

# ИЗГНАНИЕ ШЕСТИКРЫЛОГО СЕРАФИМА

На страницах газет и журналов в наше время, как и много лет назад, ставится вопрос: можно ли научиться изобретать? Так, «Комсомольская правда» 14 июля 1959 года напечатала статью С. Владимирова «Существует ли секрет изобретателя?» В девятом номере нашего журнала опубликованы выступления слушателей семинара, состоявшегося в Баку, которые утверждают, что методика изобретательства оказывает огромную помощь в техническом творчестве.

Редакция журнала «Изобретатель и рационализатор» в связи с этим получила много писем от своих читателей. Участники строительства Братской гидроэлектростанции инженеры Н. Кузьмичев и А. Марчук нам пишут:

«Мы с интересом прочитали высказывания участников бакинского семинара, напечатанные в вашем журнале. Полагаем, что методика изобретательства, о которой рассказывают бакинцы, существует. Но хотелось бы знать о ней больше, чем сообщалось в опубликованных статьях. Просим редакцию рассказать об этом подробнее.»

С такой же просьбой к нам обратились инженер-строитель В. Бельков (Новосибирск) и другие читатели.

Идя навстречу пожеланиям читателей, мы публикуем статью инженеров Г. Альтшуллера и Р. Шапиро «Изгнание шестикрылого серафима».

*Инженеры*

**Г. АЛЬТШУЛЛЕР,  
Р. ШАПИРО**

Рис. К. Невлера

## КАК МЫ ВСТРЕТИЛИСЬ С ШЕСТИКРЫЛЫМ СЕРАФИМОМ

Лет пятнадцать назад мы впервые попытались сделать изобретение. К счастью, у нас ничего не получилось. Именно к счастью, потому что неудача заставила нас задуматься над вопросом: «Как научиться изобретать?»

В ту пору мы, студенты индустриального института, жили в мире учебников и были уверены, что есть учебники по изобретательству, как есть учебники по технологии металлов, механике, деталям машин. Но учебников по изобретательству не оказалось. А те немногие книги, в которых говорилось об изобретательском творчестве, ничего не объясняли. В этих книгах утверждалось, что изобретатель должен «концентрировать внимание на объекте изобретения», идти к цели «методом проб и ошибок» и, главное, рассчитывать на «озарение». Мы усердно «концентрировали внимание», совершили множество «проб и ошибок», но «озарение» упорно не наступало.

Впрочем, однажды «озарение» все-таки наступило. Перечеркнув очередной вариант чертежа, мы сели за шахматную доску. И вдруг нас «озарила» удивительно простая мысль: «А ведь при игре в шахматы тоже нужна концентрация внимания! Обдумывая план игры, также приходится пользоваться методом проб и ошибок и рассчитывать на

озарение! Значит, это прираще не только изобретательству, но вообще любому виду творчества. В чем же тогда специфика изобретательства? Неужели за звучными терминами наподобие «метода проб и ошибок» нет реального содержания?»

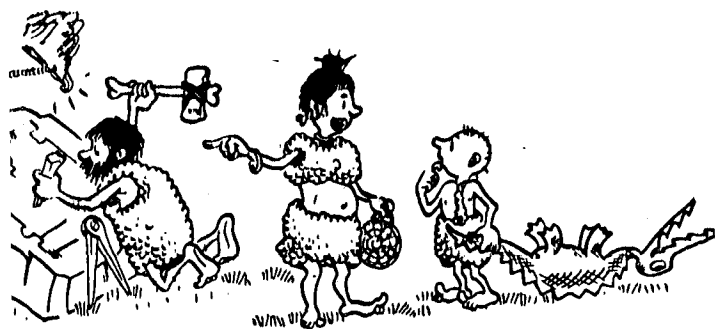
В те дни нам попала еще одна книга об изобретательстве. В ней мы прочли: «Подобно пророку, изобретатель осеняется на перепутье шестикрылым серафимом».

Это была очень старая книга. Страницы казались длинными, витиеватыми фразы, неспеша ползущие по строчкам. Ссохся и покоробился переплет. Пожелтели страницы. Книга мирно доживала свой век на библиотечной полке. Но шестикрылый серафим, сошедший со страниц этой книги, был на редкость живучим. Он кочевал из книги в книгу, из журнала в журнал. Он проникал и в солидные научные фолианты. Правда, здесь он назывался иначе: «творческая интуиция», «прирожденные способности», «технологическое ощущение природы»... Обличья менялись, но сущность оставалась неизменной: осенит шестикрылый серафим — будет изобретение, не осенит — не будет.

Шестикрылый серафим упорно преследовал нас. Он настойчиво твердил: «Нельзя научиться изобретать. Изобретение есть результат счастливой находки, внезапного озарения...» Но ежегодно в нашей стране делаются миллионы изобретений и рационализаторских предложений. Миллионы па-

ходок, внезапных озарений, счастливых случайностей?

Допустим на минуту, что изобретения действительно делаются случайно. Допустим, что выбор задачи зависит исключительно от каприза изобретателя, а ее решение — только от везения, от удачи. В таком случае нам пришлось бы жить в довольно странном мире. Самая совершенная техника ужасно ужасна бы в этом мире с самой примитивной, потому что изобретатели случайно занимались бы одними машинами и так же случайно забывали бы о других. Реактивный самолет мирно соседствовал бы с...лучиной, ибо изобретатели электрической лампочки еще не осмелились... В магазинах продавались бы электрохолодильники и... водяные часы, потому что заменить их механическими изобретатели не удосужились... Рекламные плакаты призывали бы покусать телевизоры и... брусочки для добывания огня трением взамен спичек, о которых легкомысленные изобретатели почему-то не желали думать...



Тише! Папа изобретает электропную дубину.

Мир, однако, устроен иначе. И это сразу же — со всей очевидностью! — свидетельствует, что изобретения делаются не случайно, что бесчисленные изобретения в разных отраслях техники как-то связаны между собой, что в самом развитии техники есть определенные закономерности.

### НЕ ОЖИДАЯ ОЗАРЕНИЯ

Итак, мы не поверили шестикрылому серафиму. Мы убедились, что техника развивается закономерно. А отсюда следовал неизбежный вывод: эти закономерности можно познать и использовать для сознательной — без случайных озарений и осеений! — работы над изобретениями.

Надо признаться, что с этого времени мы перестали быть изобретателями в прямом смысле этого слова. Нас уже не интересовали конкретные технические проблемы. Нас волновали только общие закономерности изобретательского творчества.

Найти эти закономерности было нелегко. Мы искали их в истории техники, в описаниях сотен, тысяч изобретений, в воспоминаниях великих изобретателей, а главное — в огромном опыте, накопленном советскими новаторами.

Так прошло пятнадцать лет. Сейчас методика изобретательства — в первом приближении — со-

здана. Именно в первом приближении, потому что многое еще предстоит изменить, уточнить, дополнить. Сделаны пока только первые шаги — теоретические и практические. Да, и практические тоже, ибо методикой изобретательского творчества уже пользуется в своей практической деятельности ряд изобретателей и рационализаторов.

Здесь мы должны сразу же оговориться. Методика изобретательства — не рецепт для «изготовления изобретений». Таких рецептов нет и не может быть. У методики иная цель: дать представление об основных закономерностях в создании изобретений, предостеречь от типичных ошибок, рационализировать творческий процесс.

Известно, что Эдисон сделал 50 тысяч опытов, чтобы изобрести щелочной аккумулятор. Шестикрылый серафим сказал бы по этому поводу: «Какая замечательная настойчивость! Учитесь, подражайте!» — и умолчал бы о том, что опыты эти ставились наудачу, в расчете лишь на случайную находку. Начинающие изобретатели и по сей день работают «по методу Эдисона», ставя тысячи мысленных опытов, бессистемно перебирая в уме всевозможные варианты решения. Задача методики как раз и состоит в том, чтобы научить изобретателя идти к цели не нагромождением случайных мысленных экспериментов, а путем сравнительно небольшого числа логических операций, проводимых по определенной рациональной системе.

Разумеется, методика не может заменить специальные знания. Изобретатель должен глубоко знать ту отрасль техники, в которой он работает, должен знать (и чем глубже, тем лучше) основы физики, химии, математики. Методика, повторяем, не подменяет эти знания; она помогает разумно их использовать при работе над изобретением.

### ПРОСТЕНЬКАЯ ЗАДАЧА

И еще об одном нам хотелось бы заранее предупредить читателя. Изобретать можно и без знания методики, точно так же, как можно играть в шахматы и без знания теории шахматной игры или быть артистом, не изучив системы Станиславского.

В доказательство мы предлагаем читателю решить довольно простую изобретательскую задачу. Мы надеемся, что читатель ее решит, хотя и не без «метода проб и ошибок», не без неудачных попыток. Позже мы вернемся к этой задаче и покажем, как она решается с применением методики.

Итак, задача.

Имеются три металлических баллона для хранения сжатого газа (например, кислорода). Первый баллон (транспортный) заполнен газом под давлением в 200 атмосфер. Два других баллона (рабочие) пустые. Емкость каждого из них равна половине емкости транспортного баллона. Нужно перевести весь газ из транспортного баллона в рабочие.

Известны, вообще говоря, два способа. Первый способ состоит в том, что транспортный баллон прямо подсоединяют к двум другим. Очевидно, что

в этом случае во всех баллонах установится одинаковое давление в 100 атмосфер, и половина газа останется в транспортном баллоне. Второй способ намного сложнее: газ перекачивается из большого баллона в два других при помощи специального компрессора. Так можно перевести из транспортного баллона в рабочие весь газ, но обязательно потребуется сложное оборудование — компрессор высокого давления.

Задача и заключается в том, чтобы найти способ полностью переводить газ из транспортного баллона в рабочие без применения дополнительного оборудования (насосов, компрессоров и т. д.).

Заметим, кстати, что задача эта не выдумана. С ней приходится сталкиваться на практике, например в авиации. На самолетах стоят небольшие кислородные баллоны, а запасают кислород в крупных транспортных баллонах. Вот и приходится при перезарядке самолетных баллонов либо использовать специальные компрессорные станции, либо просто подсоединять транспортный баллон к заряжаемому и мириться к потере давления, с неполнотой перезарядки.

Задача в общем несложная — одна из начальных учебных задач в курсе методики изобретательского творчества. Но решит ли ее читатель? Нам не хочется, чтобы утверждения методики принимались на веру. Поэтому мы и даем возможность сравнить обычные бессистемные поиски с рациональной методикой.

Будем надеяться, что шестикрылый серафим сравнительно быстро осенит читателя, и перейдем к тому, на чем основана методика изобретательства: к особенностям развития машин. Мы проиллюстрируем эти особенности на примере велосипеда — машины простой и достаточно известной.

## ПЯТЬ ВЫВОДОВ ИЗ ИСТОРИИ ВЕЛОСИПЕДА

...1813 год был тяжелым и бурным. В Европе шла война, гремели орудия, горели города и села. И в это тревожное время австрийский лесничий Дрез придумал потешную «беговую машину» — прообраз велосипеда. «Беговая машина» имела раму, два деревянных колеса и простенькое рулевое управление. Педалей не было; при езде приходилось отталкиваться ногами от земли... Назвать эту игрушку средством передвижения можно было только в шутку. Но уже в 1840 году шутки кончились — на ось переднего колеса установили педали. Теперь на машине можно было ездить, не касаясь ногами земли. С этого и начинается история велосипеда.

Шли годы. В конструкцию колес и педалей, первоначально очень примитивных, вносились изменения. Благодаря этому скорость движения велосипеда постепенно возрастала. Однако между усовершенствованными частями машины и оставшимися без изменения органами управления возникло противоречие: бестормозное управление, вполне пригодное для езды с малой скоростью, не удовлетворяло новым условиям — езде с более высокой скоростью. Без устранения этого противоречия

дальнейшее улучшение других частей велосипеда теряло смысл: ведь все равно скорость нельзя было увеличивать из-за несовершенства органов управления.

В 1845 году на велосипедах появились тормоза. Велосипеды начали двигаться быстрее и быстрее. Достигалось это увеличением диаметра переднего (ведущего) колеса, в результате чего возрастало расстояние, проходимое машиной при каждом обороте педалей. Увеличение скорости езды требовало для колес более прочного материала, а увеличение диаметра колес — материала более легкого. Новое противоречие — его усугубили заменой дерева на металл.

Диаметр ведущего колеса из года в год увеличивался. Появились велосипеды «пауки» с огромным передним колесом. Но чем больше становилось ведущее колесо, тем труднее было его вращать. Еще одно противоречие! Пришлось посадить ось колеса на шарикоподшипники.

Кажется, все в порядке? Нет. Увеличивается диаметр переднего колеса — растет высота велосипеда, а вместе с ней и опасность езды. Велосипед теряет устойчивость, падение с него грозит серьезными увечьями. Выигрыш в скорости приносит проигрыш в безопасности. Значит, нужно так изменить трансмиссию, чтобы при каждом обороте педалей колесо делало не один оборот, а несколько: тогда незачем будет увеличивать диаметр ведущего колеса. И в 1884 году изобретается цепная передача. Скорость велосипеда снова растет.

Однако тут же возникает противоречие. Улучшена трансмиссия, но колеса остались без изменений. При быстрой езде удары колес о неровности дороги быстро разрушали машину, затрудняли управление велосипедом. Изобретатели занялись усовершенствованием колес. В 1890 году колеса «обувают» в пневматические шины.

Но противоречия возникают опять и опять. Они преследуют велосипед, красной нитью проходя через его биографию. Дальнейшее увеличение скорости — новое противоречие! Теперь от рабочих органов и органов управления отстает трансмиссия: разогнавшись, велосипедист не успевает крутить бешено вращающиеся педали. Можно, конечно, снять ноги с педалей, но как потом ловить педали на быстром ходу? И снова, забыв обо всем остальном, изобретатели совершенствуют трансмиссию, только трансмиссию! Наконец, в 1897 году изобретен механизм свободного хода: теперь, набрав скорость, можно держать педали неподвижными.

Так велосипед приобретает знакомый нам вид.

Какие же выводы можно сделать из истории велосипеда?

Их пять, этих выводов:

1. Развитие отдельных частей велосипеда взаимословлено.

2. Это развитие происходит неравномерно. В каждый данный момент одни части машины обгоняют в своем развитии другие.

3. Нормальное развитие оказывается возможным до тех пор, пока не возникнут и не обострятся противоречия между более совершенной частью ми-

шины и другими ее частями (или между одной характеристикой машины и другими ее характеристиками).

4. Возникшее противоречие является тормозом развития всей машины. Устранение противоречия — основа развития машины.

5. Коренное изменение одной из частей машины вызывает необходимость в определенных изменениях других частей.

## ИЗОБРЕТАТЕЛЬ И КОНСТРУКТОР. ГДЕ ПРОХОДИТ ГРАНИЦА?

Итак, изобретатель выбирает задачу далеко не случайно. И правильный выбор зависит отнюдь не от шестикрылого серафима, а от умения видеть машину в развитии и ясно представлять решающее на данном этапе техническое противоречие. Но может быть с техническими противоречиями приходилось сталкиваться только при усовершенствовании велосипеда?

Читатель, который уже пытался решить задачу о трех баллонах, знает, что это не так. Ведь и в этой задаче сразу же наталкиваешься на противоречие. Простой способ (обыкновенное соединение баллонов) не позволяет перевести газ полностью в рабочие баллоны. А способы, обеспечивающие эффективный перевод всего газа, требуют сложного оборудования. Простота и эффективность, таким образом, взаимно противоречат друг другу. Выигрывая в одном, проигрываешь в другом.

Технические противоречия — характерная особенность в развитии всех машин, во всех отраслях техники. Вот некоторые примеры.

**В авиации.** «Самолет представляет собой такое сооружение, в котором непримиримо борются два начала: прочность и вес. Машину необходимо сделать и прочной, и легкой, а прочность и легкость все время воюют между собой. Чем прочнее самолет, тем он тяжелее. А если самолет тяжелый, он плохо будет летать».

Авиаконструктор А. С. Яковлев

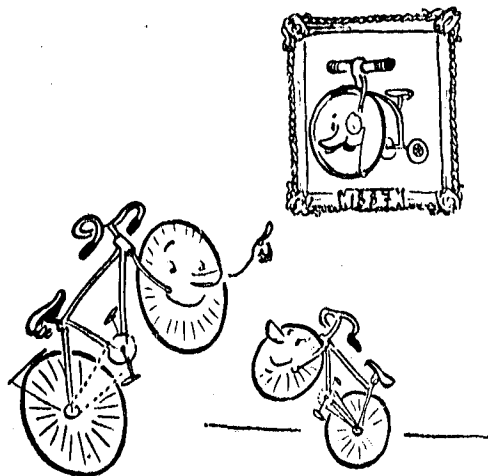
**В кораблестроении.** «Необходимость обеспечения мореходных качеств ставит условия противоположные: так, например, чтобы корабль не был валок или, говоря морским языком, был бы «стойчив», выгодно его делать пошире, а чтобы он был «ходок», очевидно, что его надо делать подлиннее и поуже — требования противоположные».

Академик А. Н. Крылов

**В горной технике.** «Увеличение размеров сечения и глубины шахт встало в противоречие с растущим давлением горных пород. Это противоречие разрешалось переходом от квадратного сечения к круглому с заменой деревянного крепления стволов каменным».

Проф. А. Зворыкин

**В теплотехнике.** «Весьма существенное значение имеет вес затрачиваемого на построение котельного агрегата металла на единицу производительности.



— А вот это наш делушка.

В некоторой мере стремление к уменьшению этого веса (экономия металла) и стремление к увеличению к. п. д. (экономия топлива) противоречат друг другу. Разрешение этого противоречия является одним из важнейших факторов прогрессивного развития котельной техники».

«Общая теплотехника», 1952

И еще один пример. Маркс, анализируя развитие мельниц, пишет:

«Увеличение размеров рабочей машины и количества ее одновременно действующих орудий требует более крупного двигательного механизма... Уже в XVIII веке была сделана попытка приводить в движение два бегуна и два же постава посредством одного водяного колеса. Но увеличение размеров передаточного механизма вступило в конфликт с недостаточной силой воды...»

«Капитал», т. I

Именно эти строки и объясняют нам главные особенности развития машин: взаимосвязь частей, неравномерность их развития, возникновение технических противоречий. Вот это действительно было озарением!

Мы начали изучать технические противоречия. Мы охотились за ними и бережно их коллекционировали. Коллекция росла очень быстро — технические противоречия обнаружались не только во всех отраслях техники, но и в сельском хозяйстве, в медицине. Так, противоречие, с которым часто сталкивались селекционеры при выведении новых сортов семян, состояло в невозможности обычными, уже известными путями улучшить одно качество растения (например, морозоустойчивость) без ухудшения других качеств (например, урожайности). Врачам, совершенствующим способы лечения болезней, приходилось учитывать, что новые лекарства, благотворно действуя на одни органы тела, отрицательно сказывались на других.

Таким образом, выяснилось, что наличие технического противоречия присуще любой изобретательской задаче. Сделать изобретение — значит устранить техническое противоречие.

Здесь надо сказать о различии между творчеством изобретателя и работой конструктора. Эти понятия часто путают: «Изобретатель сконструировал... Конструктор изобрел...» А различие существует, и принципиальное различие.

Конструктор лавирует между взаимопротиворечивыми характеристиками машины, подбирая их так,

чтобы наилучшим образом удовлетворить требованиям конкретной задачи. Например, конструируя грузовой автомобиль, можно поступить с скоростью в пользу прочности, грузоподъемности, экономичности. И наоборот, разрабатывая конструкцию гопочного автомобиля, следует все — и экономичность, и грузоподъемность, и даже в какой-то мере прочность — принести в жертву скорости. Академик А. Н. Крылов говорит: всякий корабль является компромиссом, где одно жертвуется в пользу другого. Добавим: не только корабль, но и любая машина, любой технологический процесс.

**Конструктор:** — Что же выбрать — легкий, но непрочный или прочный, но тяжелый?



Изобретатель должен сломать этот компромисс, должен так улучшить одну часть (или качество) машины, чтобы не ухудшились другие. [Конструктор пользуется уже известными в технике приемами; изобретатель ищет новые пути, новые приемы.] Тут уместно провести аналогию с композитором и музыкантом-исполнителем. Композитор сочиняет новое. Музыкант играет уже написанное (хотя каждый музыкант играет по-своему, в своей манере). Что лучше? Вопрос бессмысленный. Композитор не может существовать без музыканта-исполнителя; музыкант-исполнитель не мыслим без композитора.

Итак, изобретение есть устранение технического противоречия. Научиться изобретать — значит научиться устранять технические противоречия.

Собрав изрядную коллекцию технических противоречий, мы заметили, что эти противоречия подозрительно походят друг на друга. Точнее говоря, в коллекции оказалось несколько групп технических противоречий. Напрашивался очевидный вывод:

**Изобретательских задач бесчисленное множество. Видов технических противоречий сравнительно немного. А если есть типичные технические противоречия, должны быть и типичные, общие для разных отраслей техники способы их устранения.**

Так шестикрылому серафиму пришлось сдать еще одну — основную, решающую — позицию.

### ШАГ ЗА ШАГОМ

Решая задачу, изобретатель должен пройти три этапа:

1. Выбрать задачу и определить противоречие, которое мешает ее решению обычными, уже известными в технике путями.

2. Устранить причину противоречия путем внесения изменений в одну из частей машины.

3. Привести другие части усовершенствуемой машины в соответствие с измененной частью.

Говоря иными словами, нужно пройти такие этапы: анализ — изменение — синтез. В соответствии с этим можно назвать основные стадии процесса изобретательского творчества так: аналитическая, оперативная (вместо неудачного «изменяющая») и синтетическая.

На первой — аналитической — стадии изобретатель идет от общего к частному: от сформулированной в общем виде задачи к отысканию содержащегося в ней технического противоречия, затем к определению непосредственной причины этого противоречия и нахождению условий, при которых эта причина снимается.

Аналитическая стадия имеет исключительно важное значение для всего творческого процесса. Дело в том, что задача обычно формулируется в чрезвычайно общем, расплывчатом виде: сделать то-то, добиться того-то, повысить (или понизить) то-то. Если пытаться сразу найти решение (именно так и поступают начинающие изобретатели), то остается один способ — бессистемно перебирать в уме все возможные варианты (традиционное: «А если сделать так?..»). Мысль не направлена и растекается по всем возможным путям, а таких путей множество. Аналитическая стадия и состоит в том, чтобы последовательно — шаг за шагом — перейти от общей, весьма неопределенной задачи к конкретному вопросу: при каких условиях снимается причина технического противоречия, вызвавшего появление задачи. Иначе говоря, при анализе задача очищается от всего лишнего. Да простят нам читатели кулинарную аналогию, но хочется привести такой пример. Пытаясь «с ходу» решить задачу, начинающий изобретатель уподобляется повару, бросающему в кастрюлю целую курицу. А курицу следовало бы предварительно ощипать, очистить, промыть, разрезать — и только после этого варить суп.

Аналитическая стадия изобретательского творчества — процесс вполне логический. Это цепь логических операций, в которой одно звено закономерно следует за другим. Многолетняя практическая отработка методики привела нас к выводу, что наиболее рационально разделить аналитическую стадию на пять операций. Для большинства задач эти операции таковы:

1. Поставить задачу.
2. Представить себе идеальный конечный результат.
3. Определить, что мешает достижению этого результата (то есть найти противоречие).
4. Определить, почему мешает (то есть найти причину противоречия).
5. Определить, при каких условиях не мешало бы (то есть найти условия, при которых противоречие снимается).

Мы проиллюстрируем применение этого логического анализа на конкретном примере: решим задачу о трех баллонах.



Мышь: Посмотри, вот прекрасный символический резец.



знает, что ему нужно («Чтобы баллон не был пустым...»), и ищет только, как это сделать («Чем его можно заполнить?...»). Для этого изобретатель подбирает уже известные в технике, но неизвестные применительно к данной задаче (и вообще к данной отрасли техники) приемы. Так, например, задача о баллонах решена приемом, известным в химической технике: вытеснением газа жидкостью. Аналитическая стадия позволила перевести расплывчатую изобретательскую проблему почти в чисто конструкторскую задачу.

Во-вторых, поиски ведутся по определенной рациональной системе. Общей формулы нет, но есть группа типичных приемов, возможных для большинства случаев. Изобретателю нужно систематически перепробовать эти приемы. Как правило, один из них дает искомое решение.

Таким образом, оперативная стадия творческого процесса, не будучи цепью логических операций, тем не менее может проводиться по определенной системе, без расчета на помощь шестикрылого серафима.

Самой целесообразной нам представляется такая система, при которой приемы расположены от простых и наиболее часто употребляемых к сложным и сравнительно редко употребляемым.

### Оперативная стадия

(Устранение условий, вызывающих причину технического противоречия)

**Первый шаг.** Проверка возможных изменений в самом объекте (то есть в данной машине, данном технологическом процессе и т. д.): изменение размеров, числа частей, формы, взаимосвязи частей, материала, температуры, давления, скорости и т. д.

**Второй шаг.** Проверка возможных изменений во внешней среде: изменение параметров среды, замена среды, использование среды для выполнения полезных функций.

**Третий шаг.** Проверка возможных изменений в других (соседних для данного) объектах: установление взаимосвязи с соседними объектами, изменение характера ранее установленной взаимосвязи, отказ от соседнего объекта за счет переложения его функций на данный объект.

**Четвертый шаг.** Исследование прообразов из других отраслей техники (поставить вопрос: «Как данное противоречие устраняется в других отраслях техники?»)

**Пятый шаг.** Исследование прообразов в природе (поставить вопрос: «Как данное противоречие устраняется в природе?»)

**Шестой шаг.** Возвращение (в случае непригодности всех рассмотренных приемов) к исходной задаче и расширение ее условий, то есть переход к другой, более общей задаче.

Здесь приведены только наиболее характерные приемы устранения технических противоречий. Рамки статьи позволяют нам лишь в нескольких словах проиллюстрировать самые простые из этих приемов.

Прежде всего следует подчеркнуть большое значение первой группы приемов. Во многих случаях они дают очень эффективный результат. Вот характерный пример. Единственным путем для повышения экономичности и мощности электрической лампы накаливания было увеличение рабочей температуры нити. Но с повышением температуры даже тугоплавкий осмий начинал интенсивно испаряться. Требования экономичности и мощности пришли в противоречие с требованием живучести лампы. Как же решили эту задачу? Причина противоречия — испарение металла с поверхности нити. Условия, при которых эта причина устраняется, — уменьшение поверхности нити. Сократить размеры нити (шаг первый, пункт первый оперативной стадии), однако, нельзя — уменьшится световая мощность. Иное дело изменение формы (шаг первый, пункт третий). Если свернуть нить в спираль, то свет по-прежнему будет идти со всей поверхности нити, а испарение будет происходить только с внешней стороны спирали (пространство внутри спирали мгновенно насытится парами осмия, и здесь дальнейшее испарение прекратится). Переход от прямой нити к спиральной был изобретением огромного значения. Но почти одновременно нашли и другое решение: повысить давление среды, в которой работает нить, — тогда испарение нити замедлится. От вакуумных ламп перешли к газонаполненным. Замена среды (баллон лампы наполнили аргоноазотной смесью) была еще одним крупным изобретением.

Весьма интересна группа изменений в соседних объектах (шаг третий). Довольно часто аналитическая стадия приводит к такому выводу: «Чтобы улучшить машину А, нужно изменить соседнюю машину Б». Подробный пример такого рода изменений мы приведем ниже.

Примеры перенесения приемов из одной области техники в другую, по-видимому, читателю хорошо известны (скажем, идея проката, давно используемая металлургами, недавно была перенесена в производство железобетона и вызвала революцию в промышленности стройматериалов). Об использовании же прообразов природы следует сказать несколько подробнее.

В процессе длительного исторического развития растения и животные достигли весьма высокого совершенства. Органы растений и животных во многих случаях значительно совершеннее, нежели части механизмов и машин. Об этом часто говорят по использованию природных прообразов все еще носит эпизодический характер. Естествоиспытатели занимаются природой; инженеры, изобретатели — техникой. А именно на стыке природы и техники могут быть сделаны важные изобретения. Но дл

этого нужно наладить систематическое изучение природы под углом зрения применимости ее принципов в технике.

Пока же природа — это последняя инстанция, в которую изобретатель может обжаловать свои неудачные поиски решения. Вот типичный пример. Музейные работники долго искали способы сохранения коллекций насекомых, растений и т. д. Одни способы были надежны, но не позволяли хорошо рассматривать экспонат; другие, наоборот, вполне удовлетворяли посетителей музея, но не обеспечивали сохранности экспонатов. В конце концов музейные работники задумались: «А как это делается в природе?» — и сразу вспомнили о насекомых, миллионы лет назад попавших в янтарь и прекрасно в нем сохранившихся. Отсюда было уже легко прийти к идее заливать экспонаты быстро твердеющей прозрачной пластмассой. «Упакованный» в пластмассу экспонат можно было держать в руках (даже бросать на пол), он не портился и был практически вечным.

Другие примеры использования природных образов читатель найдет в нашей статье «Наука изобретать» (журнал «Изобретатель и рационализатор», 1958, № 9).

Несколько слов о шестом шаге оперативной стадии. Если до этого шага изобретатель не пришел к решению, нужно вернуться к исходной задаче и расширить ее условия. При этом изобретатель рассуждает примерно так: «От меня требуют улучшить такую-то часть машины. Я перепробовал разные изменения в этой части и даже в других частях машины. Но ничего не получается. Поэтому надо подумать — а нельзя ли вообще отказаться от всей машины?» Как ни парадоксально, но зачастую это быстро приводит к эффективному решению. Несколько лет назад был объявлен конкурс на создание машины, механизмирующей уборку штыба (каменной мелочи), остающейся за камнерезным комбайном. Было предложено много проектов. Но самым лучшим оказался проект, вообще не предусматривающий штыбоуборочной машины. Просто в комбайн вносились изменения, в результате которых количество штыба резко уменьшилось.

Заканчивая краткий обзор оперативной стадии творческого процесса, нужно подчеркнуть, что изобретатель пользуется в общем уже известными в технике (и природе) приемами, используя их в новых условиях. Это определяет историческую ограниченность арсенала изобретательских средств. Может оказаться, что на данном этапе развития техники этих средств недостаточно для решения той или иной задачи. Так, сто лет назад ни один изобретатель не смог бы создать способ определения качества металла в глубине слитка. Только с открытием рентгеновских лучей (а затем ультразвука) решение такой задачи стало возможным.

Открытия обеспечивают непрерывное пополнение арсенала технических средств. Образно говоря, открытия — это реки, техника — море. Море бы высохло, если бы не вода, приносимая реками.

## ЗА ДЕРЕВЬЯМИ НУЖНО ВИДЕТЬ ЛЕС

Нетерпеливый изобретатель (а начинающий изобретатель, увы, всегда нетерпелив), найдя решение задачи, склонен считать свою миссию законченной. В результате найденная идея используется только частично, не в полную меру. Обнаружив в саду яблоню, можно сорвать одно яблоко... и забыть обо всех остальных и о самом дереве. Это не лучший способ.

За оперативной стадией творческого процесса должна следовать другая стадия — синтетическая. Она заключается в следующем:

**Первый шаг.** Внесение изменений в форму данного объекта (новой сущности машины должна соответствовать новая форма).

**Второй шаг.** Внесение изменений в другие объекты, связанные с данным.

**Третий шаг.** Внесение изменений в методы использования объекта.

**Четвертый шаг.** Проверка применимости найденного принципа изобретения к решению других технических задач.

Изменяя сущность того или иного объекта (машины или части машины, процесса или части процесса), изобретатель склонен сохранять старую форму. Примеры господства старой формы читатель найдет в статье «От старого к новому» (журнал «Изобретатель и рационализатор», 1959, № 3).

Первый шаг синтетической стадии и состоит в том, чтобы придать усовершенствованному объекту новую форму, соответствующую новой сущности. Обычно это достигается конструкторскими приемами и не представляет особого труда. Важно просто не забывать об этом. Вместе с тем и здесь имеются типовые приемы, описание которых выходит за рамки этой статьи.

Второй шаг состоит в том, чтобы изменить те объекты, которые работают совместно с данным. В свое время Дарвин установил закон соотношения роста: изменение отдельных частей органического существа всегда связано с изменением других его частей. Точно так же обстоит дело и в технике. Приведем пример. Была система «лошадь + прицепной плуг». Затем перешли к применению тракторов. При этом первоначально плуг остался без всяких изменений (система «трактор + прицепной плуг»). Между тем трактор способен быть не только источником тяговой силы; он обладает значительной устойчивостью, чтобы противостоять силам веса и нагрузкам, действующим со стороны плуга. Постепенно возникла мысль соответственно упростить плуг, убрать у него колеса. Так появилась система «трактор + навесной плуг».

Следующий шаг синтетической стадии состоит в том, чтобы разработать для новой машины и новые методы использования, иначе говоря, по-новому организовать труд на новой машине. Об этом часто забывают даже опытные изобретатели. Можно привести такой пример. При возведении кирпичных зданий доставленный на стройку кирпич складывался на стройплощадке, а затем, по мере надобности, подавался к рабочему месту каменщи-



ков. Когда перешли к монтажу домов из панелей, то первоначально поступали точно так же: панели сгружали с автомашины на стройплощадку, а затем подавали на здание. И только в самое последнее время применили метод «монтажа с конес», когда панель прямо из кузова автомобиля подается крапом на строящееся здание.

И, наконец, последний этап творческого процесса — проверка применимости найденного принципа к решению других задач. Наверное, читатель помнит историю французского садовника Монье, придумавшего первые железобетонные садовые кадки. Монье не догадался применить найденный принцип (сочетание железа и бетона) к другим задачам. Железобетон как строительный материал был предложен другими. Садовник Монье за деревом не увидел леса...

Синтетическая стадия творчества (как и оперативная стадия) ведется хотя и по определенной системе, но без применения определенных логических операций. Поэтому здесь важную роль играет эксперимент. Методика позволяет отобрать несколько наиболее вероятных решений; эксперимент показывает, какому из них следует отдать предпочтение.

### ИЗГНАНИЕ ШЕСТИКРЫЛОГО СЕРАФИМА

Разрабатывая методику изобретательского творчества, мы сначала проверяли ее на уже сделанных изобретениях, анализируя задним числом ход рассуждений. Но это не могло считаться серьезной проверкой. Тогда мы перешли к решению новых задач, к созданию новых изобретений. Надо полагать, в те годы работники Комитета по делам изобретений и открытий при Совете Министров СССР не раз недоумевающе пожимали плечами: мы чуть ли не ежедневно посылали заявки на изобретения в авиационной технике и медицине, в химии и в горном деле, в теплотехнике и в водолазном деле... Стопка авторских свидетельств быстро росла. Иногда нам приносили отказы по новизне, но мы были рады этим отказам — значит решение-то по существу правильное, значит методика работает!

Однако настал день, когда работоспособность методики показала нам подозрительной. Слишком легко делались изобретения. Быть может, методика годилась только для решения сравнительно простых задач? Решено было испытать ее на максимально трудной задаче.

В то время Министерство угольной промышленности объявило всесоюзный открытый конкурс на создание холодильного костюма для горноспасателей, которые занимаются спасением людей, оставшихся в шахтах при подземных пожарах. Задача была исключительно трудной, на первый взгляд вообще нерешимой.

Подземные пожары сопровождаются выделением ядовитого газа — окиси углерода, поэтому горноспасатели работали с кислородными аппаратами. Температура воздуха при пожарах поднимается до 100 градусов и выше, для защиты от нее и нужно было создать холодильный аппарат. Главная трудность состояла в том, что этот аппарат должен был мало весить. На горноспасателя нельзя «нагрузить» больше 28 килограммов, иначе он не сможет работать. Из этих 28 килограммов на долю кислородного аппарата приходилось 12, на долю инструментов — 7 килограммов. Осталось всего 9 килограммов. Если бы даже весь аппарат состоял из холодильного вещества (а ведь и сама конструкция должна что-то весить!), то и в этом случае запас холодильной мощности был бы недостаточен для двухчасовой работы (этот срок указывался в условиях конкурса). Лед, сухой лед, фреон, сжиженные газы... Ни одно холодильное вещество не укладывалось в жесткие весовые рамки.

Мы обратились к методике. Пусть читатель проследит за ходом решения; это даст представление о применении методики на всех этапах (см. таблицу на стр. 29).

Мы разработали два варианта конструкции комплексного холодильно-дыхательного аппарата и под девизами отправили на конкурс. Проекты получили высшие премии — первую и вторую. (Подробности об этом читатель найдет в нашей статье «В костюме сквозь огонь» в журнале «Знание — сила», 1956, № 12). Основной принцип — объединение холодильного и дыхательного аппаратов — лег в основу газотеплозащитных костюмов, впервые в мире созданных в СССР.

Интересно отметить, что другие проекты, поданные на конкурс, предусматривали отдельные аппараты: изобретатели находились в плену старой схемы. Комитет по делам изобретений и открытий при Совете Министров СССР выдал нам авторское свидетельство на комплексный газотеплозащитный костюм. Второе авторское свидетельство мы получили на решение с использованием того же принципа другую задачу, в результате чего был предложен комбинированный сварочный аппарат.

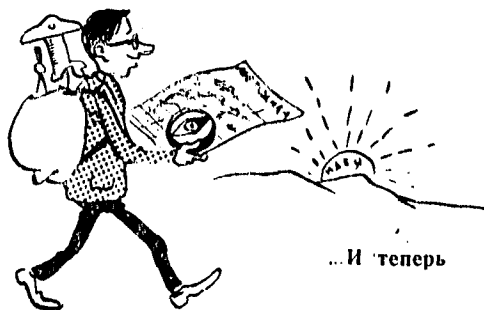
Методика, таким образом, выдержала испытание: Но впереди их было еще много, этих испытаний. Так, за последнее время дважды пришлось публично решать задаваемые — очень сложные! — технические задачи. Подробно об этом рассказано в статьях Я. Измайлова «Решение нерешимой задачи» («Знание — сила», 1958, № 12) С. Владимировой «Существует ли секрет изобретателя?» («Комсомольская правда», 1959, 14 июля) и в заметке С. Зверева «Банши без банши» («Знание — сила», 1959, № 5).

### УЧИТЬСЯ ИЗОБРЕГАТЬ!

Методика изобретательского творчества с самого начала не была достоянием двух человек. Методика обобщала опыт изобретателей, и естественно, что нам еще и период ее разработки приходилось беседовать, консультироваться, дискутировать с очень многими изобретателями. Это были разные люди —



раньше...



...и теперь

Логические операции	Ход размышлений при решении задачи	Примечания
<b>АНАЛИТИЧЕСКАЯ СТАДИЯ</b>		
<b>Первый шаг</b>		
Поставить задачу в общем виде	«Создать холодильный аппарат»	
<b>Второй шаг</b>		
Представить себе идеальный конечный результат	«Максимально высокая холодильная мощность»	Это было главным требованием в конкурсных условиях
<b>Третий шаг</b>		
Что этому мешает?	«Вольной пес записелемого холодильного вещества»	
<b>Четвертый шаг</b>		
Почему мешает?	«Потому что пес аппарата ограничен. На 28 кг допустимой на человека нагрузки на долю аппарата приходится только 9 кг»	
<b>Пятый шаг</b>		
При каких условиях не будет мешать?	«Только когда на долю холодильного аппарата придется не 9 кг, а больше — 15 или 20 кг»	
Итого . . .	«Надо считать все необходимые аппараты и инструменты»	Как видите, анализ свел одну задачу к другой!

<b>ОПЕРАТИВНАЯ СТАДИЯ</b>		
<b>Первый шаг</b>		
Проверить изменения в самом объекте	«Самим объектом теперь являются кислородный аппарат и инструменты, вес которых нам надо уменьшить. Нужны эти чрезвычайно антруителен, ибо инструменты и кислородный аппарат и так совершенствовались годами. Конструкторы боролись буквально за каждый грамм... Нет, здесь мы многого не добьемся...»	Вот когда пригодилось «тренировочное» воображение и различные объяснения! На подползавшей технике мы хорошо знали устройства кислородных аппаратов
<b>Второй шаг</b>		
Проверить изменения в среде	«Внешняя среда — шахтный воздух. Конечно, если бы этот воздух был чист, можно было бы отказать от кислородного аппарата (ах, как хочется выиграть 12 кг!). Но шахтный воздух по времени пожара не очищается. Увы, это невозможно».	
<b>Третий шаг</b>		
Проверить изменения в соседних объектах	«Соседним объектом для кислородного аппарата и инструментов является третья нагрузка на горноспасателя — искомый холодильный аппарат. Заставить этот аппарат работать одновременно вместо инструментов? Вред! Ледом топор не заменишь... Заставить холодильный аппарат работать вместо кислородного прибора? Заставить его одновременно давать кислород? Для этого нужно взять в качестве холодильного вещества не лед, не сухой лед, а жидкий кислород. Черт побери, кажется, это возможно. Правда, жидкий кислород менее мощное холодильное вещество, чем, например, жидкий аммиак, но зато мы его можем взять много, чуть ли не 15 кг!»	

Логические операции	Ход размышлений при решении задачи	Примечания
Итого . . .	«Намечается идея вместо двух аппаратов — кислородного и холодильного — иметь один. В этом аппарате будет использоваться жидкий кислород. Испарение и нагревание кислорода обеспечит холодильное действие; нагретый до нормальной температуры кислород пойдет на дыхание. Весить такой прибор может 12+9=21 кг»	Несложный расчет показал, что 15 кг жидкого кислорода вполне обеспечивают двухчасовую запису от тола. С другой стороны, 15 кг — это свыше 10 кубометров кислорода, а в кислородном аппарате записается всего 0,4 кубометра. Значит, и дыхание будет обеспечено с избытком!

<b>СИНТЕТИЧЕСКАЯ СТАДИЯ</b>		
<b>Первый шаг</b>		
Придание новой формы	«Новый сущностью нашего аппарата является работа на сжиженном кислороде. Кислорода чертовски много. А раньше в кислородном аппарате его было мало и приходилось для экономии применять круговой цикл — выдыхаемый кислород шел на очистку и патрон с помощью и снова на дыхание. Теперь можно отказаться от кругового цикла»	Вот здесь и проявилась эффективность идеи Кру. ской цикл имел массу недостатков, усложнял аппаратуру, затруднял пользование ею. А теперь все будет просто; комплексный аппарат окажется проще и дешевле, чем каждый из соединяемых аппаратов!
<b>Второй шаг</b>		
Изменения в других частях	«Внутренняя «другая часть» — инструменты. Дать и им дополнительную нагрузку? Вряд ли это возможно»	Впрочем, пусть читатель попробует...
<b>Третий шаг</b>		
Изменения в методе использования	«Подумаем, чем будет отличаться наш аппарат в использовании. Кислород быстро испаряется... Ага, все аппарата будет быстро уменьшаться: из 21 кг на кислород придется 15 кг. К концу работы аппарат весит всего 6 кг. А утомляемость, записит от среднего веса. Значит, можно сначала основательно перегрузить аппарат, брать побольше кислорода»	Расчет показал, что начальная запас кислорода можно повысить до 35 кг. Тогда человек сможет в аппарате зайти в раскаленную до 500° печь и пробыть в ней полчаса
<b>Четвертый шаг</b>		
Применимость найденного принципа к решению других задач	«Где еще можно применить совмещение двух работающих аппаратов? Помогая, нам пришлось сталкиваться с аналогичной задачей в сварочной технике, где есть переносные бензопилки и кислородные аппараты. А если?..»	О том, как удалось применить найденный принцип к решению такой задачи, читатель прочтет в нашей статье в журнале «Кислород» № 6 за 1950 год.
Общий итог . . .	«Комплексный холодильный аппарат на жидком кислороде. Некруговая схема дыхания. Начальная перегрузка для увеличения мощности»	

по изобретательскому «стажу», техническому кругозору, специальности, способностям и склонностям. Их объединяло одно: стремление создавать новое. И не удивительно, что, ознакомившись с методикой — еще только создаваемой, — они стремились тут же ее использовать, а потом корректировали, вносили поправки, предлагали свои дополнения. Именно изобретатели подсказали нам, что нужно сделать попытку систематического обучения методике группы молодых инженеров.

Учеба была организована в Министерстве строительства Азербайджана, где один из авторов руководил работой по изобретательству. В конце 1957 года для группы инженеров БРИЗов устроили семинар на необычную тему «Как делать изобретения». На первое занятие пришли не только работники БРИЗов, но и многие инженеры, техники, даже... экономисты. Из 32 человек изобретательством раньше занимался (притом безуспешно) только один; рационализаторские предложения были у трех человек.

Программа семинара включала довольно подробное знакомство с методикой изобретательства и решение специально подобранных изобретательских задач. Занятия проводились в течение двух недель, по два — четыре часа ежедневно.

К концу семинара большинство участников овладело основами методики и успешно решало предлагаемые задачи. Но задачи эти были учебными. А действительной проверкой могла быть только практика. Семинар окончился, инженеры вернулись к своей работе. Нам оставалось ждать. Впрочем, будущие изобретатели чуть ли не ежедневно приходили за советами и разъяснениями. Учеба продолжалась.

О ее результатах рассказали сами участники семинара в выступлениях, опубликованных в сентябрьском номере журнала «Изобретатель и рационализатор» за 1959 год. Нам остается привести некоторые цифры. Из 32 человек, пришедших на первое занятие, весь семинар прошли 22 человека. Сейчас шесть из них имеют авторские свидетельства на изобретения (и еще 3 человека подали заявки на изобретения). Внедренные рационализаторские предложения есть у 16 человек. Причем в большинстве случаев это довольно значительные предложения — те, что раньше называлось техническими усовершенствованиями.

Эксперимент со всей очевидностью показал, что изобретательству можно и должно учить. Совершенствованием техники в нашей стране занимаются миллионы людей. Настало время обобщить накопленный новаторами опыт творческой работы.

Мореплаватели наносят открытые мели, течения, рифы на карту. У изобретателей нет пока такой карты, поэтому через одни и те же ошибки проходит каждый начинающий. С этим надо покончить. Темпы развития советской техники, темпы семилетки требуют, чтобы изобретатели имели такую карту. Ей должна стать научная методика изобретательского творчества.

## СПРАШИВАЮТ — ОТВЕЧАЕМ

Товарищи Рябов из Минска, Медведев из Москвы, Абдула из Кунцева и другие попросили ответить на ряд вопросов. Вопросы эти имеют общий интерес, и потому мы публикуем ответы на них, подготовленные отделом изобретательского права Комитета по делам изобретений и открытий при Совете Министров СССР.

Распространяются ли правила, предусмотренные пунктом 7 Положения об открытиях, изобретениях и рационализаторских предложениях и пунктом 2 «б» Инструкции о вознаграждении за эти предложения, на конструкторов и технологов промышленных предприятий?

В соответствии с пунктом 7 Положения оно не распространяется на рационализаторские предложения инженерно-технических работников научно-исследовательских, проектных и конструкторских организаций, относящиеся к разрабатываемым в порядке выполнения служебного задания проектам, конструкциям и технологическим процессам. Однако указанное ограничение не касается предложений конструкторов и технологов конструкторских и технологических бюро заводов, фабрик и других предприятий. На них распространяется действие Положения и Инструкции.

В каких случаях авторское свидетельство выдается на имя предприятия (учреждения)?

В соответствии с п. 10 Положения авторское свидетельство выдается на имя предприятия или организации, где создано изобретение, лишь в тех случаях, когда изобретение является результатом коллективного творчества и не представляется возможным установить авторство отдельных лиц.

Нет ли противоречия между пунктом 1 «б» Инструкции о вознаграждении за открытия, изобретения и рационализаторские предложения, где указано, что вознаграждение выплачивается за внедренное предложение, и пунктом 10 той же инструкции, устанавливающим выплату вознаграждения в месячный срок со дня утверждения плана внедрения предложения?

В пункте 1 «б» Инструкции предусмотрена выплата вознаграждения за внедренные предложения. В пункте же 16 Инструкции регламентируются сроки этой выплаты, приводятся отдельные частные случаи.

Так, по предложениям, за которые причитается вознаграждение до 2 000 рублей, оно выплачивается в месячный срок со дня утверждения плана внедрения. Этот же срок установлен и для выплаты аванса (25 процентов) за предложения, дающие право на вознаграждение свыше 2 000 рублей. Но полный расчет вознаграждения за первый год использования предложения производится, исходя из фактического объема внедрения.

Таким образом, два эти пункта инструкции не противостоят друг другу.

Какие жилищные льготы предусмотрены для авторов открытий, изобретателей и рационализаторов?

В соответствии с пунктом 77 Положения авторы открытий, изобретатели и рационализаторы, давшие государству ценные предложения, имеют право на дополнительную жилую площадь наравне с научными работниками. Вопрос о предоставлении дополнительной жилой площади решается в установленном порядке та организация, которая занимается распределением жилой площади.

Как рассматриваются споры о первенстве на рационализаторские предложения?

Пунктом 66 Положения предусмотрено, что, если одно и то же рационализаторское предложение внесено на одном и том же предприятии (в организации) в разное время различными лицами, первенство признается за лицом, первым внесшим предложение. Здесь не имеет значения, принято было первоначальное предложение или отклонено, обжаловал ли своевременно автор решение администрации или нет.

Если споры об этом не находят разрешения на предприятиях (в организациях) по месту внедрения, они рассматриваются судом в установленном порядке.