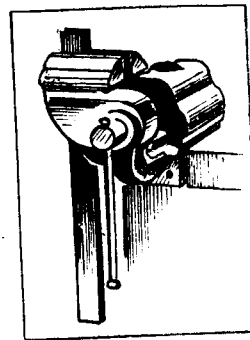
может находиться несколько инструментов. Преподаватель подходит к играющему на пианино ученику, подсоединяет свои наушники и слушает игру, исправляя ошибки.

#### 3. ПРИНЦИП МЕСТНОГО КАЧЕСТВА

Разделить объект на части так, чтобы каждая часть могла быть изготовлена из наиболее подходящего материала и находилась в условиях, наиболее соответствующих ее работе.

*Пример.* Деревянные балки, армированные сталью. В деревянной балке вырезают пазы и вкладывают прутки из стали или стекловолокна. После этого пазы заливают эпоксидной смолой. Прочность таких балок вдвое больше, чем у обычных.

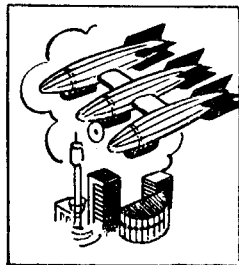
#### 4. ПРИНЦИП АСИММЕТРИИ



Машины рождаются симметричными. Это — их традиционная форма. Поэтому многие задачи, трудные по отношению к симметричным объектам, легко решаются нарушением симметрии.

*Пример.* Тиски со сменными губками. В отличие от обычных они позволяют зажимать в вертикальном положении длинные заготовки.

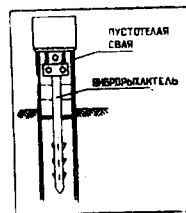
## 5. ПРИНЦИП ОБЪЕДИНЕНИЯ



Соединить однородные (или предназначенные для смежных операций) объекты.

Пример. «Строенный» дирижабль. Он значительно выгоднее трех обычных дирижаблей: уменьшается экипаж, увеличивается надежность, резко повышается маневренность.

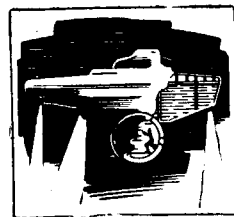
## 7. ПРИНЦИП «МАТРЕШКИ»



Один объект размещается внутри другого, который в свою очередь находится внутри третьего... и т. д.

Пример. Авторское свидетельство № 153694: виброрыхлитель располагается внутри пустотелой сваи.

## 8. ПРИНЦИП «АНТИВЕСА»



Компенсировать вес объекта соединением с другими объектами, обладающими подъемной силой.

Пример. Батискаф — соединение тяжелой сферической кабины с корпусом, заполненным легкой жидкостью.

## 6. ПРИНЦИП СОВМЕЩЕНИЯ

а) Один объект поочередно работает в нескольких местах;

б) один объект одновременно выполняет несколько функций, благодаря чему отпадает необходимость в других объектах.

Пример. Авторское свидетельство № 153219: «Приводной барабан для конвейера с металлической лентой, отличающийся тем, что, с целью экономии электроэнергии, на оси барабана смонтирован токосъемный коллектор, предназначенный для периодической подачи тока только в обмотки, контактирующие с лентой».

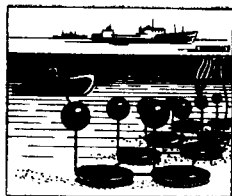
Пример. Крюк-весы. Позволяют одновременно грузить и взвешивать грузы.

## 9. ПРИНЦИП ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Заранее придать объекту изменения, противоположные недопустимым или нежелательным рабочим изменениям.

Пример. Предварительно напряженный железобетон: чтобы избежать нежелательного растяжения, его предварительно сжимают.

## 10. ПРИНЦИП ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ИСПОЛНЕНИЯ



Заранее расставить объекты так, чтобы они могли вступить в действие без затрат времени на их доставку.

Пример. Подводные нефтехранилища, заранее расставленные на пути следования кораблей.

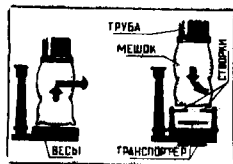
## 11. ПРИНЦИП «ЗАРАНЕЕ ПОДЛОЖЕННОЙ ПОДУШКИ»



Компенсировать относительно невысокую надежность объекта заранее подготовленными аварийными средствами.

Пример. Аварийные металлические кольца, заранее надеваемые на обод колеса и позволяющие добраться до ремонтной базы на спущенной шине.

## 12. ПРИНЦИП ЭКВИПОТЕНЦИАЛЬНОСТИ



Передвигать объект так, чтобы он не поднимался и не опускался.

Пример. На мукомольных заводах за смену рабочему приходилось снимать с весов около 800 мешков весом по 60—70 кг. Довея вес до нор-

мы, рабочий должен был поднять мешок с платформы весов. Требовалось механизировать этот процесс. На весы поставили стойки со створками, которые удерживались в горизонтальном положении защелками. Мешок ставился на створки, взвешивался. Затем нажатие на педаль — и мешок опускался на транспортер.

## 13. ПРИНЦИП «НАОБОРОТ»

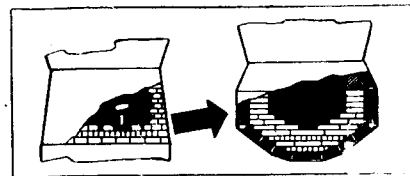
а) Сделать движущиеся части системы неподвижными, а неподвижные — движущимися.

б) Перевернуть объект «вверх ногами».

Пример. Способ испытания на прочность моделей дирижаблей и аэростатов: модель наполняется не газом легче воздуха, а какой-нибудь тяжелой жидкостью. При этом модель испытывается «вверх ногами», чтобы направленная вниз сила действовала по отношению к модели в том же направлении, как она будет действовать на настоящий дирижабль.

## 14. ПРИНЦИП СФЕРОИДАЛЬНОСТИ

Перейти от прямолинейных частей объекта к криволинейным, от плоских поверхностей — к сферическим, от частей, выполненных в виде куба или параллелепипеда, — к шаровым конструкциям.



Пример. Жидкий металл в доменной печи, проликая между огнеупорными кирпичами, вызывает быстрый износ футеровки. Износ уменьшается, если футеровка имеет сферическую форму. При такой форме футеровки кирпичи меньше нагреваются. Кроме того, чугуна труднее проникнуть в наиболее уязвимые (угловые) места.

## 15. ПРИНЦИП ДИНАМИЧНОСТИ

Характеристики объекта (вес, габариты, форма, агрегатное состояние, температура, окраска и т. д.) должны быть меняющимися и оптимальными на каждом этапе процесса.



Пример. Грузовик, кузов которого может сползть назад и принимать наклонное положение. Благодаря этому всевозможные сельскохозяйственные и дорожные машины въезжают в кузов своим ходом, и для их погрузки не требуется никакого грузоподъемного оборудования.

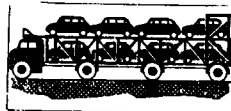
## 16. ПРИНЦИП ЧАСТИЧНОГО РЕШЕНИЯ

Получить 99 процентов требуемого эффекта намного легче, чем получить все 100 процентов. Задача перестает быть трудней, если отказаться от одного процента требований (что нередко можно сделать).

Пример. Глобус, выполненный в виде двадцатиградусника (икосаздри). Такой глобус, близкий по форме к сферическому, легко изготовить. Кроме того, он может быть превращен в плоскую географическую карту.

## 17. ПРИНЦИП ПЕРЕХОДА В ДРУГОЕ ИЗМЕРЕНИЕ

Трудности, связанные с движением (или размещением) объекта по линии, устраняются, если объект приобретает возможность перемещаться в двух измерениях (то есть по плоскости). Соответственно, задачи, связанные с движением (или размещением) объектов в одной плоскости, упрощаются при переходе к пространству трех измерений.



Пример. Двухэтажный автотранспортер.

## 18. ПРИНЦИП ИЗМЕНЕНИЯ СРЕДЫ

Для интенсификации процессов надо изменить среду, в которой протекают эти процессы.

Пример. Искусственное увеличение содержания углекислого газа в воздухе теплиц и парников. В результате овощные культуры созревают вдвое быстрее, а урожай увеличивается в 3—6 раз.

## 19. ПРИНЦИП ИМПУЛЬСНОГО ДЕЙСТВИЯ

При недостатке энергии или мощности надо перейти от непрерывного действия к импульсному.

Пример. Авторское свидетельство № 105011: «Способ получения высоких и сверхвысоких давлений, отличающийся тем, что высокие и сверхвысокие давления воспроизводят в результате импульсного электрического разряда внутри объема любой проводящей или непроводящей жидкости, находящейся в открытом или закрытом сосуде».

## 20. ПРИНЦИП НЕПРЕРЫВНОСТИ ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ

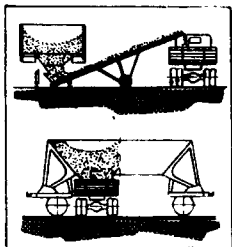
а) Работа должна осуществляться непрерывно — машина не должна стоять без дела.

б) Полезная работа должна осуществляться без холостых и промежуточных (транспортных) ходов.

в) Переход от поступательно-возвратного движения к вращательному.

Пример. Авторское свидетельство № 126440:

«Способ многоствольного бурения скважин двумя комплектами труб, отличающийся тем, что, с целью осуществления одновременного бурения нескольких скважин, применяется ротор с несколькими стволами, включаемыми в работу независимо друг от друга, и два комплекта бурильных труб, поочередно поднимаемых и опускаемых в скважины для смены сработанных долот, причем операции по смене долот совмещаются во времени с автоматическим бурением в одной из скважин».



Пример. Портальный вагон, позволяющий разгружать сыпучие грузы непосредственно в кузов автомашины. Отпадает необходимость в использовании транспортеров.

## 21. ПРИНЦИП «ПРОСКОКА»

Вредные или опасные стадии процесса должны преодолеваются на большой скорости.

Пример. Этилен, дивинил, бензол и другие углеводороды, используемые в производстве пластмасс, получают, действуя кислородом — при высоких температурах и давлениях — на пары нефти. Чтобы не произошел взрыв, газовые струи разгоняют до сверхзвуковой скорости. Кислород успевает в течение очень короткого времени прореагировать с нефтью — взрыва не происходит.

## 22. ПРИНЦИП «ОБРАТИТЬ ВРЕД В ПОЛЬЗУ»

Вредные факторы могут быть использованы для получения положительного эффекта.

Пример. Авторское свидетельство № 112684: «Устройство для очистки поверхности свай круглого сечения, находящихся в воде, отличающееся тем, что оно выполнено в виде свободно одеваемого на сваю кольцевого поплавка, снабженного крыльями, а также подпружиненными рифлеными валиками, прижатыми к поверхности свай и очищающими ее в процессе вертикального перемещения поплавка при волнении».

## 23. ПРИНЦИП «КЛИН—КЛИНОМ»

Вредный фактор устраняется за счет сложения с другим вредным фактором.

Пример. Создан новый тип телефонных наушников, которыми можно пользоваться и при сильном шуме (гул самолетных моторов и т. д.). Специальный генератор воспроизводит внешние шумы с таким сдвигом по фазе, что оба шума взаимно гасят друг друга.



## 24. ПРИНЦИП «ПЕРЕГИБАНИЯ ПАЛКИ»

Усилить вредный фактор до такой степени, чтобы он перестал быть вредным.

Пример. Раствор серной кислоты разъедает железную тару. Однако концентрированная кислота теряет активность и не вызывает коррозию металла.

## 25. ПРИНЦИП САМООБСЛУЖИВАНИЯ

а) Машина должна сама себя обслуживать, выполняя вспомогательные и ремонтные операции.

б) Использование отходов (энергии, вещества) для выполнения вспомогательных операций.

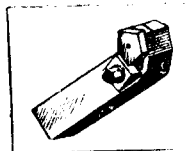
Пример. Авторское свидетельство № 153152: «Устройство для охлаждения двигателя внутреннего сгорания, отличающееся тем, что, с целью повышения интенсивности охлаждения двигателя и снижения температуры в подкапотном пространстве, за вентилятором установлен эжектор, использующий кинетическую энергию выхлопных газов для подсоса дополнительного количества охлаждающегося воздуха».

## 26. ПРИНЦИП КОПИРОВАНИЯ

Вместо сложного, дорогостоящего или хрупкого объекта используются его упрощенные, дешевые и прочные копии.

Пример. Система городских электрических часов. От одного высококачественного и выверенного механизма работают многие электрические циферблатные приборы, дублирующие показания основного механизма.

## 27. ДЕШЕВАЯ НЕДОЛГОВЕЧНОСТЬ ВЗАМЕИ ДОРОВОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ



Пример. Резец, режущая пластинка которого имеет пять граней. Если затупилась одна грань, можно быстро ввести в действие другую.

## 28. ЗАМЕНА МЕХАНИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ИЛИ ОПТИЧЕСКОЙ



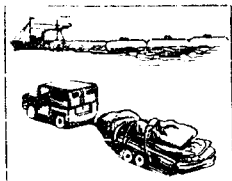
Пример. Реостат, в котором нет трущихся частей. Пространство между контактом и переменным сопротивлением заполнено полупроводниковым материалом. Под действием бегающего светового зайчика полупроводник начинает проводить ток, замыкая цепь.

29. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПНЕВМОКОНСТРУКЦИЙ (ВКЛЮЧАЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗДУШНОЙ ПОДУШКИ)



Пример. Мотоцикл на воздушной подушке.

30. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИБКИХ ОБОЛОЧЕК (ВКЛЮЧАЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОНКИХ ПЛЕНОК)



Пример. Эластичная плавучая емкость для транспортировки нефтепродуктов (на рисунке показана перевозка порожней емкости).

31. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАГНИТОВ И ЭЛЕКТРОМАГНИТОВ

Пример. Токарные патроны, удерживающие деталь электромагнитными силами. Для закрепления детали достаточно прислонить ее к плоской торцевой поверхности патрона и включить ток.

32. ИЗМЕНЕНИЕ ПРОЗРАЧНОСТИ ИЛИ ОКРАСКИ

Пример. Мясорубка, загрузочная воронка которой для удобства наблюдения выполнена прозрачной.

## ТАБЛИЦА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИЕМОМ УСТРАНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ПРОТИВОРЕЧИЙ

## ЧТО ЭТОМУ МЕШАЕТ

ЧТО ЖЕЛАТЕЛЬНО ИЗМЕНИТЬ	ВЕС	ДЛИНА	ПЛОЩАДЬ	ОБЪЕМ	СКОРОСТЬ	ФОРМА	ЭНЕРГИЯ	МОЩНОСТЬ	МАТЕРИАЛ, ВЕЩЕСТВО	ПРОИЗВО- ДИТЕЛЬНОСТЬ	НАДЕЖНОСТЬ	КОЭФФИЦИЕНТ ПОЛЕЗНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ	ТОЧНОСТЬ	ВРЕДНЫЕ ФАКТОРЫ	УДОБСТВО РАБОТЫ	ПЕРЕМЕННЫЕ УСЛОВИЯ РАБОТЫ
ВЕС		1,8	29, 30	29	2, 8	9, 14, 24	8, 12	12, 19	26	5, 6, 13	1, 3, 11, 14	6, 14, 25	26, 27, 28, 31	8, 13	6, 13, 25	15, 29
ДЛИНА	2, 14, 29		17	17	13	1	18	1		28	1, 9, 14	7	28		15	15
ПЛОЩАДЬ	2, 14, 29, 30	14		14, 17					30	17	1	15, 30			17	15, 30
ОБЪЕМ	2, 14, 29							18			1	7, 15	32			15, 29
СКОРОСТЬ	8, 31	18					8, 15, 18	8, 18, 19		8, 13			31	21		15
ФОРМА	8, 9, 29	29		14					30	26		14		1	1	1, 15, 29
ЭНЕРГИЯ	8				10			6, 19		12, 28	19					
МОЩНОСТЬ	8				10		6, 19			20, 28	2, 19			4		19
МАТЕРИАЛ, ВЕЩЕСТВО	29			20		14, 16				29	3, 27	3, 6		19, 21, 24		
ПРОИЗВОДИ- ТЕЛЬНОСТЬ	5, 6, 8	2	2, 6, 18	2, 6, 18	11			20					1, 10	21	1	1, 15
НАДЕЖНОСТЬ	3, 8, 9, 29, 30		17	3		1			21, 28			11		21		
КОЭФФИЦИЕНТ ПО- ЛЕЗНОГО ИСПОЛЬ- ЗОВАНИЯ	5, 6, 14, 25			29, 30		29	19	19	6	25			16	22	32	1, 15
ТОЧНОСТЬ	28, 32				10, 28					26, 28, 32		16		10, 32	1, 32	
ВРЕДНЫЕ ФАКТОРЫ	6, 19, 22, 23, 24				21, 24	24	18	18		4, 22, 23	27	22				28
УДОБСТВО РАБОТЫ	1, 2, 8, 15	17	17	15						1, 4, 31	17	2	32	23		15
ПЕРЕМЕННЫЕ УСЛОВИЯ РАБОТЫ	1, 6, 15			15, 29		15	19	19	3	5, 6		15		11		

Примечание. Указанные в таблице номера соответствуют номерам приемов в приложении 3.

### Книжная полка изобретателя

Д. Пойа. Как решать задачу. Учпедгиз. 1961.

Р. Бахматов. Изгнание шестикрылого серафима. Детгиз. 1961.

Г. Альтшуллер. Как научиться изобретать. Тамбовское книжное издательство. 1961.

Азбука рационализатора. Тамбовское книжное издательство. 1963.

Г. С. Альтшуллер. Основы изобретательства. Тамбовское книжное издательство. 1964.

Библиотечка новатора. Тамбовское книжное издательство. 1963.

Г. И. Гуляев. Рационализация трудовых процессов. Машгиз. 1958.

В. А. Добровольский, Л. Б. Эрлих. Основные принципы конструирования современных машин. Машгиз. 1956.

Копировать: К. В. Соловьев

Самое в мире: 117 1184 г.

Получено в печать: 17.11.1961 г.

Изд. № 1. Заказ № 117. Цена 10 коп.

Тираж 1000 экз. Изд. № 117. Цена 10 коп.

Цена 10 коп. 117. Цена 10 коп.

Типография «Пролетарский светоч»

г. Тамбов, Советская, 116

Цена 10 к.

ТАМБОВСКОЕ  
КНИЖНОЕ  
ИЗДАТЕЛЬСТВО  
1964

## СОДЕРЖАНИЕ

Алгебра и гармония .....	1
20 изобретательских часов .....	5
Творчеству надо учить .....	8
Немного о методике занятий .....	12
На пути к идеальной машине .....	16
С математической точностью .....	22
"Допустим вы талантливы как Эдисон" .....	27
Тактика решения изобретательской задачи .....	34
Ключи... Почти универсальные .....	37
Человек и "Черный ящик" .....	42
Приложение 1	
Примерная программа семинара "Как работать над изобретением" .....	44
Приложение 2	
Алгоритм решения изобретательской задачи .....	49
Приложение 3	
Основные приемы устранения технических противоречий .....	52
Приложение 4	
Таблица использования приемов устранения технических противоречий	