

## 5. УПРАВЛЯЕМОЕ ВООБРАЖЕНИЕ

### НИКАКИХ ЧУДЕС - ВСЕ ПО ЗАКОНАМ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### **КАТУШКА НИТОК ВСЕХ ЦВЕТОВ**

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

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

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

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

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

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

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

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

*- Есть очень простая идея (Денис намотал нитку на палец)- берем...  
А какую идею предложите вы?*

### **ЗДРАВЫЙ СМЫСЛ ФАНТАЗИИ**

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

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

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

Развитое воображение - один из важнейших элементов творческого мышления.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Решите задачи 54-56 с помощью простых приемов фантазирования.

### КАК ОБМАНУТЬ СИНТЕЗАТОР

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

### НАДО СПАСТИСЬ

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

### ПРЕДСМЕРТНАЯ ПРОСЬБА

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

### ПРОТИВОРЕЧИЯ - КЛЮЧ К ИСТИНЕ

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

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

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



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

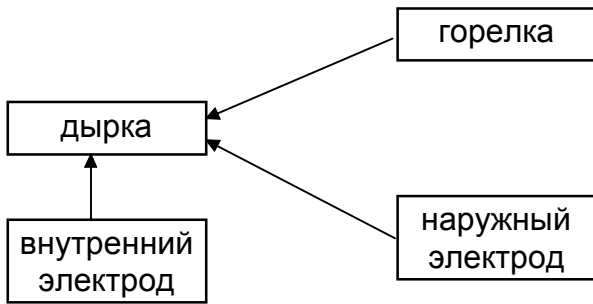
Условия задачи, в том виде, в каком они попадают к изобретателю, называются **исходной ситуацией**. В ней содержится **административное противоречие (АП)**, т.е. противоречие типа: *"Надо получить то-то, но я не знаю, как это сделать"*. Любая исходная ситуация требует предварительной обработки - выделения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

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

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

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

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



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

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



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

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

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

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

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

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

**Форма записи мини-задачи:**

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

Техническое противоречие 1 (указать).

Техническое противоречие 2 (указать).

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

Примечания:

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

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

*полезное действие вызывает одновременно и вредное;*

или:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

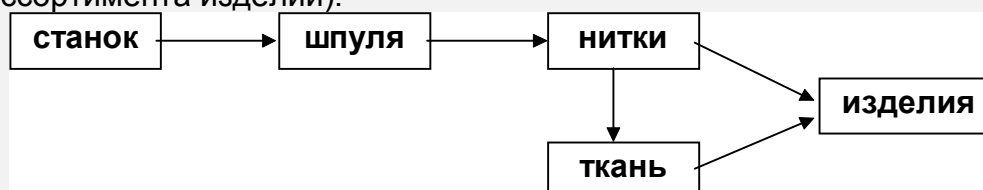
**ТП-2:** если *проводник убирается*, то он *не портится*, но дырку при запайке не видно (запайка происходит медленно и неточно).

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

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

## "КАТУШКА НИТОК ВСЕХ ЦВЕТОВ"

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



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

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

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

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

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

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

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

## НА ПУТИ К ИЗОБРЕТЕНИЮ

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

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

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

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

Примечания:

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

**7. Инструментом** называют элемент, с которым непосредственно взаимодействует изделие (фреза, а не станок, огонь, а не горелка). В частности инструментом может быть часть окружающей среды.

**8. Один из элементов конфликтующей пары** может быть сдвоенным. Например, даны два разных инструмента, которые должны одновременно действовать на изделие, причем один инструмент мешает другому. Или даны два изделия, которые должны воспринимать действие одного и того же инструмента. Одно изделие мешает другому.

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

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

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

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

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

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

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

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

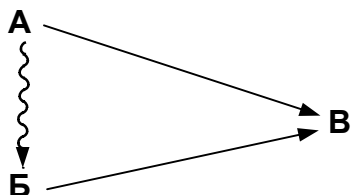
**Шаг 4. Составить графические схемы ТП-1 и ТП-2, используя таблицу видов конфликтов в моделях задач.**

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

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

**ТП-1**

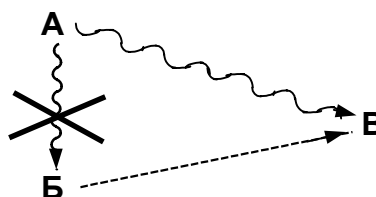
(проводник не убирается)



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

**ТП-2**

(проводник убирается)

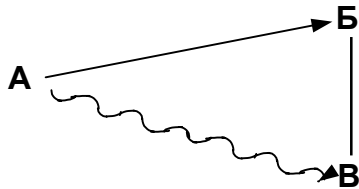


Пламя плохо действует на дырку (долго и неточно), проводник не действует на дырку (не обнаруживает), но зато избавились от плохого действия пламени на проводник

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

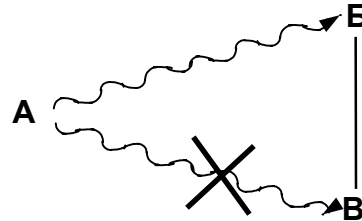
ТП-1

(ткань меняется)



ТП-2

(ткань не меняется)



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

Примечание:

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

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

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

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

Примечание:

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

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

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

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

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

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

Примечание:

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

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

Модель задачи 57.

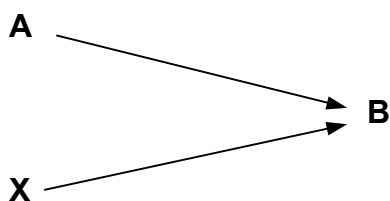
Даны дырка, пламя и никогда не убирающийся проводник (отсутствующий проводник). Необходимо, чтобы икс-элемент обеспечивал свечение дырки во время запайки при отсутствующем проводнике.

Модель задачи о швейной фабрике:

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

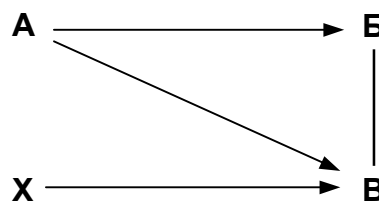
**Шаг 8. Уточнить выбранную схему конфликта. Схема уточняется по модели задачи с учетом действия икс-элемента.**

Задача 57



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

Задача о швейной фабрике



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



### 1. Противодействие



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

### 2. Сопряженное действие



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

### 3. Сопряженное действие



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

### 4. Сопряженное действие



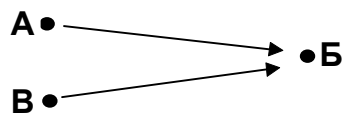
Полезное действие А на Б является вредным действием на В (причем А, Б и В образуют систему). Требуется устранить вредное действие, сохранив полезное и не разрушив систему.

### 5. Сопряженное действие



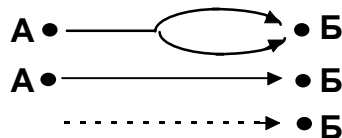
Полезное действие А на Б сопровождается вредным действием на само А (в частности вызывает усложнение самого А). Требуется устранить вредное действие, сохранив полезное.

### 6. Несовместное действие



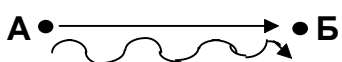
Полезное действие А на Б несовместимо с полезным действием В на Б (например, обработка несовместима с измерением). Требуется обеспечить действие В на Б (пунктирная стрелка), не меняя действие А на Б.

### 7. Неполное действие или бездействие



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

### 8. "Безмолвие"



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

### 9. Нерегулируемое действие



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

## ОСНОВЫ СИЛЬНОГО МЫШЛЕНИЯ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## **Техника работы по приему:**

1. Выбрать объект изменения.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## **ПРАКТИКУМ ПО РЕШЕНИЮ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ**

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

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

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

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

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

1. Использование задач-аналогов.

2. Вепольный анализ:

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

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

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

3. Использовать правила применения первых двух законов развития ТС.

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

4. Применить оператор РВС.

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

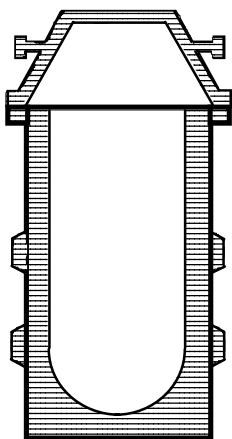
6. Повторить операции первого этапа.

7. Выполнить шаги 3-8.

8. Сформулировать физическое противоречие.

9. Использовать указатель эффектов (см. приложение).

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



## СИТУАЦИЯ? ЭТО ЕЩЕ НЕ ЗАДАЧА

Вот типичная ситуация.

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

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

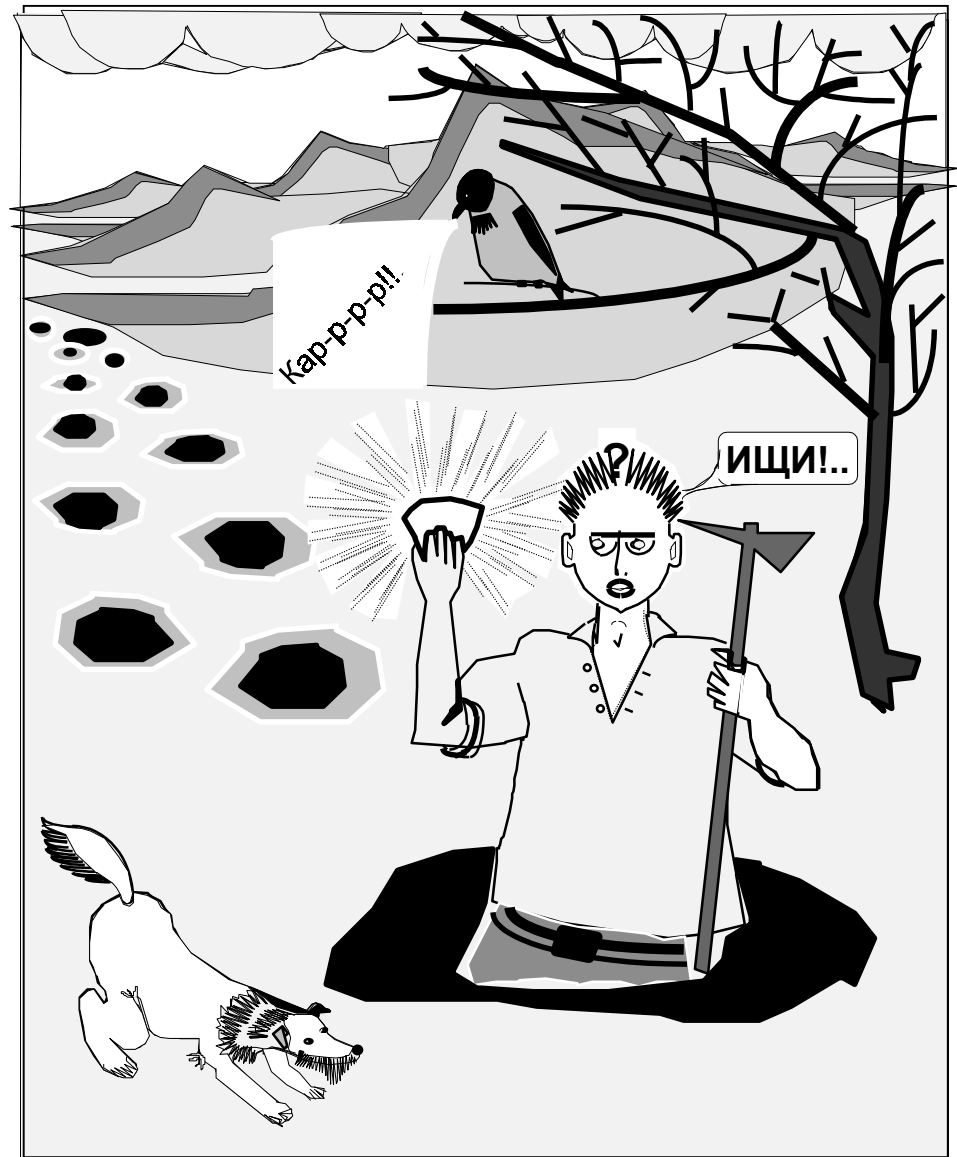
Приходится бурить скважины. Чем чаще закладывают скважины, тем выше точность разведки.

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

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

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

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



## ИЗ ИСТОРИИ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВА

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

Фотодело увлекло Истмена, и он изобрел упрощенную легкую камеру с размером кадра 10x12 см, организовал ее производство и продажу по цене 12 долларов за штуку. В магазин при мастерской Истмена зачастили фоторепортеры. Один из них похвалил облегченную камеру, но посетовал, что смена пластинок осталась хлопотным делом. Истмен призадумался, но ничего в голову ему не пришло.

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

И вот в начале 1888 года, появился пленочный аппарат под названием "Кодак № 1" - он весил всего 300 г и представлял собой деревянную коробочку размером 15x10x8 см. Затвор отрабатывал несколько выдержек в долях секунды. Что касается кадров, то тогда их умещалось на ленте 100 штук, т.е. больше, чем сейчас. Популярность новых камер была столь велика, что Истмену пришлось открыть фабрику. Практически все газеты перешли на камеры "Кодак", отличавшиеся оперативностью работы.

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

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